



**FARKLI ORANLARDA TİTANYUM DİOKSİT
KULLANILARAK ELDE EDİLEN POLYESTER İPLİK
VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Sezin KARASU



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ORANLARDA TİTANYUM DİOKSİT KULLANILARAK ELDE
EDİLEN POLYESTER İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Sezin KARASU

ORCID ID : 0000-0002-1642-6183

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA – 2020

TEZ ONAYI

Sezin KARASU tarafından hazırlanan “FARKLI ORANLARDA TİTANYUM DİOKSİT KULLANILARAK ELDE EDİLEN POLYESTER İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Sibel Şardağ

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

İmza

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

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Sibel Şardağ
ORCID ID: 0000-0001-9177-0059
Bursa Uludağ Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.....

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.**

25/03/2020

İmza



Sezin KARASU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ORANLARDA TİTANYUM DİOKSİT KULLANILARAK ELDE EDİLEN POLYESTER İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Sezin KARASU

Bursa Uludağ Üniversitesi Fen

Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sibel ŞARDAĞ

Bu çalışmada, titanyumdioksit katkısının polyester ipliklere ve bu ipliklerden elde edilen kumaş özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle eriyikten çekim metodu kullanılarak % 0; 0,3; 0,6; 1,0; 1,4; 2,0; 2,4 titanyumdioksit katkılı 7 farklı polyester iplikler (POY) ve bu ipliklerden yalancı büküm metodu ile tekstüre iplikler (DTY) elde edilmiştir. Elde edilen POY ve DTY polyester ipliklerinin lineer yoğunlukları, flaman sayımı, kopma uzaması, kopma mukavemeti, düzgünsüzlük değerleri, yağ oranı, kıvrım kısalması, kıvrım kalıcılığı, kıvrım stabilitesi, kaynama çekme değerleri ve UV dayanımı standartlara göre test edilmiştir.

7 farklı titanyum dioksit katkısı içeren polyester iplikler bu çalışmada atkı ipliği olarak, 67/48 PES yarı mat % 0,6 oranında TiO₂ içeren polyester ipliği çözgü ipliği olarak kullanılarak sabit atkı ve çözgü sıklıklarında 7 farklı dokuma kumaş elde edilmiştir. Elde edilen kumaşların konfor ve mekanik özellikleri (kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, termal direnç ve termal iletkenlik değerleri), standartlara uygun şekilde ölçülmüş ve elde edilen tüm ölçümler SPSS istatistik programında değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, titanyum dioksitin ipliklerin mukavemet özelliklerine ve UV renk haslığı değerine, kumaşların mukavemet, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve eğilme özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Polyester iplik, titanyumdioksit, sentetik lif, katkılı filament iplik, kesiksiz lif, katkılı iplik, konfor, iplik, tekstüre, tekstüre iplik, POY, konfor

2020, xv + 103 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

THE INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF POLYESTER FABRICS WOWEN WITH POLYESTER YARNS CONTAINING DIFFERENT RATIO OF TITANIUM DIOXIDE

Sezin KARASU

Bursa Uludag University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Sibel ŞARDAĞ

In this study, the effect of titanium dioxide additive on polyester yarns and fabric properties obtained from these yarns was investigated. For this purpose, firstly 0% produced by using the melt extraction method; 0.3; 0.6; 1.0; 1.4; 2.0; 2,4 titanium dioxide added polyester yarns(POY) and textured yarns (DTY) were obtained from these yarns by the false twist method. Titanium dioxide additive is the only variable added to obtain yarns. Yarn linear density, filament count, breaking elongation, tensile strength, unevenness value, oil ratio, crimp shortening, crimp durability, crimp stability and boiling shrinkage values of 7 different titanium dioxide doped POY and DTY polyester yarns with the same raw material, cross section type, number of filaments and linear density. Tested according to standards.

Weaving fabrics have been obtained by keeping the warp yarn number, warp frequency, weft frequency from the yarns containing 7 different titanium dioxide additives and the comfort and mechanical properties of the obtained fabrics (tear strength, air permeability, thermal resistance and thermal conductivity values) has been measured appropriately. All measurements of yarns and fabrics were evaluated in the SPSS statistic program and as a result of this study, it was found that the effect of titanium dioxide on the strength

properties of the yarns, the strength, UV resistance, air permeability, water vapor permeability and bending properties were statistically significant.

Key words: polyester yarn, titanium dioxide, additive material, synthetic fiber, doped filament yarn, continuous fiber, doped yarn, comfort, yarn, texturized, texturized yarn, POY, comfort

2020, xv + 103 pages

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın yönlendirilmesi konusunda bana yol gösterip, desteğini hiç bir zaman esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sibel ŞARDAĞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü tez konumun belirlenmesinde, çalışmada kullanılan ipliklerin ve kumaşların üretilmesinde, test imkanlarından faydalanılmasında yardımcı olan tüm POLYTEKS A.Ş çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans öğrenim hayatım başta olmak üzere; her daim yanımda olan eşim Ahmet Karasu'ya ve aileme sonsuz teşekkürler.

Sezin
KARASU
25/03/2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Polyester Lifleri.....	3
2.2. Polyester Lif Üretim Teknikleri.....	5
2.3. Polyester İpliklerine Katkı Maddesi Eklenmesi.....	9
2.4. Polyester Liflerinin Fiziksel Özellikleri.....	10
2.5. Polyester Liflerinin Kimyasal Özellikleri.....	11
2.6. Tekstüre İplikçiliği.....	12
2.6.1. Yalancı büküm tekstüre yöntemi.....	12
2.6.2.Hava jetli tekstüre yöntemi.....	14
2.6.3. Bıçaklı tekstüre yöntemi.....	15
2.6.4. Örme sökme tekstüre yöntemi.....	15
2.6.5. Sıkıştırılmalı tekstüre yöntemi.....	15
2.6.6. Dişli çarklı tekstüre yöntemi.....	16
2.7. Titanyum dioksit Yapısı.....	16
2.8. Titanyum dioksit Kristal Yapısı	16
2.9. Titanyum dioksit Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	17
2.10. Titanyum dioksit Optik özellikleri.....	19
2.11. Titanyum dioksit Kullanım Alanları.....	19
2.12. Titanyum dioksit Çevresel Uygulamaları.....	21
2.13. Titanyum dioksit Nano partiküllerin Kullanımında Ortaya Çıkan Problemler...22	
2.13.1. Topaklanma.....	22
2.13.2. Toksik etkiler.....	23

2.14. Yapılan Önceki Çalışmalar.....	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Materyal.....	27
3.2. Yöntem.....	30
3.3. İpliklere Uygulanan Testler.....	31
3.3.1. İplik lineer yoğunluk ölçümleri.....	32
3.3.2. İplik kopma uzaması ve mukavemet ölçümleri	32
3.3.3. Kıvrım değerleri ölçümleri.....	32
3.3.4. Kaynama çekme ölçümleri.....	33
3.3.5. Düzgünsüzlük ölçümleri.....	34
3.3.6. Kesit kontrolü.....	34
3.3.7. UV renk haslığı ölçümleri.....	34
3.4. Kumaşlara Uygulanan Testler.....	35
3.4.1. Kumaş kalınlık ölçümleri.....	35
3.4.2. Kumaş gramaj ölçümleri.....	35
3.4.3. Atkı ve çözgü sıklığı ölçümleri.....	35
3.4.4. Kopma mukavemeti ölçümleri.....	36
3.4.5. Yırtılma mukavemeti ölçümleri.....	36
3.4.6. Eğilme rijitliği ölçümleri.....	36
3.4.7. Hava geçirgenliği ölçümleri.....	37
3.4.8. Isıl geçirgenlik ölçümleri.....	37
3.4.9. Su buharı geçirgenliği ölçümleri.....	38
3.4.10. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri	38
3.5. İstatiksel Analizler.....	39
3.6. Titanyum dioksit Oranının POY İplik Özelliklerine Etkisi.....	39
3.7. Titanyum dioksit Oranının Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi	40
3.8. Titanyum dioksit Oranının Tekstüre İpliklerden Oluşan Dokuma Kumaş Özelliklerine Etkisi.....	42
4. BULGULAR.....	44
4.1. Titanyum dioksit Katkı Oranının İplik Özelliklerine Etkisi.....	44
4.1.1. POY İpliklere Uygulanan Test Sonuçları.....	44

4.1.2. Tekstüre İpliklere Uygulanan Test Sonuçları.....	45
4.2. Titanyum dioksit Katkı Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisi	47
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	53
5.1. Farklı Oranlarda Titanyum dioksitin POY İplik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi	53
5.1.1. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine etkisinin incelenmesi.....	53
5.1.2. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin kaynama çekme yüzdesine etkisinin incelenmesi.....	54
5.1.3. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin düzgünsüzlük değerlerine etkisinin incelenmesi.....	55
5.1.4. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin kopma kuvveti değerlerine etkisinin incelenmesi.....	56
5.1.5. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin kopma uzama değerlerine etkisinin incelenmesi.....	57
5.1.6. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin mukavemet değerlerine etkisinin incelenmesi.....	58
5.2. Farklı Oranlarda Titanyum dioksitin Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi.....	59
5.2.1. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin lineer yoğunluk Değerlerine etkisinin incelenmesi	59
5.2.2. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kaynama çekme yüzdesine etkisinin incelenmesi	60
5.2.3. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması yüzdesine etkisinin incelenmesi	61
5.2.4. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kıvrım modülü yüzdesine etkisinin incelenmesi	62
5.2.5. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kıvrım stabilitesi Yüzdesine etkisinin incelenmesi	64
5.2.6. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kopma kuvveti	

Değerlerine etkisinin incelenmesi.....	64
5.2.7. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin mukavemet	
Değerlerine etkisinin incelenmesi.....	66
5.2.8. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kopma uzama	
Değerlerine etkisinin incelenmesi.....	67
5.2.9. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin renk haslığı	
sonucu kuvvet kaybı değerlerine etkisinin incelenmesi.....	68
5.2.10. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin renk haslığı Sonucu	
mukavemet kaybı değerlerine etkisinin incelenmesi	69
5.3. Farklı Oranlarda Titanyum dioksitin Dokuma Kumaş Özelliklerine Etkisinin	
İncelenmesi.....	71
5.3.1. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan dokuma kumaşların kalınlık değerlerine etkisinin incelenmesi.....	71
5.3.2. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden Yapılan	
dokuma kumaşların gramaj değerlerine etkisinin incelenmesi.....	72
5.3.3. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan dokuma kumaşların kopma kuvveti değerlerine etkisinin incelenmesi.....	73
5.3.4. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan kumaşların kopma yüzde uzaması değerlerine etkisinin incelenmesi.....	74
5.3.5. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan kumaşların hava geçirgenliği değerlerine etkisinin incelenmesi	76
5.3.6. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi	77
5.3.7. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan kumaşların ısı yayılım katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi	79
5.3.8. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan kumaşların ısı etkinlik katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi	80
5.3.9. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan kumaşların direnç değerlerine etkisinin incelenmesi	81
5.3.10. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden	
Yapılan kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı	

değerlerine etkisinin incelenmesi	81
5.3.11. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden Yapılan kumaşların maksimum ısı akış yoğunluk oranı değerlerine etkisinin incelenmesi	82
5.3.12. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden Yapılan kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerine etkisinin incelenmesi	84
5.3.13. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden Yapılan kumaşların su buharı direnci değerlerine etkisinin incelenmesi	85
5.3.14. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden Yapılan kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerine etkisinin incelenmesi	87
5.3.15. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden Yapılan kumaşların atkı eğilme rijitliği değerlerine etkisinin incelenmesi	88
5.3.16. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden Yapılan kumaşların geneleşme rijitliği değerlerine etkisinin incelenmesi.....	89
5.3.17. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden Yapılan kumaşların yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı değerlerine etkisinin incelenmesi	90
5.4. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY iplik özelliklerine etkisi.....	91
5.5. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre iplik özelliklerine etkisi.....	91
5.6. Farklı oranlarda titanyum dioksitin dokuma kumaş özelliklerine etkisi.....	92
KAYNAKLAR.....	95
ÖZGEÇMİŞ.....	96

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Polietilen tereftalat eldesi kimyasal reaksiyonu.....	3
Şekil 2.2. Glikol ve dimetil tereftalat kullanılan polyster üretim yöntemi	4
Şekil 2.3. Etilen glikol ve tereftalik asidin kullanıldığı polyster sentezi.....	5
Şekil 2.4. Polyester polimer chipsi	6
Şekil 2.5. Eriyikten Lif Üretim Tekniğinin Basit Bir Görüntüsü.....	7

Şekil 2.6. Farklı kesitlerdeki filamentlerin lif enine kesit görüntüleri.....	8
Şekil 2.7. Eriyikten lif üretiminde katkı maddesi eklenmesi.....	10
Şekil 2.8. Yalancı büküm tekstüre işlemi.....	13
Şekil 2.9. Yalancı büküm tekstüre yönteminde sarım ünitesi.....	14
Şekil 2.10. Rutil ve anataz formlarının kristal yapıları ve birim hücreleri.....	17
Şekil 2.11. Titanyum dioksit sistemi içerisinde görülen latis hatalarının.....	19
Enerji seviyelerini gösteren bant modeli	
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan POY ipliklerin mikroskop görüntüleri.....	28
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan tekstüre edilmiş ipliklerin mikroskop görüntüleri..	28
Şekil 5.1. POY ipliklerin lineer yoğunluk (dtex) sonuçları.....	54
Şekil 5.2. POY ipliklerin kopma kuvveti (cN) sonuçları.....	57
Şekil 5.3. Tekstüre ipliklerin lineer yoğunluk (dtex) sonuçları.....	60
Şekil 5.4. Tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması (%) sonuçları.....	62
Şekil 5.5. Tekstüre ipliklerin kıvrım modülü (%) sonuçları.....	63
Şekil 5.6. Tekstüre ipliklerin kopma kuvveti (cN) sonuçları.....	65
Şekil 5.7. Tekstüre ipliklerin mukavemet (cN/dtex) sonuçları.....	66
Şekil 5.8. Tekstüre ipliklerin kuvvet kaybı (%) sonuçları.....	68
Şekil 5.9. Tekstüre ipliklerin mukavemet kaybı (%) sonuçları.....	70
Şekil 5.10. Dokuma kumaşların gramaj (g/m^2) sonuçları.....	72
Şekil 5.11. Dokuma kumaşların kopma kuvveti (N) sonuçları	74
Şekil 5.12. Dokuma kumaşların kopma yüzde uzama (%) sonuçları.....	75
Şekil 5.13. Dokuma kumaşların hava geçirgenliği ($1/m^2/s$) sonuçları.....	76
Şekil 5.14. Dokuma kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ($W \cdot 10^3/m \cdot K$) sonuçları.....	78
Şekil 5.15. Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği (%) sonuçları	83
Şekil 5.16. Dokuma kumaşların su buharı direnci ($Pam^2 \cdot W^{-1}$) sonuçları.....	85
Şekil 5.17. Dokuma kumaşların yırtılma mukavemeti (N) sonuçları.....	86
Şekil 5.18. Dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm) sonuçları.....	87
Şekil 5.19. Dokuma kumaşların genel eğilme rijitliği (mg.cm) sonuçları.....	90

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Titanyum dioksidin farklı kristal formlarının temel fiziksel Özellikleri.....	18
Çizelge 2.2. Titanyum dioksit fotokatalistlerinin uygulama alanlarından bazıları.....	21
Çizelge 3.1. Polyester polimeri ve chips özellikleri.....	27
Çizelge 3.2. Titanyum dioksit özellikleri.....	29
Çizelge 3.3. POY ve tekstüre iplik özellikleri.....	29
Çizelge 3.4. Eriyikten çekim üretim parametreleri.....	30
Çizelge 3.5. Tekstüre işlem parametreleri.....	31
Çizelge 4.1. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine Ait lineer yoğunluk, kaynama çekme ve düzgünlük ölçüm sonuçları.....	44
Çizelge 4.2. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine Ait kopma kuvveti, mukavemet, kopma uzama ve kopma işi ölçüm sonuçları.....	45
Çizelge 4.3. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine ait İpliklerin numara ve kaynama çekme ölçüm sonuçları	45
Çizelge 4.4. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine ait İpliklerin kıvrım toplaması, kıvrım modülü ve kıvrım stabilitesi ölçüm sonuçları.....	46
Çizelge 4.5. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine ait Kopma kuvveti, mukavemet, kopma uzama ve kopma işi ölçüm sonuçları.....	46
Çizelge 4.6. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren ipliklerin renk haslığı öncesi ve sonrası kopma kuvveti & mukavemet ölçüm sonuçları.....	47
Çizelge 4.7. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların Kalınlık ve gramaj ölçüm sonuçları.....	48
Çizelge 4.8. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların kopma kuvveti, kopma yüzde uzaması ve kopma mukavemeti ölçüm sonuçları.....	48
Çizelge 4.9. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların Hava geçirgenliği ölçüm sonuçları	49

Çizelge 4.10. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların ısı iletkenlik katsayısı, ısı yayılım katsayısı, ısı etkinlik katsayısı, ısı direnç ölçüm sonuçları	49
Çizelge 4.11. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları	50
Çizelge 4.12. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların Atkıya dik yırtılma mukavemeti ölçüm sonuçları.....	50
Çizelge 4.13. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların atkı eğilme ölçüm sonuçları.....	51
Çizelge 4.14. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların genel eğilme rijitliği ölçüm sonuçları.....	51
Çizelge 4.15. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri Ölçüm sonuçları.....	52
Çizelge 5.1. POY ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine ait ANOVA tablosu.....	53
Çizelge 5.2. POY ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine ait SNK test sonuçları.....	53
Çizelge 5.3. POY ipliklerin kaynama çekme yüzdesine ait ANOVA tablosu.....	54
Çizelge 5.4. POY ipliklerin kaynama çekme yüzdesine ait SNK test sonuçları.....	55
Çizelge 5.5. POY ipliklerin düzgünlük değerlerine ait ANOVA tablosu.....	55
Çizelge 5.6. POY ipliklerindüzgünlük değerlerine ait SNK test sonuçları	55
Çizelge 5.7. POY ipliklerin kopma kuvveti değerlerine ait ANOVA tablosu.....	56
Çizelge 5.8. POY ipliklerin kopma kuvveti değerlerine ait SNK test sonuçları	56
Çizelge 5.9. POY ipliklerin kopma uzama değerlerine ait ANOVA tablosu.....	57
Çizelge 5.10. POY ipliklerin kopma uzama değerlerine ait SNK test sonuçları	58
Çizelge 5.11. POY ipliklerin mukavemet değerlerine ait ANOVA tablosu.....	58
Çizelge 5.12. POY ipliklerin mukavemet değerlerine ait SNK test sonuçları.....	58
Çizelge 5.13. Tekstüre ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine ait ANOVA tablosu.....	59
Çizelge 5.14. Tekstüre ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine ait SNK test sonuçları	59
Çizelge 5.15. Tekstüre ipliklerin kaynama çekme yüzdesine ait ANOVA tablosu	60

Çizelge 5.16. Tekstüre ipliklerin kaynama çekme yüzdesine ait SNK test sonuçları.....	61
Çizelge 5.17. Tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması yüzdesine ait ANOVA tablosu.....	61
Çizelge 5.18. Tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması yüzdesine ait SNK test sonuçları	61
Çizelge 5.19. Tekstüre ipliklerin kıvrım modülü yüzdesine ait ANOVA tablosu	62
Çizelge 5.20. Tekstüre ipliklerin kıvrım modülü yüzdesine ait SNK test sonuçları.....	63
Çizelge 5.21. Tekstüre ipliklerin kıvrım stabilitesi yüzdesine ait ANOVA tablosu	64
Çizelge 5.22. Tekstüre ipliklerin kıvrım stabilitesi yüzdesine ait SNK test sonuçları	64
Çizelge 5.23. Tekstüre ipliklerin kopma kuvveti değerlerine ait ANOVA tablosu.....	64
Çizelge 5.24. Tekstüre ipliklerin kopma kuvveti değerlerine ait SNK test sonuçları	65
Çizelge 5.25. Tekstüre ipliklerin mukavemet değerlerine ait ANOVA tablosu	66
Çizelge 5.26. Tekstüre ipliklerin mukavemet değerlerine ait SNK test sonuçları	66
Çizelge 5.27. Tekstüre ipliklerin kopma uzama değerlerine ait ANOVA tablosu	67
Çizelge 5.28. Tekstüre ipliklerin kopma uzama değerlerine ait SNK test sonuçları	67
Çizelge 5.29. Tekstüre ipliklerin kuvvet kaybı değerlerine ait ANOVA tablosu.....	68
Çizelge 5.30. Tekstüre ipliklerin kuvvet kaybı değerlerine ait SNK test sonuçları	68
Çizelge 5.31. Tekstüre ipliklerin mukavemet kaybı değerlerine ait	

ANOVA tablosu.....	69
Çizelge 5.32. Tekstüre ipliklerin mukavemet kaybı değerlerine ait SNK test sonuçları	69
Çizelge 5.33. Dokuma kumaşların kalınlık değerlerine ait ANOVA tablosu.....	71
Çizelge 5.34. Dokuma kumaşların kalınlık değerlerine ait SNK test sonuçları	71
Çizelge 5.35. Dokuma kumaşların gramaj değerlerine ait ANOVA tablosu.....	72
Çizelge 5.36. Dokuma kumaşların gramaj değerlerine ait SNK test sonuçları.....	72
Çizelge 5.37. Dokuma kumaşların kopma kuvveti değerlerine ait ANOVA tablosu	73
Çizelge 5.38. Dokuma kumaşların kopma kuvveti değerlerine ait SNK test sonuçları	73
Çizelge 5.39. Dokuma kumaşların kopma yüzde uzaması değerlerine ait ANOVA tablosu	74
Çizelge 5.40. Dokuma kumaşların kopma yüzde uzaması değerlerine ait SNK test sonuçları.....	75
Çizelge 5.41. Dokuma kumaşların hava geçirgenliği değerlerine ait ANOVA tablosu.....	76
Çizelge 5.42. Dokuma kumaşların hava geçirgenliği değerlerine ait SNK test sonuçları.....	76
Çizelge 5.43. Dokuma kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerine ait ANOVA tablosu.....	77
Çizelge 5.44. Dokuma kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerine ait SNK test sonuçları	78
Çizelge 5.45. Dokuma kumaşların ısı yayılım katsayısı değerlerine ait ANOVA tablosu	79
Çizelge 5.46. Dokuma kumaşların ısı yayılım katsayısı değerlerine ait SNK test sonuçları	79
Çizelge 5.47. Dokuma kumaşların ısı etkinlik katsayısı değerlerine ait ANOVA tablosu	80
Çizelge 5.48. Dokuma kumaşların ısı etkinlik katsayısı değerlerine ait	

SNK test sonuçları	80
Çizelge 5.49. Dokuma kumaşların ısı direnç değerlerine ait ANOVA tablosu...	81
Çizelge 5.50. Dokuma kumaşların ısı direnç değerlerine ait SNK test sonuçları.	81
Çizelge 5.51. Dokuma kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış oranına ait ANOVA tablosu.....	81
Çizelge 5.52. Dokuma kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış oranına ait SNK test sonuçları	82
Çizelge 5.53. Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerine ait ANOVA tablosu.....	82
Çizelge 5.54. Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerine ait SNK test sonuçları	83
Çizelge 5.55. Dokuma kumaşların su buharı direnci değerlerine ait ANOVA tablosu.....	84
Çizelge 5.56. Dokuma kumaşların su buharı direnci değerlerine ait SNK test sonuçları.....	84
Çizelge 5.57. Dokuma kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerine ait ANOVA tablosu.....	85
Çizelge 5.58. Dokuma kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerine ait SNK test sonuçları	86
Çizelge 5.59. Dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliği değerlerine ait ANOVA tablosu	87
Çizelge 5.60. Dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliği değerlerine ait SNK test sonuçları	87
Çizelge 5.61. Dokuma kumaşların çözümlü eğilme rijitliği değerlerine ait ANOVA tablosu.....	88
Çizelge 5.62. Dokuma kumaşların çözümlü eğilme rijitliği değerlerine ait SNK test sonuçları	88
Çizelge 5.63. Dokuma kumaşların genel eğilme rijitliği değerlerine ait ANOVA tablosu	89
Çizelge 5.64. Dokuma kumaşların genel eğilme rijitliği değerlerine ait SNK test sonuçları.....	89

1. GİRİŞ

İlk olarak üretimi 1941 yılında başlayan polyester, üretim ve ard işlem maliyetlerinin düşük olması ile birlikte sahip olduğu mukavemet, uzama, haslık vb. fiziksel özellikleri sayesinde günümüzde geniş bir yer tutmaktadır.

Polyester ürünleri; polimer, iplik, kumaş ya da terbiye işlemleri gibi üretimin her aşamasında katılabilecek fiziksel ve kimyasal özellikler ile birlikte kullanım alanına bağlı olarak farklı fonksiyonlar gösterebilmektedir. Bu sebeple polyester, çok çeşitli bayan ve erkek giyiminde (tshirt, gömlek, pantolon vb.), ev tekstillerinde (perde, döşemelik vb.) ve endüstriyel alanlarda (çadır, tente, branda, kompozit vb.) kullanılmaktadır.

Polyester lifleri; üretim ve tüketimi en fazla sentetik elyafıdır. Polyesterin piyasadaki gücü arttıkça, imalatında kullanılan makine ve yöntemlerde de büyük yenilikler yapılmıştır. Özellikle son yıllarda katkı maddesi eklenerek; güç tutuşurluk, antimikrobiyal, su geçirmezlik, kir iticilik, UV koruma gibi teknik özellikler ipliklere uygulanmakta ve kullanımında olumlu sonuçlar alınmaktadır.

Titanyumdioksit son yıllarda birçok alanda (kozmetik, gıda, boya vb.) kullanılmaktadır. Bu alanlarda kullanımı ile ilgili birçok çalışma olmakla birlikte, tekstilde kullanımı ile ilgili çalışma sayısı oldukça azdır. Çalışmaların çoğu farklı yöntemlerle titanyum dioksitin kumaşa kaplanması ile ilgilidir. Ancak günümüzde titanyum dioksit; matlaştırma ve UV dayanımına sağladığı olumlu etkilerinden dolayı tekstil sektöründe kullanılmaya başlamıştır.

Polyester lifleri, sahip olduğu olumlu özellikler nedeniyle hem teknik hem de konvansiyonel alanda geniş bir kullanıma sahiptir. Özellikle açık alan uygulamalarında; lifler uzun süreli olarak UV ışınlarına maruz kalmaktadır. Bu ışınlar, liflerin özelliklerini olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada açık alanlarda da önemli uygulamalara sahip olan polyester ipliklerinin görünüm, yüzey, mekanik ve iç yapı özellikleri açık havanın etkisini simule eden bir cihazda UV ışınları ile muamele edilerek incelenmiştir.

Tekstil malzemeleri için ultraviyole (UV) dayanımı; lif, iplik veya kumaşın UV ışınlarına karşı gösterdiği direnci ifade eder. UV ışınları, polimer moleküllerini uyarır ve polimer zincirlerini kırar. Bu durum, molekül zincirlerinin parçalanmasına neden olur ve life hasar verir. Titanyum dioksit kullanılarak; UV haslığının yüksek olması istenen durumlarda polyester liflerine belli oranlarda karıştırılarak kullanılmaktadır ancak titanyum dioksitin iplik ve kumaş özelliklerine etkileri ile ilgili çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Bu amaçla bu çalışmada 7 farklı oranda titanyum dioksit kullanılarak polyester lifi ve bu liflerden 7 farklı iplik ve kumaş elde edilmiştir. Elde edilen bu ipliklerin fiziksel özellikleri ve kumaşların fiziksel ve konfor özellikleri standartlara uygun bir şekilde ölçülmüştür.

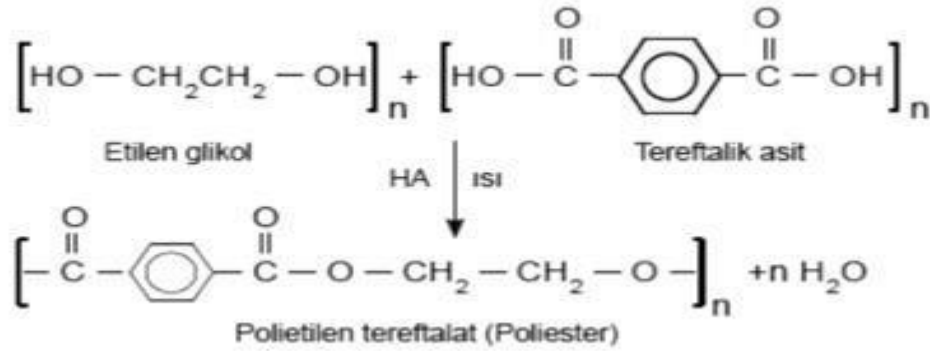
Ve yapılan çalışma sonucunda titanyum dioksitin ipliklerin fiziksel özelliklerine kumaşların ise mukavemet ve konfor özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla yapılan bu çalışmanın gerek polyester lif, iplik ve kumaş üreticilerine gerekse bu konudaki literatüre önemli bir katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Polyester Lifleri

Polyesterler, kimyasal lif üretiminde veya plastik yapımında kullanılan; tekrar ünitesinde ester bağı bulunduran polimerlerdir. Polyester ailesinin önemli bir üyesi olan polietilen tereftalat (PET), dünyada en çok kullanımı tercih edilen kimyasal liftir. Üretimde verimliliğin günden güne artış göstermesi ve daha ekonomik hammaddeye yönelmesi, üretim maliyetlerinin düşmesine ve polyesterin uygun fiyatlarla satılmasına olanak sağlamaktadır (Suseb 2005). Yüksek mukavemeti, orta dereceli uzaması, yüksek camsı geçiş sıcaklığı, deformasyona ve kimyasallara karşı dayanımı gibi özellikleri nedeniyle PET lifleri hem konvansiyonel hem de endüstriyel uygulamalarda geniş bir kullanım alanı bulmaktadır (Scheirs 2003).

Polietilen tereftalat (PET) polyesteri, Whinfield ve Dickson tarafından keşfedilmiş olup, ilk defa 1941 yılında ticari ölçüde üretilmiştir. Önce İngiltere’de Calicio Printers şirketinde çalışan J.T. Dickson ile J.R. Whinfield Etilen glikol (EG) ve tereftalik asiti (TPA) kondense ederek Polietilen tereftalatı elde etmişler ve bundan da lif üretebilmişlerdir (Çirkin 2006). Şekil 2.1’de Polietilen tereftalat eldesinin kimyasal reaksiyonu gösterilmiştir.

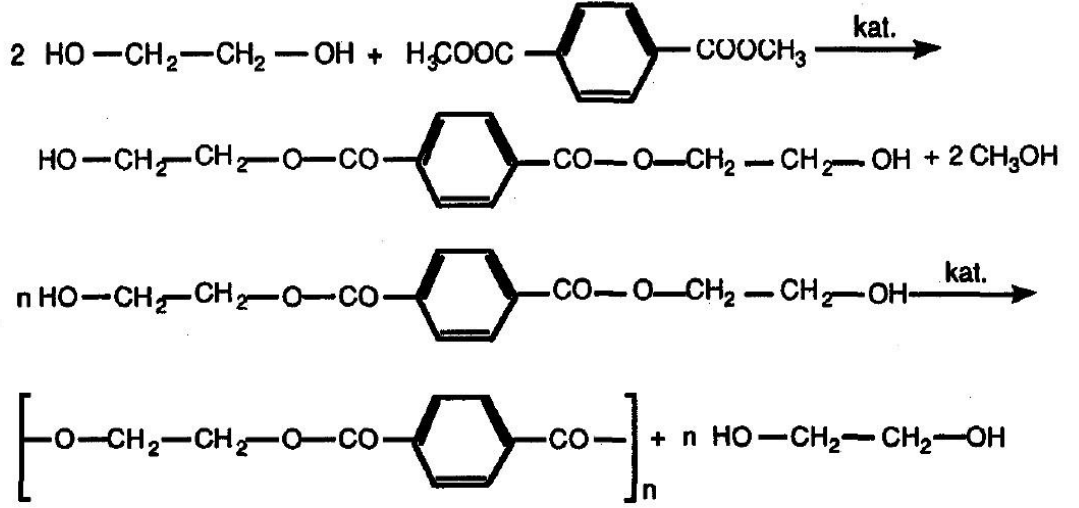


Şekil 2.1. Polietilen tereftalat eldesi kimyasal reaksiyonu (Çirkin 2006).

Polyester, bir dialkol ile bir dikarboksilik asidin kondenzasyonu sonucu elde edilen uzun zincirli polimerlere verilen genel bir isimdir. Zincirdeki radikal gruplar alifatik yapıda olursa, polimerin erime sıcaklığı çok düşük olacağından tekstil sektöründe kullanılamaz.

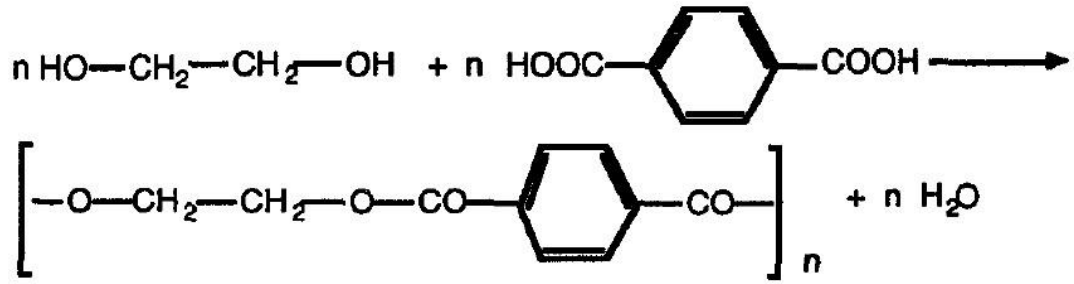
Tekstil sektöründe kullanılabilen polimerlerin elde edilmesi için aromatik yapıda bileşenler seçilir. Bu bileşenlere bağlı olarak farklı yapıda polyesterler elde edilir.

Polyester üretiminde, başlangıç maddelerindeki farklılığa göre iki ayrı yöntem kullanılmaktadır. Birinci yöntem Şekil 2.2’de gösterilen, başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve dimetil tereftalat’ın kullanıldığı yöntemdir. Bu iki bileşen arasında ilk önce 200 °C civarında katalizör etkisi ile bir ester değişimi, ardından ikinci aşamada daha yüksek sıcaklıklarda katalizöründe yardımıyla kondenzasyon meydana gelir. Bu yöntemde reaksiyon sonucunda metil alkol ortaya çıkar ve ortamdandan uzaklaştırılır.



Şekil 2.2. Glikol ve dimetil tereftalat kullanılan polyester üretim yöntemi (Başer 2002)

İkinci elde edilme reaksiyonu, Şekil 2.3’de gösterildiği gibi tereftalik asid dimetil esterinin yerine doğrudan tereftalik asidin kullanıldığı sentezdir. Bu sentez yönteminde kullanılan bileşenlerin saf olması gerekmektedir. Aksi halde polimerleşme reaksiyonu istenilen yönde ilerlememektedir.



Şekil 2.3. Etilen glikol ve tereftalik asidin kullanıldığı polyester sentezi (Başer 2002)

Esterleşme reaksiyonlarında ayrılan su ve metil alkol, reaksiyon sıcaklığı olan 270 C° 'de ortamdan uzaklaştırılır. Bunlardan metil alkol yeniden tereftalik asit dimetilester yapımında kullanılabilir (Başer 2002).

2.2. Polyester Lif Üretim Teknikleri

Polimerlerden lif eldesi çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Üretim çeşitleri; polimerin cinsine bağlı olup polimerin fiziksel özellikleri, ısıya karşı göstermiş oldukları dirençleri/davranışları, polimerin üretilip lif haline getirileceği yöntemi belirlemektedir (Demir 2006).

Polimerlerden suni ve sentetik lif üretiminde en yaygın olan teknikler :

- a. Eriyikten Üretim Tekniği
- b. Yaş Üretim Tekniği
- c. Kuru Üretim Tekniği

En ekonomik teknik olan eriyikten lif üretim tekniğinde; polimer lifinin belli bir viskoziteye ulaşması için ısıya ihtiyaç vardır. Bu polimer lifi ekstrüzyon işlemi ile düzeden çekilir. Kuru üretim tekniğinde, polimer uygun bir çözücü ile sıvı hale getirilerek sıcak havanın da yardımıyla düzeden çıkan filamentlerdeki çözücü buharlaştırılarak lif oluşturulur. Yaş üretim tekniğinde ise, kuru üretim tekniğine benzer bir şekilde polimer çözücüsüyle birlikte işlenerek düzeden fişkırtılır ve konsantrasyonu daha az olan çözücülü banyoda, liflerdeki fazla çözücü banyoya aktarılarak lif oluşturulur.

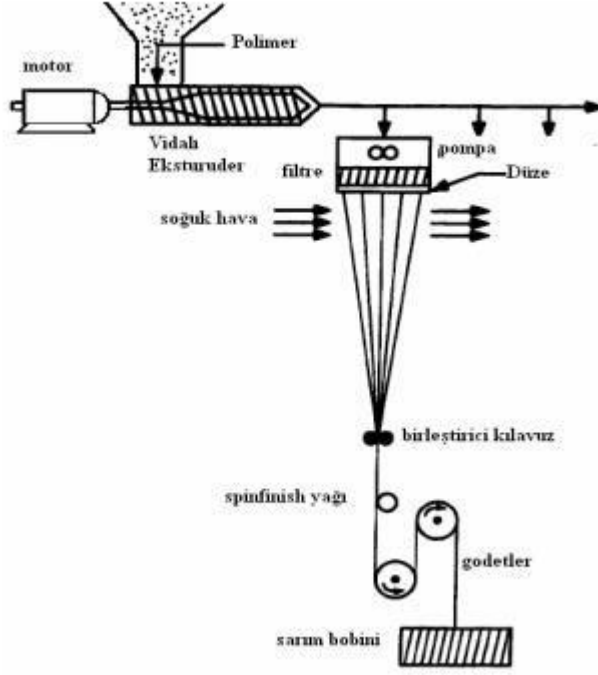
En son geliştirilen yöntem olmasına rağmen, eriyikten lif üretim yöntemi, en basit ve günümüz endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir (Demir 2006).

Eriyikten lif üretim tekniği, sentetik lif üretim yöntemleri içerisinde en basit olan yöntemdir. Bunun nedeni; herhangi bir çözücü kullanılmadan lif üretilmesidir (Koç ve Demiryurek 2004). Eriyikten üretim yöntemi, 1930'lu yılların sonlarında poliamid 6 ve poliamid 6.6 polimerlerinden lif üretimi için geliştirilmiştir (Rangkupan, 2002). Bu teknikte, katı haldeki polimerler (chips (şekil 2.4), pellet veya granül formunda) ilk önce besleme hunisine yerleştirilirler.



Şekil 2.4. Polyester polimer chipsi

Daha sonra vidalı bir mile sahip olan ekstruder, buna bağlı dozaj pompası ve lif üretimi için gerekli deliklere sahip olan düzeler beslenirler. Burada ekstruder, bu sistemin ana işleminin gerçekleştiği bölümüdür. Katı polimerler, yüksek erime ve homojenlik sağlayan ekstruderler aracılığı ile eritilip basınçlandırılır. Şekil 2.5'de eriyikten lif üretim tekniğinin işlem akışı verilmiştir.

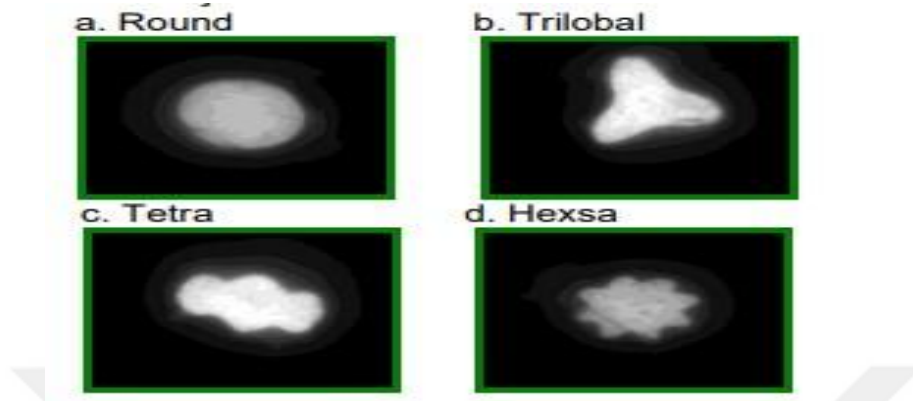


Şekil 2.5. Eriyikten Lif Üretim Tekniği İşlem Akışı (Rangkupan, 2002)

Tek bir ekstruder eşit uzunluklu dallanan borular aracılığı ile pek çok üretim birimini erimiş halde polimer ile besleyebilir. Polimerizasyon biriminde oluşturulan eriyik haldeki polimer doğrudan lif üretim biriminin eriyik dağıtım borularına beslenir ya da depolamanın kolay olması ve polimerin bozulmaması için cipsler haline getirilirler. Eriyik haldeki polimerler dağıtım boruları üzerinden ilk olarak dozaj pompasına iletilirler. Pompanın görevi belli basınçta polimeri düze bloklarına iletmektir (Rangkupan, 2002). Kaynağı ne olursa olsun, polimer oldukça hassas bir biçimde imal edilmiş dozaj pompaları tarafından sabit bir debide bir filtre ünitesinden geçirilerek her bir lif üretim birimine beslenir.

Eriyik haldeki polimerin lif oluşturmak üzere makine dışına ilk çıktığı eleman olan düzeye erişmeden önce, bir dizi filtreden geçirilerek içerisinde var olması olası olan her türlü parçacık, jel ve gayri-safiyetlerin tutulması sağlanır. Bu kirlilikler filtrelerde tutulmadan geçerse ya düze deliklerini tıkayacaklar ya da lifin içerisine yerleşip lif kesitinde yer işgal ederek lifin daha sonraki işlemler veya kullanımı esnasında performansını kötüleştireceklerdir. Filtrelerde süzülen eriyik haldeki polimer, 20 MP'a kadar basınç altında üzerinde life şekil veren delikler olan düze plakasından geçirilir.

Düze eriyiğin filament şeklinde akmasını sağlayan küçük çaplı deliklere sahip elemanlardır. Buradaki delik sayısı ve çapı üretim hızını ve performansını belirlemektedir. Düze üzerindeki delikler, üretilen lifin enine kesit şeklini belirler. (Kozanoğlu 2006). Şekil 2.6’da bazı enine kesit görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.6. Farklı kesitlerdeki filamentlerin lif enine kesit görüntüleri (Özkan 2008)

[a. Round (Yuvarlak), b. Trilobal (Üç Loblu), c. Tetra (Dört Kanallı), d. Octolobal (Sekiz Kanallı)]

Eriyik haldeki polimer düze deliğinden geçerken, alım silindiri veya sarıcı tarafından uygulanan çekim kuvveti sayesinde hızlandırılır ve çekilerek inceltir. Bu işlem ile eş zamanlı olarak eriyiğin sıcaklığı hızlı bir biçimde azaltılır. Düze deliğinin hemen altındaki eriyik haldeki polimer şiştiğinden dolayı çapı, incelme başlamadan evvel, düze deliği çapından bir miktar fazladır. Bu ani şişme, eriyik haldeki polimerin düze deliği içerisinde maruz kaldığı viskoelastik gerilmeden ani olarak kurtulması ile oluşur. Bu bölgenin hemen altında, soğuk filtre edilmiş ve rutubetlendirilmiş hava, eriyik halde akan polimeri kontrollü bir biçimde soğutarak katılaşmasını sağlamak üzere filamentlerin üzerine üflenir. Soğuk havanın eriyik halde akan polimer ile birleşme biçimini sağlayan pek çok farklı yöntem geliştirilmiştir ve kullanılmaktadır. Bunlar; soğuk havanın filamentlere yandan üflenmesi, silindirik olarak akan filamentlere havanın dışarıdan içeriye doğru üflenmesi veya yine silindirik olarak akan filamentlere havanın içeriden dışarıya doğru üflenmesi biçiminde olabilir. Soğutulan filamentler daha sonra bir kanal içerisine alınarak, filamentlerin birleşerek iplik oluşturduğu noktaya kadar harici etkilerden korunması sağlanır (Rangkupan, 2002). Filamentlerin iplik oluşturmak üzere

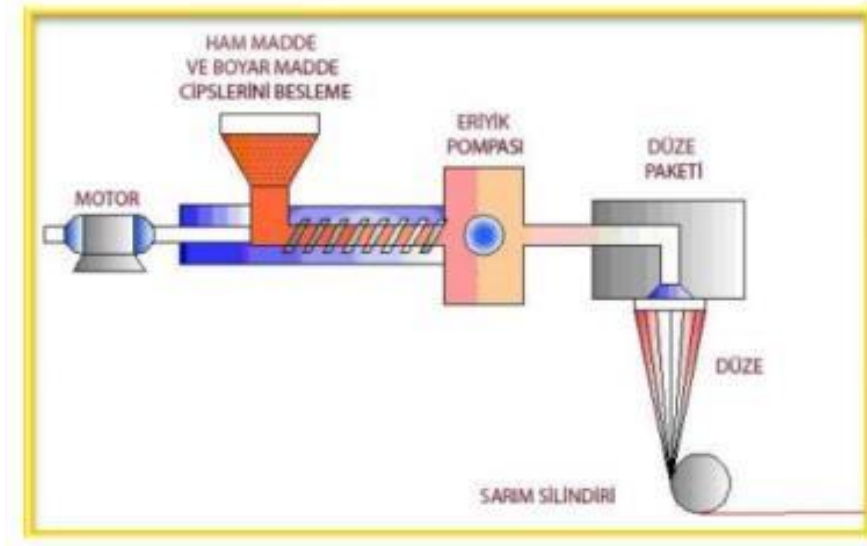
buluştukları noktanın hemen sonrasında, filament topluluğu yani iplik, yağlayıcı, anti-statik özellik kazandırıcı, mikrop öldürücü ve korozyon önleyici maddelerin özel bir karışımı olan spin finish yağını ipliğe uygulayan spin finish uygulama birimi ile temasa gelir. Spin finish yağı filamentlerin birbirlerine tutunmalarını, kohezyonu artırır ve ipliğin sabit iplik kılavuzları üzerinden kayarken oluşan sürtünmeyi azaltır. İplik kohezyonu, ipliğin işlenmesi veya kullanımı esnasında filamentlerin ayrılıp gitmesini engelleyerek, bir bütün olarak davranmasında önem arz eder. Kötü iplik kohezyonuna neden olan en önemli etmen olan statik elektriklenme anti-statik özellikli bir spin finish yardımı ile kontrol altına alınabilir. Spin finish yağı saf halde veya su ile emülsiyon oluşturularak, dönen bir silindirin yüzeyinde oluşturulan film tabakasının iplik ile teması ile veya bir kılavuzdan geçerken kılavuza dozajlanan yağ ile ipliğin temasa getirilmesi ile ipliğe uygulanır (Kozanoğlu 2006).

Spin finish yağı uygulanan ipliğe verilen çekim miktarına göre POY ve FDY iplikleri elde edilir. POY iplik 3000-3500 m/dk hızla üretilen ipliklerdir. Molekül oryantasyon arttırılmıştır. İplik üretiminden sonra uygulanacak çekme işleminde 1,20-1,27 arasında çekim uygulanabilmektedir. Yüzde olarak uzaması %130 olan ve kesin surette çekim uygulanarak kullanımı mümkün olan bir iplik türüdür (Garip 2005). FDY iplik 4000-4500 m/dk hızla üretilen ipliklerdir. Moleküler oryantasyon tamamlanmıştır ve kullanıma hazırdır. Kullanılacağı proses için tekrardan çekim işlemi gerektirmeyen bir iplik türüdür (Garip 2005).

2.3. Polyester ipliklerine katkı maddesi eklenmesi

Eriyikten lif üretiminde, ipliğe istenilen özelliği kazandırmak veya boyalı bir iplik elde etmek için ekstrudere chips ile birlikte katkı maddesi besleme yapılması gerekir.

Ekstruder içine polimer chipsi ile birlikte, belirli bir oranda konulan katkı maddesi karıştırılarak filament katkılı olarak elde edilir. Bu katkı maddesi boyar madde veya ipliğe istenilen özelliği kazandırmak amacı ile eklenecek yardımcı bir kimyasal olabilir (Kozanoğlu 2006). Şekil 2.7'de eriyikten lif üretim tekniği esnasında katkı maddesinin eklendiği düzenek gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Eriyikten lif üretiminde katkı maddesi eklenmesi (Kozanoğlu 2006)

2.4. Polyester Liflerinin Fiziksel Özellikleri

Polyester liflerinin yoğunluğu bazı yapay ve doğal liflere oranla daha yüksektir. (1,36-1,45 g/cm³) Bu değer, polimerdeki kristalin alanların oranı ile değişir. Kristalin bölge oranı fazla olan liflerde daha yüksek, az olan liflerde ise daha düşüktür.

Polyester liflerinin gerilme ve ısınmaya karşı direnci fazladır. Filamentlerin mukavemeti 4-7 g/denye, kesikli liflerin ise 4-5 g/denye'dir. Kristalin bölge oranının yüksekliği ve polar yapısından dolayı, nem çekme özelliği azdır. Su molekülleri ancak bir moleküler film tabakası şeklinde lif yüzeyinde tutunabilirler. Oda sıcaklığında ve standart koşullarda en fazla %0,4 nem absorplar. Tamamıyla hidrofobik karakterde olması nedeniyle, ıslandığında mukavemette azalma görülmez. Kristal yapısı, su moleküllerinin etkisini önler.

Polyester lifleri; termoplastik karakterli olduğundan 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda büzülme gösterir. Bu nedenle kaynar yıkamada ve ütülemeye dikkatli davranılmalıdır. Ütüleme sıcaklığı 135-140°C olmalıdır. Sert bir tuşeye sahiptir. Bükülme ve kıvrılmaya karşı direnç gösterir. Bu nedenle buruşmaya karşı dayanıklıdır.

Polyester lifleri 200°C civarında yumuşama gösterir. Belirli bir süre kaynar su veya su buharı etkisinde kaldığında ester bağlarında hidroliz ve mukavemette bir miktar azalma görülür. Termofikse sıcaklığı 180-220°C'dir (Başer 2002).

2.5. Polyester Liflerinin Kimyasal Özellikleri

Polyester lifleri genel olarak yüksek mukavemet özelliği göstermektedir. Polyester liflerinde mukavemeti arttırmak için yapılan çekim işleminde kristalinite ile birlikte kimyasal reaktiflere karşı dirençleri de artar. Bu nedenle polyester lifleri, zayıf asit çözeltilerine karşı oldukça dayanıklıdır. Kuvvetli anorganik asitlerden oda sıcaklığında etkilenmezlerken sıcaklık arttıkça etkilenme düzeyleri de artar. Özellikle nitrik asitte tamamen çözünürler. Buna karşın polyester lifleri, derişik sülfürik asit çözeltisinden sıcakta dahi etkilenmezler

Polyester lifleri zayıf bazik çözeltilere karşı dayanıklıdır. Bu nedenle sabun ve deterjanlara karşı direnç gösterebilirler. Fakat kuvvetli bazik çözeltilere karşı dayanıklı değildirler. Molekül zincirindeki ester bağları kopar. Derişik sodyum hidroksit (NaOH) ile yapılan işlemlerde, lif yüzeyi pürüzlü bir hal alır. İnceltme olarak bilinen bu işlem, polyester lifinin tuşesinin yumuşamasına ve dökümlülüğünün artmasına katkıda bulunur. Ancak çok derişik NaOH çözeltileri özellikle sıcaklık yükseldiğinde liflere zarar vererek dayanıklılığını azaltır.

Kimyasal reaktiflerden etkilenmeyen yapısının avantajı, boyama işlemlerinde görülür. Polyester lifleri boyarmaddelerle kimyasal ilişkiye giremez. Boyama, dispersiyon boyarmaddeleri denilen ve suda çok az çözünürlüğü olan boyarmaddelerle yapılır. Lifin boyanması, kimyasal bağlanma şeklinde değil, boyarmaddenin lif içinde çözünmesi şeklinde gerçekleşir.

Polyester lifleri güneş ışığına dayanıklıdır fakat ultraviyole (UV) ışınlar bir süre sonra mukavemette azalmaya yol açmaktadır; termoplastik karakterli olduğundan dolayı yakıldıklarında erir ve isli bir alev çıkarır. Dumanları karakteristik aromatik kokudur (Başer 2002).

Polyester ipliğın tipik özellikleri şunlardır;

- Yüksek buruşmazlık özelliği
- Kolay temizlenebilme özelliği
- Düşük rutubet emme özelliği
- Çabuk kuruma özelliği
- Kimyasallara karşı dirençli olması

- Güve dayanımı olması
- Küflenme dayanımı olması
- Anti alerjik olması
- İyi boyut stabilitesi
- İyi renk haslığı
- Sürtünme haslığı
- Uzun ömürlü olması
- Yumuşak tutumlu olması (Çirkin 2006)

2.6. Tekstüre İplikçiliği

Tekstüre işlemi; sıkı ve paralel geometride yerleşmiş kesiksiz sentetik filamentlerin hacimli bir yapı haline dönüştürülmesi tekniğidir. Bu teknik için çeşitli yöntemler uygulansa da ilk amaç sonsuz filamentleri hacimlendirerek ipliği sentetik algısından uzaklaştırmaktır.

Tekstüre iplik üretiminde kullanılan yöntemler şunlardır;

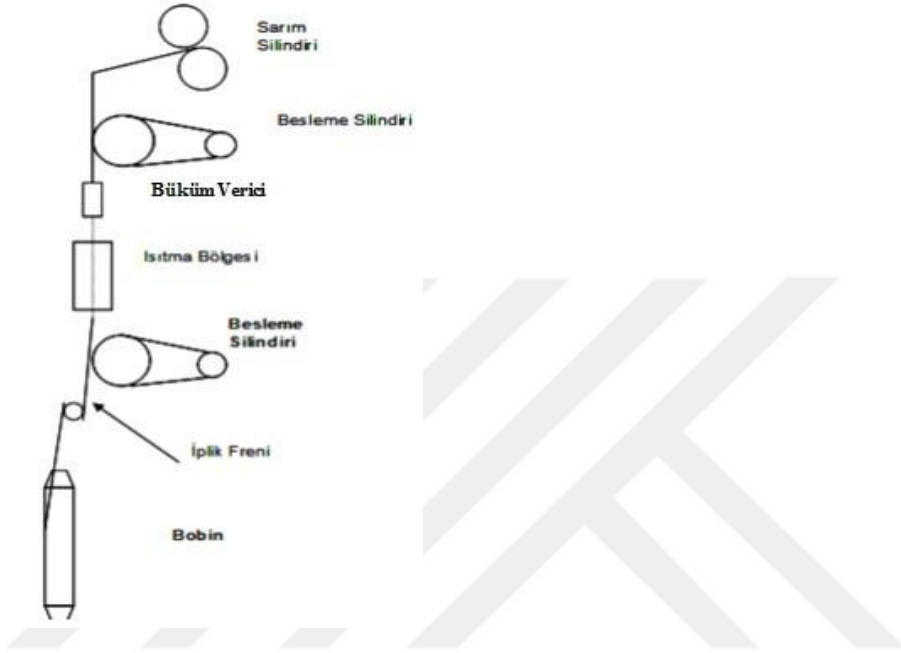
- Yalancı Büküm Tekstüre Yöntemi
- Hava Jetli Tekstüre Yönetimi
- Örme Sökme Tekstüre Yöntemi
- Bıçaklı Tekstüre Yöntemi
- Sıkıştırılmalı Tekstüre Yöntemi
- Dişli Çarklı Tekstüre Yöntemi (Garip 2005)

2.6.1. Yalancı büküm tekstüre yöntemi

Bu yöntemde iplik sıcaklıkla birlikte çekime uğrar, bükülür. Sonrasında büküm ortadan kalkar ve böylece iplik helisel sargılı bir yapıya kavuşur. Sentetik iplik düz geometriden uzaklaşarak kıvrımlı bir yapıya sahip olur.

İpliğe büküm veren iğ ya da sürtünme elemanları besleme ve orta silindirler arasında bulunmaktadır. Sabit filament iplik iki ucundan tutulur ve bir büküm elemanı ile ortadan bükülürse, büküm elemanının her iki tarafında eşit miktarda ve ters yönlerde büküm meydana gelir. Büküm elemanının bir tarafı 'S' bükümlü, diğer tarafı 'Z' bükümlü

olabilir. Büküm elemanı sürekli dönerken, iplik ileri yönde çekildiğinde besleme silindirleri ile büküm elemanı arasında hareket eden iplikte büküm oluşur ancak büküm elemanından sonra aksi yöndeki bükümün tersiyle iplik bükümsüz kalır. Bu nedenle bu metoda; yalancı büküm tekstüre metodu denir. Şekil 2.8 ' de yalancı büküm oluşum prensibi gösterilmektedir (Çirkin 2006).



Şekil 2.8. Yalancı büküm tekstüre işlemi (Çirkin 2006)



Şekil 2.9. Yalancı Büküm Tekstüre Makinası Sarım Ünitesi

Yalancı büküm tekstüre işleminde ipliğe büküm veren elemanlar iki grupta incelenebilir. Bunlar; büküm iği ve sürtünme (friksiyon) yöntemiyle çalışan elemanlardır. İşlem akışı olarak benzer süreçler gibi görünse de farklı büküm elemanlarıyla üretilen tekstüre ipliklerin özellikleri ve görünüşleri birbirinden farklı olmaktadır. Şekil 2.9 'da yalancı büküm tekstüre makinası sarım ünitesi gösterilmiştir.

2.6.2. Hava jetli tekstüre yöntemi

Hava jetli tekstüre yöntemi ilk defa Du Pont firması tarafından 1956 yılında tanıtılmasına karşın, o dönemde kısa stapel eğirmede ticari olarak %100 başarılı olarak değerlendirilmemiştir (Basu 1999). Filament ipliklerin yüzeyinde oluşan ilmekler ipliğe hacimlilik kazandırmaktadır. Kullanılan hammaddenin de yapısına bağlı olan ilmek yapısı, geleneksel kesikli lif ipliklerine benzer özellikte iplik eldesi ile sonuçlanır. (Acar ve ark. 2006)

Hava jetli tekstüre prosesinde ana prensip, hava jetinin içerisine aşırı besleme yapmaktır. Aşırı besleme yapabilmek için jetten çıkış silindirinin jete giriş silindirinden hızlı dönmesi gerekmektedir. Bu aşırı beslemeyle birlikte jetin içindeki hava türbülansı ipliği tekstüre etmektedir.

Çekimi tamamlanmamış sürekli filament iplikler hava jeti üzerine beslenir. Hava akımı sayesinde filamentler arasında küçük ilmekler meydana gelir. Hava akımının şiddeti ilmek büyüklüğünü etkilemektedir (Demir 2006).

2.6.3. Bıçaklı tekstüre yöntemi

Tüylü filament iplik elde etmek için kullanılan yöntemlerden biri de filamentlerin bir bıçağın sırtından geçirilmesidir. Bu metotla iplik önce ön ısıtmaya bırakılır. Daha sonra iplik soğuk bir bıçak üzerinden geçirilir. Bu sırada ipliğin bıçağa temas eden iç kısmında kalan filamentler sıkışarak kısalır, dış kısımda kalan filamentler gerilerek uzar. İplik bıçak üzerinde hareket ettikçe ve ilerledikçe soğumaya devam eder. Bıçaklı tekstüre iplikleri az da olsa halı ve döşemelik kumaşların yapımında kullanılmaktadır. Bıçaklı tekstüre iplik ısıtılarak stabilleştirildiğinde ipliğin yoğunluğu artırılmış olmaktadır. Böylece iplikler bayan giysileri, golf giysileri ve süveter yapımında kullanılmaktadır (Demir 2006).

2.6.4 . Örme sökme tekstüre yöntemi

Örme sökme tekstüre yönteminde iplikler öncelikle tüpler şeklinde örülür. Örülen kumaşa sıcaklık uygulanarak oluşan ilmek formlarının kalıcı hale gelmesi sağlanır. Ardından kumaş sökülür ve çekilen iplik bobine sarılır. Böylelikle sökülmüş iplikte örmeyle kazanılan ilmekli form korunur (Kadolp ve ark. 2002).

Bu tekstüre yöntemini geliştirmeye yönelik çalışmalar olsa da, günümüzün modern tekstil endüstrisi için kullanışlı değildir. Bunun en önemli nedeni, bu tip ipliklere az yada çok benzer özellik taşıyan tekstüre iplikleri daha hızlı üretebilen makinelerin geliştirilmiş olmasıdır. Ayrıca, örme sökme tekstüre ipliklerine olan ilgi günün moda ve trendlerine bağlı olarak değişmektedir. (Demir 2006)

2.6.5. Sıkıştırılmalı tekstüre yöntemi

Sıkıştırılmalı tekstüre metodu, bir çift besleme silindiri ipliği alarak ipliğin tutulduğu ve deforme edilip buruşuk ve zikzaklı bir görünüm aldığı borunun içine besler. İplikte oluşan deformasyon, ısının etkisi ile fikselenir. Bu şekilde işlem görmüş iplik hem daha hacimli hem de daha yumuşak yapıya sahip olur. Uzama özellikleri ise yalancı büküm tekstüre tekniği ile üretilen ipliklerin uzama özelliklerine oranla çok düşüktür. Bu yöntemin en önemli özelliği ısı fikselleme işleminin gerginlik olmadan veya çok düşük gerginlikler altında yapılmasıdır. Sıkıştırılmalı tekstüre metodu, yaygın olarak halı, kilim ve tafting

halılarda, kalın numara tekstüre filament ipliklerin üretiminde kullanılır (Hearle ve ark. 2001).

2.6.6. Dişli çarklı tekstüre yöntemi

Dişli çark metodu ile ipliklerin kıvrımlı hâle gelmesi ısıtılmış olan dişli çarkların arasından ipliğin geçirilmesiyle olmaktadır. Bu yöntem genellikle sentetik iplik üretimi sonunda uygulanmaktadır. Burada amaç, üretimin hemen ardından henüz sıcak olan ipliğin soğuk dişliler arasından geçirilmesi ve ipliğin soğutulması ile kıvrımlandırılmasıdır.

Dişli çark yöntemi ile elde edilen iplikler; düzgün kıvrımlıdır. Ancak hacimleri fazla değildir. Bu nedenle ipliklerin örtücülükleri iyi değildir (Yildirim ve ark. 2009).

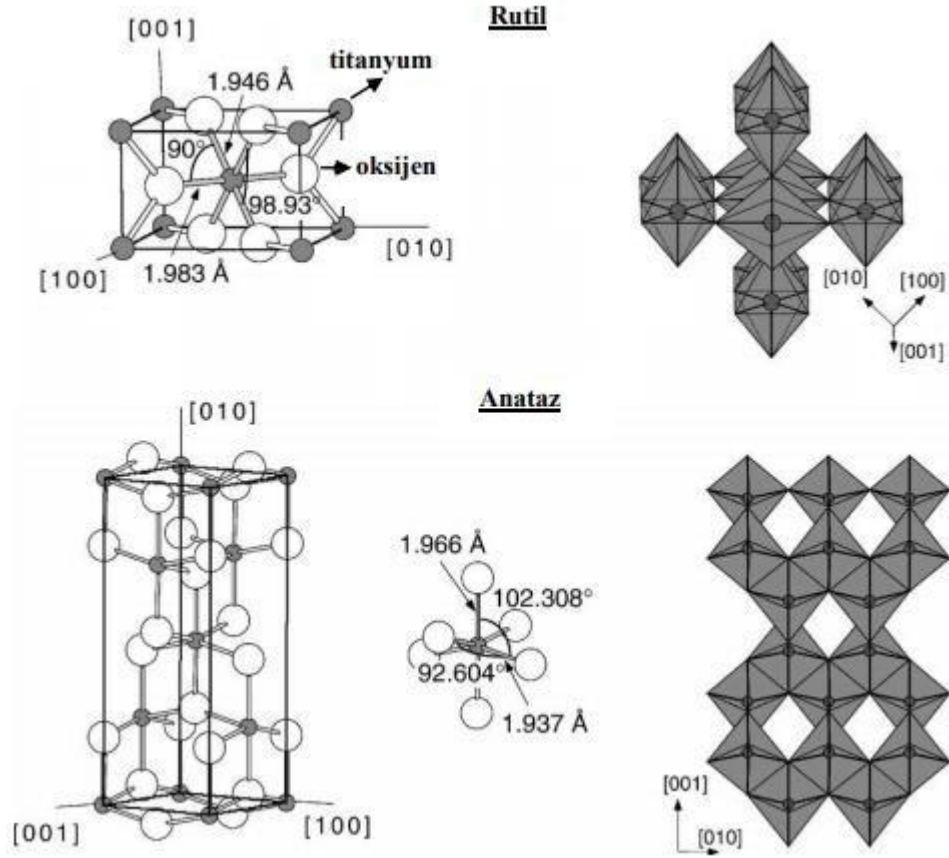
2.7. Titanyum dioksit yapısı

Titanyum dioksit (TiO₂) bir geçiş metali olan ve periyodik tabloda IV-B grubunda yer alan titanyumun (Ti) oksit formu olarak tanımlanmaktadır.



2.8. Titanyum dioksit kristal yapısı

Titanyum dioksit rutil, anataz ve brookite olmak üzere üç farklı kristal formda bulunabilmektedir. Fakat bu formlar içerisinde sadece rutil ve anataz titanyum dioksit malzemesinin uygulamalarında kullanılmaktadır. Rutil ve anataz formlarının kristal yapıları ve birim hücreleri Şekil 2.10'da görülmektedir. Kristal yapılarındaki değişkenlikler, farklı kristal formları için farklı fiziksel özelliklerin (yoğunluk, band aralık enerjisi, vs.) ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Diebold 2003).



Şekil 2.10. Rutil ve anataz formlarının kristal yapıları ve birim hücreleri (Diebold 2003).

2.9. Titanyum dioksit fiziksel ve kimyasal özellikleri

Titanyum dioksit sahip olduğu elektriksel, optik ve kimyasal özelliklerden dolayı birçok uygulamada yüksek performans gösteren bir malzemedir. Fakat yapılan teorik ve deneysel çalışmalar ile titanyum dioksit malzemesinin fiziksel özellikleri daha çok termodinamik olarak kararlı olan rutil formuna göre belirlenmiş ve dolayısıyla bu şekilde listelenmiştir. Çizelge 2.1 'de Titanyum dioksidin farklı kristal formlarının temel fiziksel özellikleri gösterilmiştir.

Termal iletkenliği 100°C sıcaklıkta 6.531 W/m.K olmakla birlikte, artan sıcaklıkla termal iletkenliği yüksek oranda azalmaktadır. Lineer termal genişleme katsayısı (0- 500°C arasında) ise $8.19 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. 500°C sıcaklıktaki elektriksel direnci $3 \times 10^5 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ 'dir. Optik ve elektronik özellikleri sayesinde birçok uygulama alanında

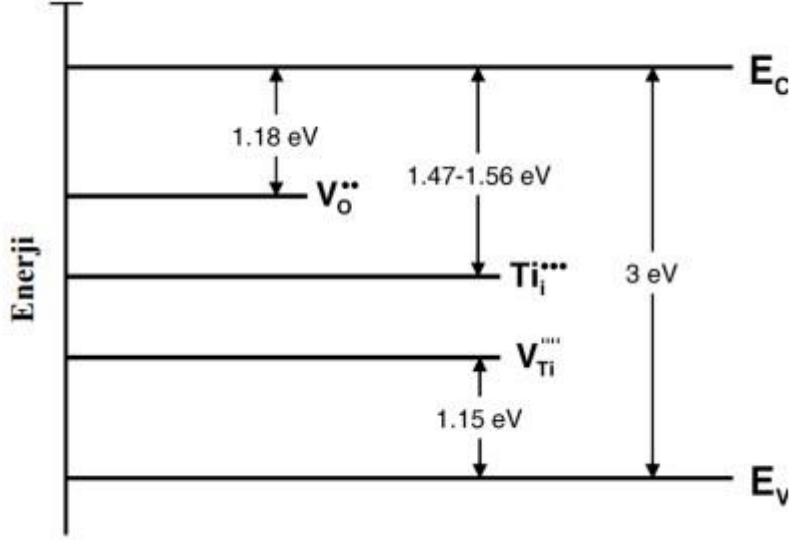
kullanımı olan titanyum dioksidin farklı kristal formları için bu özellikleri de değişkenlik göstermektedir (Banerjee ve ark 2006).

Çizelge 2.1. Titanyum dioksidin farklı kristal formlarının temel fiziksel özellikleri (Perera 2007).

	Rutil	Anataz	Brookite
Kristal yapısı	tetragonal	tetragonal	ortorombik
Latis sabitleri (Å)	a = 4.5936 c = 2.9587	a = 3.784 c = 9.515	a = 9.184 b = 5.447 c = 5.145
Uzay grubu	P4 ₂ /mnm	I4 ₁ /amd	Pbca
Yoğunluğu (g/cm³)	4.24	3.83	4.17
Ergime noktası (°C)	1870	-	-
Kaynama noktası (°C)	2927	-	-
Termal iletkenliği (W/m.K)	6.531 (373 K'de)	-	-
Elektriksel direnci (Ω.m)	3 x 10 ⁵ (773 K'de)	-	-
Band aralık enerjisi (eV)	3.02	3.20	3.11
Kırınım indisi (RI)	2.72	2.52	2.63

2.10. Titanyum dioksit optik özellikleri

Titanyum dioksit elektronik yapısı ve optik özelliklerinden dolayı kozmetik ve boya/pigment sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Nelson 2007).



Şekil 2.11. Titanyum dioksit sistemi içerisinde görülen latis sabitlerinin enerji seviyelerini gösteren bant modeli (Nowotny ve ark. 2008)

Eşsiz bant aralık enerjisine sahip anataz kristal formundaki titanyum dioksit malzemesi ultraviyole (UV) ışınlarını yüksek oranda absorblama özelliğine sahiptir. Titanyum dioksidin UV ışınlarına karşı koruma mekanizması temel olarak absorblama ve saçılma ile gerçekleşmektedir. Şekil 2.11.'de titanyum dioksit sistemi içerisinde görülen latis sabitlerinin enerji seviyelerini gösteren bant modeli verilmiştir. UV ışınlarının saçılmasından dolayı beyazlık etkisi olarak adlandırılan estetik olmayan görünüm ortaya çıkmaktadır. Titanyum dioksit yüksek kırınım indisi ve beyaz görünüm oluşturduğu için ise boya ve pigment uygulamalarında kullanılmaktadır (More 2007).

2.11. Titanyum dioksit genel kullanım alanları

Kristal yapısı, elektronik yapısı ve sahip olduğu özelliklerden dolayı titanyum dioksit heterojen kataliz işlemlerinde, fotokatalizör olarak, hidrojen ve elektrik enerjisi üretimi için güneş hücrelerinde ve gaz sensörü olarak kullanılmaktadır. Ayrıca boya ve kozmetik ürünlerinde (diş macunları, makyaj ürünleri ve tırnak bakım ürünlerinde) beyaz pigment

olarak, korozyondan koruyucu kaplama olarak ve atık suların saflaştırılması/temizlenmesi gibi bazı çevresel uygulamalarda son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Diebold 2003).

UV ışınları temel olarak güneş ışınlarının 100 ile 400 nanometre (nm) dalgaboyu aralığındaki ışınlarıdır. Titanyum dioksit partikülleri, UV ışınlarını yüksek absorblama yeteneklerinden ve dolayısıyla yüksek koruma faktörü oluşturmalarından dolayı güneş kremlerinde kullanılmaktadır (Innes ve ark. 2002).

Yıllık üretimi dört milyon tonu aşan titanyum dioksit malzemesi pigment olarak yaygınca kullanılmaktadır. Beyaz pigment olarak kullanılan titanyum dioksidin üretim hacminin % 51' ini boya ve kaplama, % 19' unu plastik ve % 17' sini ise kağıt endüstrisi oluşturmaktadır (Nelson 2007). Ayrıca titanyum dioksit pigmentlerinin tekstil, gıda, deri ve ilaç sektörlerinde de kullanımı her geçen yıl artmaktadır. Çizelge 2.2.'de TiO₂ fotokatalistlerinin uygulama alanlarından bazıları gösterilmiştir. Titanyum dioksit malzemesinin beyaz pigment olarak kullanılmasının temel sebebi sahip olduğu yüksek kırınım indisi ve dolayısıyla oluşturduğu parlaklığın yüksek olmasıdır (Bhave 2007). Titanyum dioksit pigmentlerinin beyazlığı başlıca kristal formu, saflığı ve tane boyutuna bağlı olarak değişmektedir.

Kaplama uygulamalarında da kullanılan titanyum dioksit pigmentlerinin temel avantajları; mükemmel örtücülük özelliği, yüksek kimyasal kararlılığı ve dayanıklılığıdır (Chen 1996).

Çizelge 2.2. TiO₂ fotokatalistlerinin uygulama alanlarından bazıları (Morales 2007)

Özellik	Kategori	Uygulama alanları
Kendi kendini temizleyebilme	Bina uygulamaları	Fayanslar, banyo ve mutfak ürünleri, iç döşemeler, plastik yüzeyler, alüminyum cephe giydirme, pencere panjurları, boyalar
	İç ve dış aydınlatma sistemleri	Yarı saydam lamba örtüleri, florasan ve yol aydınlatma lambalarının kaplanması
	Yol malzemeleri	Tünel duvarları, trafik işaretleri ve reflektörler
	Diğer uygulamalar	Çadır malzemesi, arabalar için sprej kaplama
Hava temizleme	İç mekan hava temizleyicileri	Oda içi temizleyiciler, klimalar, fabrika içi temizleme sistemleri
	Açık hava temizleyicileri	Karayolu malzemeleri, tünel duvarları, bina duvarları
Su arıtma	İçme suyu	Akarsu, yeraltı suları, göl ve depo suları
	Diğer uygulamalar	Endüstriyel atık ve tarımsal atık suları, kaplıca suları, havuz suyu, balık havuzları
Sterilizasyon	Hastane	Ameliyathanelerin duvar, tavan ve zeminleri için fayans ve kaplamalar, hastane giysi ve üniformaları

2.12. Titanyum dioksit çevresel uygulamaları

Fotokatalitik özelliğinden dolayı titanyum dioksit malzemesinin kirlenmiş su ve hava ortamlarındaki zararlı mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi gibi çevresel uygulamaları da bulunmaktadır. Titanyum dioksit yeterli enerjiye sahip ışık kaynağı (ultraviyole, vs.) ile etkileşime girdiğinde, reaktif oksijen türleri ile hidroksil radikalleri oluşmakta ve bu sayede çeşitli bakterilerin pasif hale getirilmesinde önemli rol almaktadır (Erdem 2008).

Bu konudaki öncü çalışmalardan birisi 1988 yılında Matsunaga ve arkadaşları tarafından mikrobiyal hücrelerin fotokimyasal yöntemle sterilizasyonu üzerine gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada sterilize su içerisinde dağıtılan yarıiletken özelliğe sahip titanyum dioksit tozlarının bulunduğu ortama koli basili (*Escherichia coli* veya *E.coli*) hücreleri

eklenmiştir. Bu bakteriler su kirliliğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Ardından bu ortam saniyede 4,300 mikroEinstein/m² ışık şiddetine sahip bir cıva lambası ile aydınlatılmıştır. Hücre canlılığının artan maruz bırakılma süresi ile birlikte kademeli olarak azaldığı ve 60 dakika sonunda E.coli bakterileri içeren suyun sterilizasyonunun tamamlandığı belirlenmiştir. Titanyum dioksit tozlarının bulunmadığı durumda ise E.coli hücreleri yine ışığa maruz bırakılmalarına karşın hücre canlılığında herhangi bir azalma gözlenmemiştir (Matsunaga ve ark.1988) Dolayısıyla bu sonucun doğrudan titanyum dioksit malzemesinin fotokatalitik özelliği ile ilişkili olduğu net olarak tespit edilmiştir.

2.13. Titanyum dioksit nano partiküllerinin kullanımında ortaya çıkan problemler

2.13.1. Topaklanma

Malzemelerin tane boyutları mikron veya mikron-altı seviyeden nanometre seviyesine indiğinde, yüzey atomlarının sayısı arttığından dolayı yüzey aktiviteleri ve yüzey alanları yüksek oranda artmaktadır. Sahip oldukları yüksek yüzey enerjilerinden dolayı da nanopartiküllerin kontrolsüz olarak bir araya gelme eğilimleri oldukça yüksektir. Bu problem topaklanma veya aglomerasyon olarak tanımlanmaktadır. Kontrolsüz topaklanma probleminin ortaya çıkardığı temel dezavantaj istenen malzeme özelliklerinin elde edilememesidir. Dolayısıyla titanyum dioksit nanopartiküllerinin sağladığı avantajların korunması için kontrolsüz topaklanma engellenmeli ve yeni çözüm yaklaşımları ortaya konulmalıdır (Zhu ve ark. 2002).

2.13.2. Toksik Etkileri

Topaklanma probleminin dışında nanopartiküllerin kullanımı ile ortaya çıkan en büyük problemlerin reaktif oksijen türlerinden kaynaklanan toksisite olduğu bilinmektedir.

Düşük tane boyutu ve yüksek yüzey alanlarından dolayı hem kimyasal hem de biyolojik olarak daha aktif yapılar olarak tanımlanan nanopartiküllerin, insan sağlığı üzerindeki negatif etkilerinin ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilen toksikoloji çalışmalarının sayısı son yıllarda artış göstermektedir (Zhu ve ark. 2002).

2.14. Yapılan Önceki Çalışmalar

Çalışmamız kapsamında öncelikle titanyum dioksit katkısı ile elde edilen polyester iplikleri ve bu ipliklerden yapılan kumaşların özelliklerinin incelenmesi üzerine çalışmalar incelenmiştir. Ancak titanyum dioksitin tekstilde kullanımı ile ilgili çalışma sayısının oldukça az olduğu görülmüştür. Titanyum dioksitin polyester ipliklerin elde edilmesinde kullanımı ile ilgili çalışmalara rastlanılmamıştır. Yapılan literatür incelemeleri sonucunda; titanyum dioksit katkısı diğer alanlarda kullanımı ile ilgili yapılan çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Arıtma alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ;

Selçuk yaptığı çalışmada; su arıtımında titanyum dioksit bazlı ileri oksidasyon metotlarını ve yan ürün oluşumu konusunu incelemiştir. Titanyum dioksit kullanımı ile yan ürün oluşumunun azaldığı tespit edilmiştir (Selçuk 2013).

Dülger yaptığı çalışmada; titanyum dioksit nanometaryellerinin evsel katı atık sahalarındaki sızma davranışını incelenmiştir. Bu çalışmadaki amaç farklı çevre koşullarında titanyum dioksit nanometaryellerinin gerçek ve sentetik olarak hazırlanan katı atık çevrelerinden sızma potansiyelini değerlendirmektir. Bulunan sonuçlara göre titanyum dioksit nanometaryelinin sızma davranışı karmaşık bir geçiş sergilemiştir (Dülger 2014).

Sağlık alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ;

Ramazanoğlu yaptığı çalışmada; titanyum dioksit nanotüp kaplı mikropürüzlü yüzeylerde mezenkimal kök hücre aktivitesinin değerlendirilmesi konusunu incelemiştir.

Mikropürüzlülüğün hücre çoğalması üzerine anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir (Ramazanoğlu 2008).

Kimya alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ;

Taştan yaptığı çalışmada; ilmenit konsantresinde titanyum dioksit pigmentinin eldesi ve sanayiye uygulanması konusunu incelemiştir. İlmenit minerali ve titanyum dioksit pigmenti ile ilgili genel özellikler belirtilmiş ilmenit mineralinden titanyum dioksit pigmenti eldesi olanakları araştırılmıştır (Taştan 2009).

Banaz yaptığı çalışmada; sol-jel yöntemi ile katkılı ve katkısız titanyum dioksit tozlarının sentezlenmesi konusunu incelemiştir. Ortam şartlarının ürün özelliklerine etkisinin tespiti için sol-jel uygulaması yüksek sıcaklık ve yüksek basınçta da değerlendirilmiştir. Sonuçta titanyum dioksit tozu üretimi gerçekleştirilmiş, tozların karakterizasyonu ve kimyasal analizleri incelenmiştir (Banaz 2009).

Yakaboğlu yaptığı çalışmada; şekil ve boyut kontrollü titanyum dioksit partiküllerinin üretimi konusunu incelemiştir. Solvotermal sentez yöntemi ile şekil ve boyut kontrollü kristal formda titanyum dioksit tozları üretilmiştir (Yakaboğlu 2011).

Özder yaptığı çalışmada; titanyum dioksitin polivinil alkol esaslı biyobozunur kompozit filmlerin UV-yaşlanma üzerine etkisi konusunu incelemiştir. Polivinil alkolün 50 ve 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra çekme direncinde artma olduğu tespit edilmiştir (Özder 2016).

Oberdörster ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; gerçekleştirdiği bir canlı organizma üzerinde yapılan toksikoloji çalışmasında, anataz kristal formunda 20 ve 250 nm tane boyutuna sahip titanyum dioksit partiküllerinin erkek sıçanlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Erkek sıçanlar bu partiküllere toplam 12 hafta süresince maruz bırakılmıştır. 12 hafta sonunda, titanyum dioksit partiküllerinin uygulandığı erkek sıçanların farklı akciğer bölmelerindeki TiO₂ yükleri/miktarları belirlenmiştir (Oberdörster ve ark. 2005).

Tekstil alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde;

Özen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; çok tabakalı ZnO veya TiO₂ kaplanmış %100 pamuklu kumaşların dispers boyarmaddelerle transfer baskı yöntemine göre basılması çalışmasında, baskı kalitesi ve haslık değerlerini iyileştirebilmek için basılı kumaşlar kaplama işlemine tâbi tutulmuştur. ZnO veya TiO₂ kaplanmış kumaşlar analiz edilmiş ve baskı işlemi sonrası yıkama ve sürtünme haslıkları değerlendirilmiştir. Özellikle TiO₂ ile kaplanmış kumaşlarda en iyi sonuçlar elde edilmiştir (Özen 2018).

Akpınar yaptığı çalışmada; Alüminyum oksit ve titanyum dioksit partikül takviyeli yapıştırıcılarla birleştirilmiş bağlantıların mekanik özelliklerinin deneysel olarak belirlenmesi çalışmasında, farklı özelliklerdeki yapısal yapıştırıcılar içerisine Al₂O₃ ve TiO₂ katılarak elde edilen tek tesirli bindirme bağlantılarının mekanik özelliklerini incelemiştir. Deneylelerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde; partikül katkılı yapıştırıcıların kullanılmasıyla elde edilen bağlantılarda çeki hasar yükünün arttığı görülmüştür. Ayrıca bağlantıların kuvvet-yer değiştirme eğrileri incelendiğinde, partikül katkılı yapıştırıcıyla birleştirilmiş bağlantıların yer değiştirme kapasitelerinin de arttığı belirlenmiştir (Akpınar 2016).

Kerli yaptığı çalışmada; indirgenmiş grafen oksit/çinko oksit/titanyum dioksit kompozit malzeme üretimi ve uygulaması çalışmasında; elde edilen kompozit malzemeleri kullanarak süper kapasitör uygulamaları için elektrot yapımı gerçekleştirilmiştir. Üretilen elektrotların elektrokimyasal ölçümleri döngüsel voltametri (CV) ile yapılmış ve elektrotların kapasitans değerleri ve empedans spektrumları belirlenmiştir (Kerli 2016).

Güler ve arkadaşları yaptığı çalışmada; kimyasal buhar çöktürme metodu ile sentezlenen karbon nanotüpler titanyum dioksit matrisi içerisine ağırlıkça dört farklı dozajda takviye edilmiştir. Elde edilen numunelerin yapısal karakterizasyonu, taramalı elektron mikroskopu kullanılarak yapılmıştır. Kompozitteki karbon nanotüp miktarının artması, gerek oda sıcaklığında gerekse artan sıcaklıklarda elektriksel iletkenliğin artmasına neden olmuştur (Güler ve ark. 2016) .



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmada kullanılan materyal, izlenen yöntemler, uygulanan test yöntemleri ve test sonuçlarının değerlendirilmesi bu kısımda açıklanmıştır.

3.1. Materyal

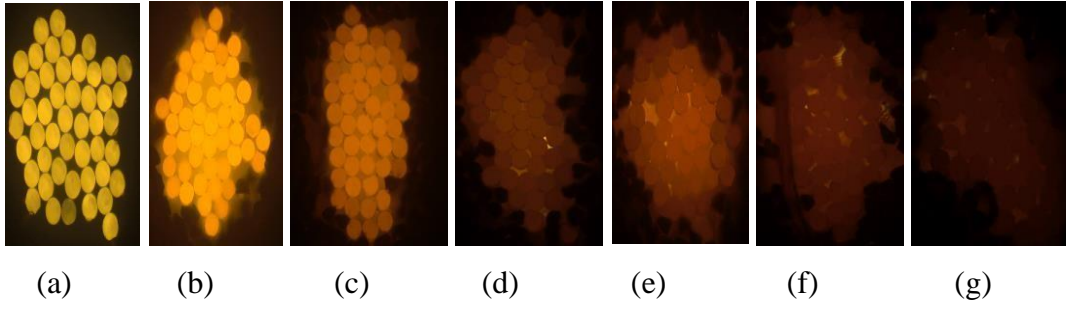
Çalışma kapsamında kullanılan POY ve textüre iplik özellikleri ve bu iplikleri üretmek için kullanılan, SASA PARLAK polyester cipsinin polyester cipsinin özellikleri sırasıyla Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Polyester polimeri ve cips özellikleri

Viskozite	0,640 Dl/g
Karboksil Uç Grupları	30 mmol/kg
DEG (dietilen glikol) Miktarı	1,25%
Polimer Yoğunluğu	1,18 g/cm ³
Erime Sıcaklığı	260°C
Camlaşma Sıcaklığı	60-80°C

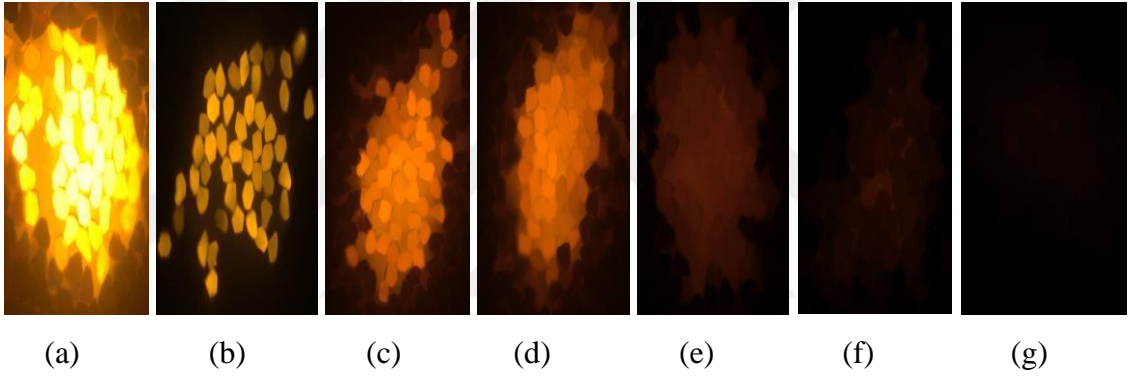
Tez çalışması esnasında; titanyumdioksit katkı oranı belirlenirken, matlaştırma etkisinin tam tespit edilebilmesi için parlak cips kullanılmıştır.

Üretilen POY ipliklerin lif enine kesit mikroskop görüntüleri Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan POY ipliklerin mikroskop görüntüleri (a)katkısız iplik, (b)%0,3 TiO₂ katkılı polyester iplik, (c)%0,6 TiO₂ katkılı polyester iplik, (d)%1,0 TiO₂ katkılı polyester iplik, (e)%1,4 TiO₂ katkılı polyester iplik, (f)%2,0 TiO₂ katkılı polyester iplik, (g)%2,4 TiO₂ katkılı polyester iplik

Üretilen tekstüre ipliklerin lif enine kesit mikroskop görüntüleri Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan tekstüre edilmiş ipliklerin mikroskop görüntüleri (a)katkısız iplik, (b)%0,3 TiO₂ katkılı polyester iplik, (c)%0,6 TiO₂ katkılı polyester iplik, (d)% 1,0 TiO₂ katkılı polyester iplik, (e)%1,4 TiO₂ katkılı polyester iplik, (f)%2,0 TiO₂ katkılı polyester iplik, (g)%2,4 TiO₂ katkılı polyester iplik

Çizelge 3.2. Titanyum dioksit özellikleri

Çalışma kapsamında kullanılan titanyum dioksit (partikül boyutu 40 µm, silindir granül)

%50 saflıkta ve anataz formundadır.

Kimyasal Formülü	TiO ₂
Molekül Ağırlığı	79,87 g/mol
Yoğunluk	4.23 g/cm ³
Erime Noktası	1843°C
Kaynama Noktası	2972°C

Çizelge 3.3. POY ve Textüre İplik Özellikleri

Titanyum dioksit oranı	İplik Lineer yoğunluğu (dtex)	Filaman Sayısı	Lif Enine Kesit Şekli	Poy İplik Kodu	Textüre İplik Kodu
% 0	167	48	Round	PNUM649	TNUM649
% 0,3	167	48	Round	PNUM650	TNUM650
% 0,6	167	48	Round	PNUM650/1	TNUM650/1
% 1	167	48	Round	PNUM650/2	TNUM650/2
% 1,4	167	48	Round	PNUM650/3	TNUM650/3
% 2	167	48	Round	PNUM650/4	TNUM650/4
% 2,4	167	48	Round	PNUM650/5	TNUM650/5

3.2. Yöntem

Bu çalışmada ilk olarak işletme şartlarında kondisyonlanan Çizelge 3.1' de özellikleri verilen polyester cipslerden Çizelge 3.4 de verilen üretim parametrelerine göre, eriyikten

çekim metodu ile 6 farklı oranda titanyum dioksit kullanılarak katkısız iplikle beraber toplam 7 çeşit POY ve textüre iplikler üretilmiştir.

Çizelge 3.4. Eriyikten çekim üretim parametreleri

Çekim Üretim Parametreleri	POY
Filament Sayısı	48
Çekim Sıcaklığı	290°C
Winder Hızı	3250 m/dk
Godet Hızı (1/2)	3150 m/dk
Godet Hızı (3/4)	3270 °C
Godet Sıcaklığı (1/2)	0
Godet Sıcaklığı (3/4)	0

POY iplikler kullanılarak gerçekleştirilen tekstüre işlemi, 180°C birinci fırın sıcaklığında yapılarak draw textured yarn-çekimli tekstüre iplikler (DTY) elde edilmiştir. Tekstüre işlemi, Barmag FK V tipi yalancı büküm tekstüre makinesinde Çizelge 3.5’de verilen işlem parametreleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.5. Tekstüre işlem parametreleri

Disk kombinasyonu	1+6+1
Disk Tipi	Seramik
Kombinasyon Yönü	S
Çekim Oranı	1,60
Fikse Büzülmesi W2 / W3 %	-8,5

Sarım Oranı W2 / W4 %	-8,0
İplik Hızı W2	600 m/dk
D/Y Oranı	1,75
Birinci Fırın Sıcaklığı	180°C
İkinci Fırın Sıcaklığı	180°C
Yağ Devri	0,5 rpm
Sarım Açısı	30

Titanyum dioksitin kumaş özelliklerine etkisini inceleyebilmek amacıyla yukarıda özellikleri verilen 7 farklı titanyum dioksit katkılı polyester iplikten sabit çözgüde(167dtex/48 flaman polyester), bezayağı dokuma örgüsünde çözgü sıklığı 19/cm ve atkı sıklığı 30/cm olan 7 farklı kumaş üretilmiştir. Üretilen kumaşlar Elektrolux wascator FOM71 CLS makinesinde, ece non phosphate referans deterjan (A) ile TS EN ISO 6330 standardında yıkanmıştır. Yıkamanın ardından kumaşlar en az 24 saat laboratuvar ortamında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 2$ bağıl nem) kondisyonlanmıştır.

3.3.İpliklere Uygulanan Testler

Bu çalışma kapsamında üretilen polyester ipliklerin lineer yoğunlukları, mukavemet özellikleri, kıvrım değerleri, kaynama çekme değerleri ve düzgünsüzlük özellikleri,kesit kontrolü ve UV renk haslığı değerleri aşağıda verilen standartlara göre ölçülmüştür. Numuneler, standart atmosfer şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 2$ bağıl nem) en az 24 saat süreyle kondüsyonlandıktan sonra test işlemleri uygulanmıştır.

3.3.1. İplik lineer yoğunluk ölçümleri


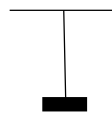
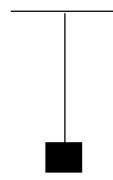
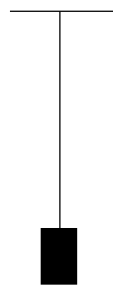

İpliğin, belirlenmiş uzunluğunun ağırlığının saptanması ISO 2060 (1994) standardına göre yapılmıştır. İplik, iplik ve gerilim ayar kılavuzlarından geçirilerek çıkırığa bağlanmıştır. Gerilim 0,05 g/dtex olarak ayarlanır. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır.

3.3.2. İplik kopma uzaması ve mukavemet ölçümleri

İplik numunelerinin kopma uzama ve mukavemet ölçümleri, DIN EN ISO 2062 standardına göre Statimat test cihazında yapılmıştır.. POY ipliklerde, kıskaçlar arasındaki mesafe 200 mm +/- 1 mm, test hızı 1500 mm/dk, ön gerilim 0,05 g/dtex olacak şekilde ayarlanmıştır. DTY ipliklerde, kıskaçlar arasındaki mesafe 500 mm +/- 1 mm, test hızı ise ipliğin kopma süresi 20 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır.

3.3.3. Kıvrım değerleri ölçümleri

Yalancı büküm tekstüre ipliklerinde kıvrım değerleri DIN 53840-T1 standardına göre Texturmat test cihazında ölçülmüştür. Ölçüm yapabilmek için iplikler çıkırıktaki çile haline getirilmiştir. Çile magazin aparatına yerleştirildikten sonra fırında 120°C'de 10 dk bekletilerek kıvrım oluşumu gerçekleştirilmiştir. Fırından çıkarılan magazin 30 dk laboratuvar ortamında bekletildikten sonra Texturmat cihazına konulmuştur. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır. Cihaz sırası ile Şekil 3.2'de belirtildiği gibi 500 g (2 cN/tex) ağırlıkta "LG" uzunluğunu, 2,50 g (0,01 cN/tex) ağırlıkta "LZ" uzunluğunu, 25 g (0,10 cN/tex) ağırlıkta "LF" uzunluğunu ve 2 500 g (10 cN/tex) ağırlığa takiben 2,50 g (0,01 cN/tex) ağırlıkta "LB" uzunluk değerini ölçmektedir.

				
2 cN/dtex	0,01 cN/dtex	0,1 cN/dtex	10 cN/dtex	0,01 cN/dtex
10 sn	10 dk	10 sn	10 sn	30 dk
LG	LZ	LF		LB

Yapılan ölçümler, kıvrım toplaması için (3.1) numaralı formülde, kıvrım modülü için (3.2) numaralı formülde ve kıvrım stabilitesi için (3.3) numaralı formülde kullanılarak kıvrım değerleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{EK (kıvrım toplaması)} = \left(\frac{L_G - L_Z}{L_G} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

$$\% \text{KK (kıvrım modülü)} = \left(\frac{L_G - L_F}{L_G} \right) \times 100 \quad (3.2)$$

$$\% \text{KE (kıvrım stabilitesi)} = \left(\frac{L_G - L_B}{L_Z - L_G} \right) \times 100 \quad (3.3)$$

3.3.4. Kaynama çekme ölçümleri

İplik numunelerinin kaynama çekme test ölçümleri, DIN EN 14621 standardına göre Texturmat test cihazında yapılmıştır. Ölçüm yapabilmek için iplikler çıkırıkta çile haline getirilmiştir. Çile magazin aparatına yerleştirildikten sonra, her iplik çilesinin ucuna 2 cN/tex kuvvet uygulanır ve ilk uzunluk boyu (L_0) ölçülür. Ardından fırında 190°C'de 5 dk bekletilir. Fırından çıkarılır ve başlangıçtaki 2 cN/tex ağırlığı ile kuvvet tekrar uygulanarak son boyları (L_g) ölçülür. İlk uzunluktan, kaynama çekme sonrası ölçülen uzunluk çıkarılır ve ilk uzunluğa bölünerek kaynama çekme değeri bulunmuştur. .

Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır.

3.3.5. Düzgünsüzlük ölçümleri

İpliklerin düzgünsüzlük ölçümleri USTER cihazında DIN 53817-1 standardına göre yapılmıştır. Hatasız sonuçlar elde etmek için her numune test hızı (50m/dk) ve gerilim kuvvetleri minimum düzgünsüzlük elde edebilecek şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır.

3.3.6. Kesit Kontrolü

İpliklerin enine lif kesitleri OLYMPUS marka mikroskopta PAGB33 dijital kamera ve PIA-7000 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Donanım olarak, mikroskop, ipliğin geçirildiği delikli plaka, numune iplikten farklı renkte fon iplik (kahverengi iplik kullanılmıştır), tel ve jilet kullanılmıştır. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır.

3.3.7. UV Yaşlandırma Testi ölçümleri (Xenon Ark Solma Lambası Testi) UV

yaşlandırma testi için farklı oranlarda titanyum dioksit içeren iplikler; 4,5x 13 cm boyutlarındaki kartonlar üzerine her bir iplik bir kartona gelecek şekilde sarılmıştır.

Daha sonra bu numuneler Atlas Xenotest 150 S ışık haslığı test cihazı içindeki numune başlıklarına yerleştirilmiştir ve Xenon lambası kullanılarak TS 1008 EN ISO 105- B04 standardına göre UV ışını ile yaşlandırılmıştır. Sıcaklık ölçme sensörü olarak siyah standart termometre (BST) kullanılmış ve yaşlandırma esnasında kabin sıcaklığı 48 °C ve %40 bağıl nem olarak ayarlanmıştır. Yüksek performanslı liflerin açık alan uygulamalarındaki kısa süreli UV dayanımını incelemek amacıyla yaşlandırma süresi 180 saat olarak belirlenmiştir. Çalışmada öncelikle UV ile yaşlandırma öncesi ve sonrası ipliklerdeki görsel değişim Canon EOS 4000d marka kamera ile tespit edilmiştir. Bir numune iplik için 3 ölçüm yapılmıştır. UV yaşlandırma testine başlanmadan önce ipliklerin mukavemet değerleri ve test sonrası mukavemet değerleri üçer kez ölçülmüştür. İpliklerin mukavemet test sonuçları; DIN EN ISO 2062 standardına göre ölçülerek meydana gelen değişim incelenmiştir.

3.4. Kumaşlara Uygulanan Testler

Bu çalışma kapsamında üretilen polyester ipliklerden üretilen kumaşların kalınlığı, gramajı, sıklığı, kopma mukavemet özellikleri, yırtılma mukavemeti, eğilme rijitliği, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve termal iletkenlik özellikleri aşağıda verilen standartlara göre ölçülmüştür.

Numuneler, standart atmosfer şartlarında (20±2°C sıcaklık ve %65±2 bağıl nem) 24 saat süreyle kondüsyonlandıktan sonra test işlemleri uygulanmıştır.

3.4.1. Kumaş kalınlık ölçümleri

Çalışmada üretilen kumaşların kalınlığı, TS 7128 EN ISO 5084 standardı esas alınarak tayin edilmiştir. Kumaş kalınlığı, numunenin üzerine konulduğu referans plakası ile numunenin yüzeyine belli bir basınç uygulayan dairesel baskı ayağı arasındaki mesafeyi milimetre olarak ölçen dijital tekstil kalınlık ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır.

3.4.2. Kumaş gramajı ölçümleri

Kumaşın metrekare ağırlılığının belirlenmesi EN ISO 2286-2 standardına göre hassas terazi, dairesel kumaş kesici ve mantar levha kullanarak yapılmıştır. Numune kumaş, her yeri aynı gerginlikte olacak şekilde mantar levha üzerine düzgün bir şekilde yerleştirilir. Kumaşın üzerine dairesel kumaş kesici yerleştirilir ve kumaş kesilinceye kadar bastırarak döndürölür. Kumaş yüzeyinden kesilen bu parçanın alanı standart cihazlarla alınmış olup 100 cm²'dir. Hassas terazide ölçülen kumaş parçasının metrekaredeki ağırlılığını hesaplamak için, terazide okunan değer 100 ile çarpılır. Gramaj ölçümlerinde bir numune kumaş için 10 ölçüm yapılarak, sonuç için ortalama değer bulunmuştur.

3.4.3. Atkı ve çözgü sıklığı ölçümleri

Atkı ve çözgü sıklığı hesaplanması için numuneler düz bir yüzey üzerine yerleştirilmiş ve lup yardımı ile 1 cm'de bulunan sıklık miktarı sayılmıştır. Her numune için, 5 ayrı yerinden ölçüm tekrarlanarak ortalama değer alınmıştır.

3.4.4. Kopma mukavemeti testleri

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

3.4.5. Yırtılma mukavemeti ölçümleri

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

3.4.6. Eğilme rijitliği ölçümleri

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

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

Eğilme uzunluğu = C (cm)

m^2 'deki gramaj = W

Eğilme rijitliği = G

Kumaşın genel eğilme rijitliği = G_o

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

3.4.7. Hava geçirgenliği ölçümleri

Numunelere hava geçirgenliği ölçümü; SDL Atlas Digital Air Permeability Tester (Model M021A) cihazında ISO 9237 standardına göre yapılmıştır. Test basıncı 100 Pa, test alanı ise 20 cm^2 'dir. Ölçümler $1/m^2/s$ cinsinden sonuçlanır. Her numune için, 5 ayrı yerinden ölçüm tekrarlanarak ortalama değer alınmıştır.

3.4.8. Isıl geçirgenlik (Alambeta) testleri

Üretilen dokuma kumaşlara ısı geçirgenlik testi, EN ISO 11092 test standardında Alambeta Isıl Geçirgenlik Test Cihazında cihaz kataloğuna göre yapılmıştır. Test gerçekleştirilirken kumaşın cilde temas edecek yüzeyi yukarıya bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir kumaş çeşidinden beşer adet ölçüm alınmıştır.

Alambeta cihazı ile ölçülen özellikler aşağıdaki denklemler ile hesaplanmaktadır:

Isıl iletkenlik katsayısı (λ):

Isıl iletkenlik; (3.3) eşitliğinden hesaplanır

$$\lambda = q \cdot h / \Delta T \text{ (W/m.K)} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

$$q = \text{ısı akışı miktarı (W/m}^2\text{)}$$

$$\Delta T = \text{sıcaklık farkı (}^0\text{K)}$$

$$h = \text{kalınlık (m)'tir.}$$

Isıl direnç (r) (Stabil durumda):

Isıl direnç; (3.4) eşitliğinden hesaplanır.

$$r = h / \lambda \text{ (m}^2\text{.K/W)} \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

$$h = \text{kalınlık (m)}$$

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

Isıl etkinlik (ısı soğurganlık) katsayısı (b) (Geçici durumda):

Isıl soğurganlık; (3.5) eşitliğinden hesaplanır.

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

Eşitlikte;

$$\lambda = \text{ısı iletkenlik (W/m K)}$$

ρ = yoğunluk (kg m⁻³)

c = özgül ısı (J/kg K)'dir.

Isıl yayılım (a):

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

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

Oluşturulan denklemde,

λ : termal iletkenlik (W/mK)

ρ : yoğunluk (kg m⁻³)

c : özgül ısı (J/ kg K) olarak tanımlanmaktadır (Yüksel 2010).

3.4.9. Su buharı geçirgenliği (Permetest) testleri

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

3.4.10. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri

Üretilen dokuma kumaşların boncuklanma testi ICI kotolu metodu ile Pilling Tespit Cihazı'nda yapılmıştır. Ölçümler sırasında TS EN ISO 12945-1: 'Tekstil - Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığının tayini - Bölüm 1: Boncuklanma kutusu metodu' referans alınıp her kumaş çeşidi için iki atkı ve iki çözgü yönlü olmak üzere dörder adet test yapılmıştır. 50000 devir sonunda kumaşlar, standart fotoğraflarla karşılaştırılarak 1'den 5'e kadar numaralar verilmiştir. Numaralandırmada 5 en az boncuklanmayı 1 ise en fazla boncuklanmayı ifade etmektedir.

3.5. İstatiksel analizler

Titanyum dioksit oranının POY iplikler, textüre iplikler ve textüre ipliklerden dokunan kumaş özelliklerine etkilerini inceleyebilmek amacıyla yapılan testler sonucunda elde

edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analizi metotları aşağıda açıklanmıştır.

3.6’ de Titanyum dioksit oranının POY iplik özellikleri üzerine etkisini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analiz metodu verilmiştir.

3.7.’da Titanyum dioksit oranının tekstüre iplik özellikleri üzerine etkisini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analiz metodu verilmiştir.

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

3.6. Titanyum dioksit oranının POY iplik özellikleri üzerine etkisi

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

Titanyum dioksit oranının POY iplik özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistik programı yapılmış, analizlerin gerçekleştirilmesinde IBM SPSS Statistics 22 yazılım programı kullanılmıştır.

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

μ = faktörün ortak etkisi = yığının ortalaması

τ_j = faktör = bağımsız değişken = Tasarımdaki titanyum dioksit oranı

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

ε_{ij} = sebebi bilinmeyen (tesadüfi) = gruplar içi = HATA

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

Bu tasarımda hipotez;

$H_o : \tau_j = 0$ (Orijinal Hipotez: Titanyum dioksit oranının POY iplik özelliklerine etkisi yoktur.)

$H_A : \tau_j \neq 0$ (Alternatif Hipotez: Titanyum dioksit oranının POY iplik özelliklerine etkisi vardır.)

3.7. Titanyum dioksit oranının tekstüre iplik özellikleri üzerine etkisi

Titanyum dioksit oranının tekstüre iplik özelliklerine (lineer yoğunluk, kopma uzaması, kopma mukavemeti, kıvrım değerleri, kaynama çekme değeri, kesit özellikleri) etkisini ölçmek için yapılan testler ve ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi metodu gerçekleştirilmiştir. Bu programda verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan, F istatistik (F_s) değerleri; I. tip hata $\alpha = 0.05$ için bulunan $F_{0.05, t}$ tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve buna göre etkisi olan özelliklerin önem durumları belirlenmiştir. $F_s > F_{0.05, t}$ olduğu durumlarda (H_o orijinal hipotezin reddedildiği durum yani H_A alternatif hipotezin kabul edildiği durum) faktör seviyeleri arasında SNK (Student- Newman-Keuls) testine başvurulmuştur.

Titanyum dioksit oranının tekstüre iplik özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistiki programı yapılmış, analizlerin gerçekleştirilmesinde IBM SPSS Statistics 22 yazılım programı kullanılmıştır.

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

μ = faktörün ortak etkisi = yığının ortalaması

τ_j = faktör = bağımsız değişken = Tasarımdaki titanyum dioksit oranı

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

ε_{ij} = sebebi bilinmeyen(tesadüfi) = gruplar içi = HATA

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

Bu tasarımda hipotez;

H_o : $\tau_j = 0$ (Orijinal Hipotez: Titanyum dioksit oranının textüre iplik özelliklerine etkisi yoktur.)

H_A : $\tau_j \neq 0$ (Alternatif Hipotez: Titanyum dioksit oranının textüre iplik özelliklerine etkisi vardır.)

3.8. Titanyum dioksit oranının tekstüre ipliklerden oluşan dokuma kumaş özellikleri üzerine etkisi

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

Titanyum dioksit oranının dokuma kumaş özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistiki programı yapılmış, analizlerin gerçekleştirilmesinde IBM SPSS Statistics 22 yazılım programı kullanılmıştır.

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

μ = faktörün ortak etkisi = yığının ortalaması

τ_j = faktör = bağımsız değişken = Tasarımdaki titanyum dioksit oranı

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

ε_{ij} = sebebi bilinmeyen(tesadüfi) = gruplar içi = HATA

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

Bu tasarımda hipotez;

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

$H_A : \tau_j \neq 0$ (Alternatif Hipotez: Titanyum dioksit oranının dokuma kumaş özelliklerine etkisi vardır.



4. BULGULAR

Titanyum dioksit oranının iplik ve kumaş özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada uygulanan deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçları 4.1 ve 4.2 de verilmiştir.

4.1. Titanyum Dioksit Katkı Oranının İplik özelliklerine etkisi

Titanyum dioksit oranının iplik özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçları POY iplik sonuçları ve textüre iplik ölçüm sonuçları verilmiştir.

4.1.1. POY İpliklere Uygulanan Test Sonuçları

Çizelge 4.1. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine ait lineer yoğunluk (dtex), kaynama çekme ve düzgünsüzlük ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Lineer Yoğunluk (dtex)		Kaynama Çekme (%)		Düzensüzlük (Um%)	
	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV
PNUM649	286,0	0,66	66,3	0,84	2,2	2,8
PNUM650	287,1	0,50	66,9	1,84	2,1	2,7
PNUM650/1	287,4	0,55	65,1	4,27	2,1	2,5
PNUM650/2	287,5	0,68	64,2	4,17	2,1	2,6
PNUM650/3	288,2	0,50	64,2	4,67	2,3	2,7
PNUM650/4	288,4	0,77	64,1	4,17	2,4	2,4
PNUM650/5	292,0	0,95	63,7	3,19	2,6	2,4

Çizelge 4.2. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine ait kopma kuvveti, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kopma işi ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Kopma Kuvveti (cN)	Mukavemet (cN/dtex)	Kopma Uzama (%)	Kopma İş (cN*cm)
------------	--------------------	---------------------	-----------------	------------------

	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV
PNUM649	588,5	4,1	2,0	4,1	126,2	5,71	7715,35	6,25
PNUM650	586,0	3,41	2,0	3,41	125,7	4,06	7672,86	6,15
PNUM650/1	584,5	3,37	2,1	3,37	125,5	3,39	7688,71	5,26
PNUM650/2	604,9	2,84	2,1	2,84	125,3	3,99	7557,75	5,44
PNUM650/3	614,2	3,15	2,1	3,15	124,8	4,9	7320,59	6,35
PNUM650/4	614,7	3,15	2,1	3,15	124,3	4,89	7323,23	5,97
PNUM650/5	620,2	2,98	2,2	2,98	122,6	4,71	7319,26	6,29

4.1.2. Tekstüre İpliklere Uygulanan Test Sonuçları

Çizelge 4.3. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine ait lineer yoğunluk ve kaynama çekme ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Lineer Yoğunluk (dtex)		Kaynama Çekme (%)	
	Ort	%CV	Ort	%CV
TNUM649	180,6	0,22	5,4	1,79
TNUM650	182,0	0,79	5,8	4,56
TNUM650/1	182,1	0,77	5,4	1,81
TNUM650/2	182,0	0,86	5,3	1,83
TNUM650/3	182,4	0,64	5,4	2,01
TNUM650/4	182,5	0,57	5,3	1,90
TNUM650/5	185,0	0,30	5,6	2,78

Çizelge 4.4. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine ait kıvrım toplaması, kıvrım modülü ve kıvrım stabilitesi ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Kıvrım Toplaması (%)		Kıvrım Modülü (%)		Kıvrım Stabilitesi (%)	
	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV

TNUM649	19,4	1,22	12,2	6,46	80,0	1,33
TNUM650	19,4	1,21	12,3	4,79	80,0	1,31
TNUM650/1	19,4	1,28	12,4	7,36	80,1	0,46
TNUM650/2	20,2	7,13	12,7	3,13	80,1	0,43
TNUM650/3	21,3	1,43	13,3	4,82	80,2	0,23
TNUM650/4	21,6	3,61	13,7	1,97	80,2	0,25
TNUM650/5	21,9	3,46	13,7	1,83	80,3	0,20

Çizelge 4.5. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren polyester ipliklerine ait kopma kuvveti, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kopma işi ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Kopma Kuvveti (cN)		Mukavemet (cN/dtex)		Kopma Uzama (%)		Kopma İş (cN*cm)	
	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV
TNUM649	584,5	4,1	3,3	4,1	26,5	5,71	7715,35	6,25
TNUM650	586,0	3,41	3,5	3,41	26,3	4,06	7672,86	6,15
TNUM650/1	588,5	3,37	3,6	3,37	26,4	3,39	7688,71	5,26
TNUM650/2	604,9	2,84	3,6	2,84	25,6	3,89	7557,75	5,44
TNUM650/3	614,1	3,15	3,6	3,15	26,1	4,9	7320,6	6,35
TNUM650/4	614,9	3,15	3,6	3,15	26,1	4,89	7323,23	5,97
TNUM650/5	620,7	2,98	3,7	2,98	26,3	4,71	7319,26	6,29

Çizelge 4.6. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren ipliklerin UV yaşlandırma testi öncesi ve sonrası kopma kuvveti (cN) ve kopma mukavemeti (cN/dtex) ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Kopma Kuvveti (cN)	Mukavemet (cN/dtex)
--------------------------	--------------------	---------------------

	Test öncesi	Test sonrası	Kuvvet Kaybı (%)	Test öncesi	Test sonrası	Mukavemet Kaybı (%)
TNUM649	635	89	86,0	3,8	0,5	86,8
TNUM650	622	94	84,9	3,7	0,5	86,4
TNUM650/1	657	114	82,6	3,8	0,6	84,2
TNUM650/2	637	159	75,0	3,8	0,9	76,3
TNUM650/3	622	157	74,7	3,8	0,9	76,3
TNUM650/4	562	157	72,06	3,3	0,9	72,7
TNUM650/5	620	252	59,3	3,7	1,5	59,4

4.2. Titanyum Dioksit Katkı Oranının Kumaş özelliklerine etkisi

Bu bölümde; farklı karışım oranındaki titanyumdioksit içeren tekstüre ipliklerinden oluşan mamul kumaşların mukavemet özelliklerine (kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti), konfor özelliklerine (hava geçirgenliği, nem geçirgenliği, ısı geçirgenlik) ve diğer önemli özelliklerine (gramaj, eğilme dayanımı, rijitlik) etkisinin ölçülmesi amacıyla yapılan testler sonucunda elde edilen bulgular verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların kalınlık (mm) ve gramaj (g/m^2) ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Kalınlık (mm)		Gramaj (g/m^2)	
	Ort	%CV	Ort	%CV

TNUM649	0,31	3,95	240,8	0,63
TNUM650	0,31	2,85	241,6	0,28
TNUM650/1	0,31	2,85	243,8	0,58
TNUM650/2	0,32	2,85	245,2	0,41
TNUM650/3	0,32	2,21	248,5	0,81
TNUM650/4	0,32	2,21	249,1	0,42
TNUM650/5	0,32	2,21	250,4	0,33

Çizelge 4.8. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların kopma kuvveti (N) ve kopma yüzde uzaması (%) ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Kopma Kuvveti (N)		Kopma Yüzde Uzaması (%)	
	Ort	%CV	Ort	%CV
TNUM649	319,26	0,40	28,08	2,08
TNUM650	328,47	0,24	32,71	3,90
TNUM650/1	325,87	0,25	30,05	6,77
TNUM650/2	330,79	0,53	30,80	6,73
TNUM650/3	329,36	0,48	34,21	1,58
TNUM650/4	440,65	0,28	33,4	4,32
TNUM650/5	470,69	0,30	41,98	5,36

Çizelge 4.9. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların hava geçirgenliği ($1/m^2/s$) ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Hava Geçirgenliği ($1/m^2/s$)	
	Ort	%CV
TNUM649	324,6	0,55

TNUM650	286,4	2,77
TNUM650/1	277,8	0,94
TNUM650/2	274,4	0,79
TNUM650/3	266,4	0,51
TNUM650/4	266,2	0,61
TNUM650/5	244,6	0,72

Çizelge 4.10. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların ısı iletkenlik katsayısı (λ : $W \cdot 10^3/m \cdot K$), Isıl Yayınım Katsayısı (a : $m^2 \cdot 10^6/s$), Isıl Etkinlik Katsayısı (b : $W \cdot s^{1/2}/K \cdot m^2$) ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Isıl İletkenlik Katsayısı (λ : $W \cdot 10^3/m \cdot K$)		Isıl Yayınım Katsayısı (a : $m^2 \cdot 10^6/s$)		Isıl Etkinlik Katsayısı (b : $W \cdot s^{1/2}/K \cdot m^2$)	
	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV
TNUM649	42,6	2,80	0,0705	3,1	161,8	1,37
TNUM650	43,32	1,99	0,0623	3,6	173,5	0,67
TNUM650/1	43,41	1,62	0,059	12,2	176,3	0,64
TNUM650/2	44,94	2,25	0,0555	2,1	180,5	0,81
TNUM650/3	44,18	2,78	0,0758	4,4	160,3	0,10
TNUM650/4	45,10	2,44	0,0716	13,1	161,4	1,46
TNUM650/5	45,48	1,31	0,0624	3,3	173,4	0,67

Çizelge 4.11. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların Isıl

Direnç (r : $Km^2/W \cdot 10^3$), Maksimum ve Kararlı Isı Akış Yoğunluk Oranı (p), Maksimum Isı Akış Yoğunluğu (q_{max} : Wm^{-2}) ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Isıl Direnç (r: Km ² /W.10 ³)		Maksimum ve Kararlı Isı Akış Yoğunluk Oranı (p)		Maksimum Isı Akış Yoğunluğu (q _{max} : Wm ⁻²)	
	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV
TNUM649	12,4	6,75	0,0705	3,1	161,8	1,37
TNUM650	11,6	2,6	0,0623	3,6	173,5	0,48
TNUM650/1	11,4	2,3	0,059	2,2	176,3	0,64
TNUM650/2	12	5,17	0,0555	2,1	170,5	0,93
TNUM650/3	12,1	5,56	0,0758	4,0	160,3	0,10
TNUM650/4	12,2	4,90	0,0716	3,1	161,4	1,46
TNUM650/5	11,4	2,3	0,0624	3,0	173,4	0,67

Çizelge 4.12. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ve su buharı direnci (Pa.m².W⁻¹) ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Su buharı geçirgenliği (%)		Su buharı direnci (Pa.m ² .W ⁻¹)	
	Ort	%CV	Ort	%CV
TNUM649	85,4	3,30	0,8	2,9
TNUM650	82,2	2,70	1,1	2,3
TNUM650/1	81,4	2,19	1,3	6,42
TNUM650/2	82,6	2,51	1,2	12,16
TNUM650/3	81,2	1,69	1,2	5,77
TNUM650/4	79,8	1,86	1,4	13,36
TNUM650/5	79,7	2,80	1,4	5,01

Çizelge 4.13. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların atkı yırtılma mukavemeti (N) ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Yırtılma Mukavemeti (N)	
	Ort	%CV
TNUM649	10,22	9,8
TNUM650	10,74	7,19
TNUM650/1	11,45	6,69
TNUM650/2	11,94	4,62
TNUM650/3	12,52	5,36
TNUM650/4	12,84	3,33
TNUM650/5	12,96	4,94

Çizelge 4.14. Farklı katkı oranında titanyum dioksit içeren dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm), çözgü eğilme rijitliği (mg.cm) ve genel eğilme rijitliği (mg.cm) ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Atkı Eğilme Rijitliği (mg.cm)		Çözgü Eğilme Rijitliği (mg.cm)		Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)	
	Ort	%CV	Ort	%CV	Ort	%CV
TNUM649	178,6	0,80	172,6	0,26	175,57	0,34
TNUM650	176,4	0,76	172,1	0,42	174,24	0,48
TNUM650/1	174,8	0,36	170,4	0,73	172,58	0,31
TNUM650/2	172,9	1,14	170,2	0,84	171,54	0,60
TNUM650/3	175,28	0,53	172,5	0,42	171,67	0,40
TNUM650/4	172,25	1,16	171,0	0,64	171,44	0,61
TNUM650/5	170,1	0,69	172,3	0,12	170,32	0,40

Çizelge 4.15. Yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri ölçüm sonuçları

İplik Kodu (Atkı ipliği)	Pilling Derecesi

TNUM649	3
TNUM650	3
TNUM650/1	3
TNUM650/2	3-4
TNUM650/3	3-4
TNUM650/4	3-4
TNUM650/5	3-4



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde titanyumdioksit oranının; ipliklerin ve dokuma kumaşların özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçları SPSS istatistiki programdan elde edilen ANOVA ve SNK (Student Newman Keuls Test) sonuçları ve grafiklerle değerlendirilmiştir.

5.1. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY iplik özelliklerine etkisinin incelenmesi

Farklı oranlarda titanyum dioksit içeren poy ipliklerin lineer yoğunlukları, kaynama çekme özellikleri, düzgünsüzlük özellikleri ve mukavemet değerleri Çizelge 5.1, 5.3, 5.5, 5.7, 5.9 ve 5.11 de verilen ANOVA sonuçları, Çizelge 5.2, 5.4,5.6, 5.8, 5.10 ve 5.12 de verilen SNK test sonuçları ve Şekil 5.1 ve 5.2 de verilen grafiklerle değerlendirilmiştir.

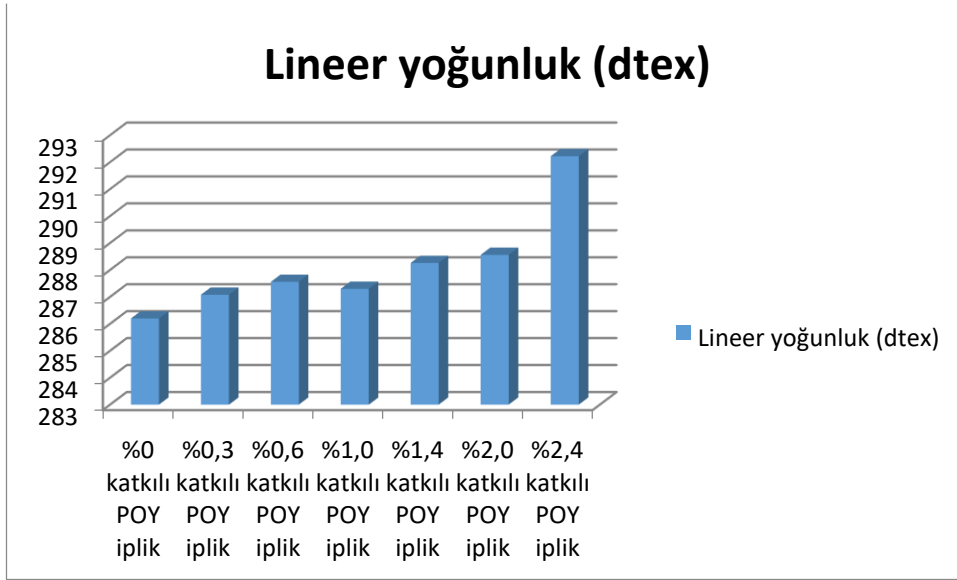
5.1.1. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.1. POY ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	113,803	6	18,967	4,960	0,001

Çizelge 5.2. POY ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Lineer Yoğunluk (dtex)
0	286,2(1)
0,3	287,08 (1)
0,6	287,56 (1)
1	287,3 (1)
1,4	288,26 (1)
2,0	288,56 (1)
2,4	292,22 (2)



Şekil 5.1. POY ipliklerin lineer yoğunluk (dtex) sonuçları

Çizelge 5.1.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin lineer yoğunluğuna etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.1' den de görüldüğü gibi en kalın iplik % 2,4 katkılı polyester ipliklerinde en ince iplik ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin kalınlığı artmıştır. Ancak Çizelge 5.2.'de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde % 2,4 titanyumdioksit oranına kadar poy ipliklerin lineer yoğunluğunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

5.1.2. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin kaynama çekme yüzdesine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.3. POY ipliklerin kaynama çekme yüzdesine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	43,686	6	7,281	1,378	,258

Çizelge 5.4. POY ipliklerin kaynama çekme yüzdesine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Poy Kaynama Çekme (%)
0	66,34 (1)
0,3	66,78 (1)
0,6	65,19 (1)
1	64,11 (1)
1,4	64,29 (1)
2,0	64,11 (1)
2,4	63,71 (1)

Çizelge 5.4 'de verilen SNK test sonuçlarına göre Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin kaynama çekme yüzdesi düşmekle birlikte Çizelge 5.3 'de verilen Anova tablosu incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kaynama çekme değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

5.1.3. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin düzgünlük değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.5. POY ipliklerin düzgünlük değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	,790	6	,132	,427	,854

Çizelge 5.6. POY ipliklerin düzgünlük değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Düğünlük (Um%)
0	2,20 (1)
0,3	2,12 (1)
0,6	2,12 (1)
1	2,12 (1)
1,4	2,36 (1)
2,0	2,43 (1)
2,4	2,49 (1)

Çizelge 5.6 'de verilen SNK test sonuçlarına göre Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin düğünlük değerleri artmakla birlikte Çizelge 5.5 'de verilen

Anova tablosu incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin düzgünlük değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

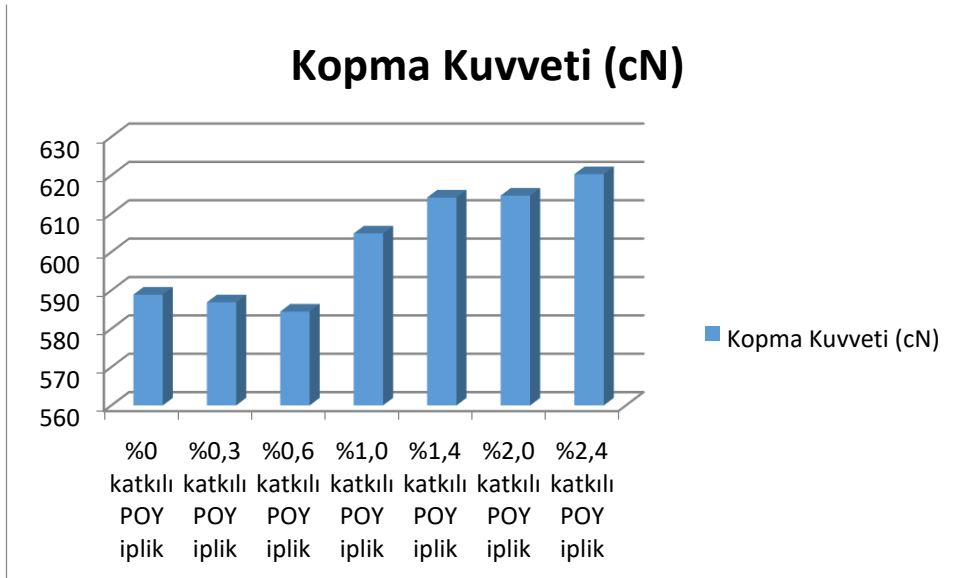
5.1.4. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin kopma kuvveti değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.7. POY ipliklerin kopma kuvveti değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	6801,069	6	1133,511	7,208	,000

Çizelge 5.8. POY ipliklerin kopma kuvveti değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kopma Kuvveti (cN)
0	588,87 (1)
0,3	586,87 (1)
0,6	584,46 (1)
1	604,82 (1)
1,4	614,18 (2)
2,0	614,68 (2)
2,4	620,28 (2)



Şekil 5.2. POY ipliklerin kopma kuvveti (cN) sonuçları

Çizelge 5.7.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kopma kuvveti özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.2' den de görüldüğü gibi en yüksek kopma kuvveti değeri % 2,4 katkılı polyester ipliklerinde en düşük kopma kuvveti değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin kopma kuvveti değerleri artmıştır. Ancak Çizelge 5.8.'de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde % 1,4 titanyumdioksit oranına kadar poy ipliklerin kopma kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Mukavemet açısından ideal titanyum dioksit oranı %1,4 olarak saptanmıştır.

Bu durum polimer matris içinde homojen dağılan TiO₂ nanotaneçiklerin yüksek miktarda ara yüzeyler oluşturarak life uygulanan gerilimin yapı içinde dengeli dağılmasını sağlaması ile açıklanabilir.

5.1.5 Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin kopma uzama değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.9. POY ipliklerin kopma uzama değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	45,951	6	7,659	1,114	,380

Çizelge 5.10. POY ipliklerin kopma uzama değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kopma Uzama (%)
0	126,00 (1)
0,3	125,39 (1)
0,6	125,82 (1)
1	125,3 (1)
1,4	124,87 (1)
2,0	124,28 (1)
2,4	122,38 (1)

Çizelge 5.10 'da verilen SNK test sonuçlarına göre Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliklerin kopma uzama değerleri azalmakla birlikte Çizelge 5.9 'da verilen

Anova tablosu incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kopma uzama değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

5.1.6. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY ipliklerin mukavemet değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.11. POY ipliklerin mukavemet değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	,146	6	,024	1,860	,123

Çizelge 5.12. POY ipliklerin mukavemet değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Mukavemet (cN/dtex)
0	2,08 (1)
0,3	2,08 (1)
0,6	2,12 (1)
1	2,14 (1)
1,4	2,18 (1)
2,0	2,19 (1)
2,4	2,28 (1)

Çizelge 5.12 'de verilen SNK test sonuçlarına göre Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliklerin kopma mukavemeti değerleri artmakla birlikte Çizelge 5.11 'de verilen Anova tablosu incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kopma mukavemeti değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

5.2. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre iplik özelliklerine etkisinin incelenmesi

Farklı oranlarda titanyum dioksit içeren textüre ipliklerin lineer yoğunlukları, kaynama çekme özellikleri, kıvrım toplaması, kıvrım modülü, kıvrım stabilitesi, kopma kuvveti, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve UV renk haslığı ve UV renk haslığı testi sonrası mukavemet kayıpları Çizelge 5.13, 5.15, 5.17, 5.19, 5.21, 5.23, 5.25, 5.27, 5.29 ve 5.31 de verilen ANOVA sonuçları, Çizelge 5.14, 5.16, 5.18, 5.20, 5.22, 5.24, 5.26, 5.28, 5.30

ve 5.32 de verilen SNK test sonuçları ve Şekil 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 ve 5.9 da verilen grafiklerle değerlendirilmiştir.

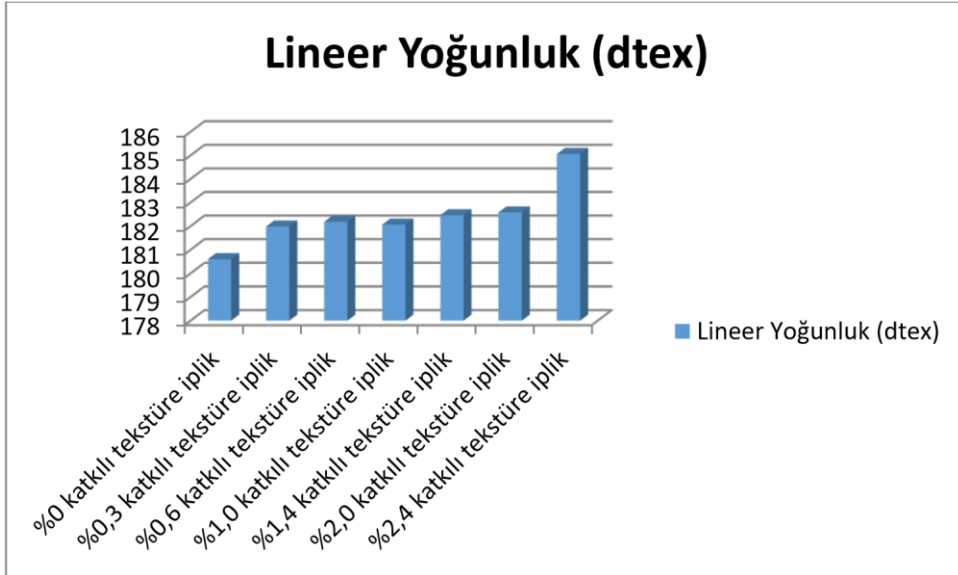
5.2.1. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.13. Tekstüre ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	53,450	6	8,908	6,637	,000

Çizelge 5.14. Tekstüre ipliklerin lineer yoğunluk değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Lineer Yoğunluk (dtex)
0	180,60 (1)
0,3	181,98 (1)
0,6	182,18 (1)
1	182,06 (1)
1,4	182,46 (1)
2,0	182,58 (1)
2,4	185,06 (2)



Şekil 5.3. Tekstüre ipliklerin lineer yoğunluk (dtex) sonuçları

Çizelge 5.13.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin lineer yoğunluğuna etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.3' den de görüldüğü gibi en kalın iplik % 2,4 katkılı polyester ipliklerinde en ince iplik ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin kalınlığı artmıştır. Ancak Çizelge 5.14.'de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde % 2,4 titanyumdioksit oranına kadar tekstüre ipliklerin lineer yoğunluğunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

5.2.2. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kaynama çekme yüzdesine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.15. Tekstüre ipliklerin kaynama çekme yüzdesine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	,993	6	,165	7,965	,000

Tekstüre ipliklerin

Çizelge 5.16. kaynama çekme yüzdesine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kaynama Çekme (%)
0	5,40 (1)
0,3	5,42 (2)
0,6	5,41 (1)
1	5,31 (1)
1,4	5,32 (1)
2,0	5,43 (1)
2,4	5,61 (2)

Çizelge 5.15.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kaynama çekme yüzdesine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Ancak Çizelge 5.16.'da verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranına göre tekstüre ipliklerin kaynama çekme yüzdesinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

5.2.3. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması yüzdesine etkisinin incelenmesi

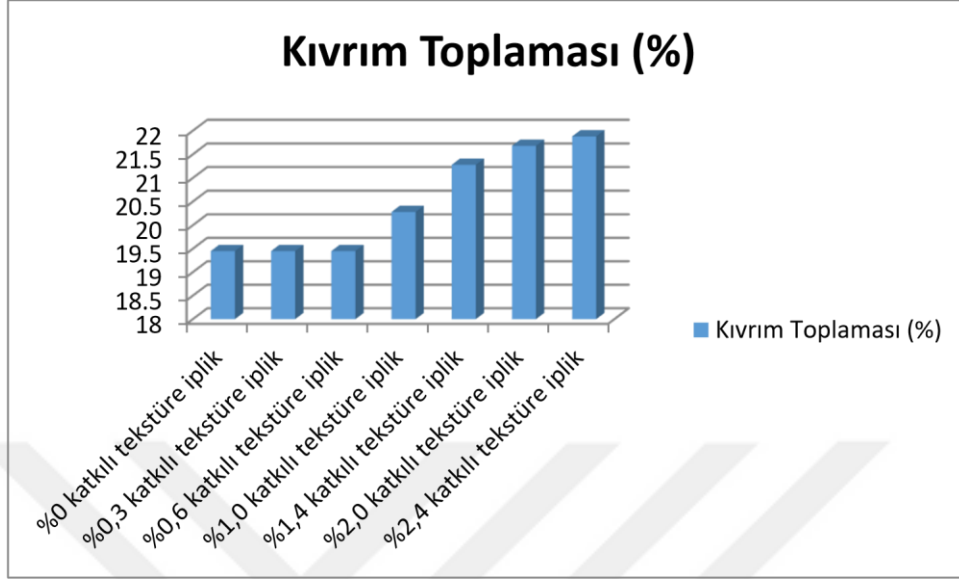
Çizelge 5.17. Tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması yüzdesine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	36,242	6	6,040	11,940	,000

Çizelge 5.18. Tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması yüzdesine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kıvrım Toplaması (%)
0	19,45 (1)
0,3	19,45 (1)
0,6	19,44 (1)
1	20,28 (1)
1,4	21,28 (2)

2,0	21,68 (2)
2,4	21,88 (2)



Şekil 5.4. Tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması (%) sonuçları

Çizelge 5.17.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kıvrım toplaması özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.4' de görüldüğü gibi en yüksek kıvrım toplaması değeri % 2,4 katkılı polyester ipliklerinde en düşük kıvrım toplaması değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Ancak Çizelge 5.18.'de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde % 1,4 titanyumdioksit oranına kadar tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

5.2.4. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kıvrım modülü yüzdesine etkisinin incelenmesi

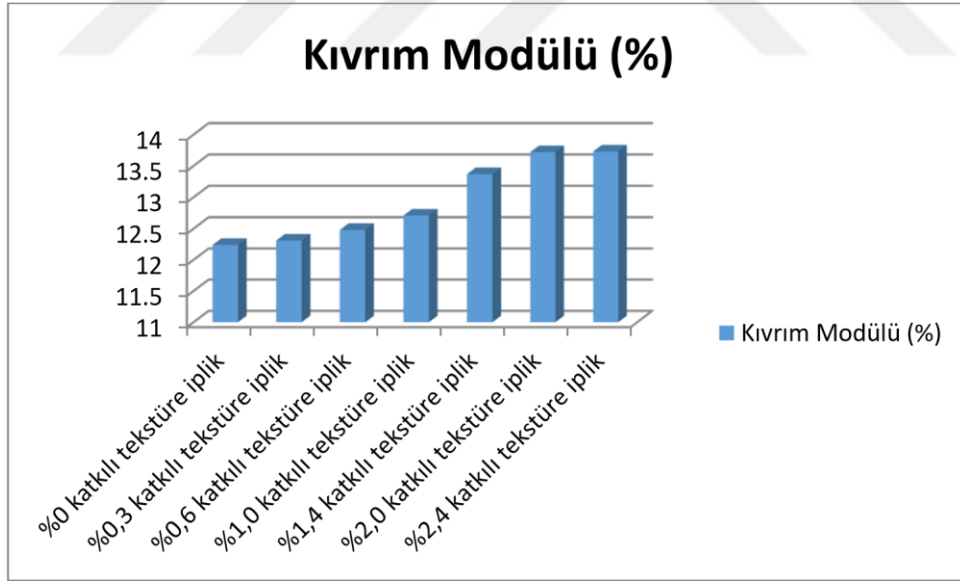
Çizelge 5.19. Tekstüre ipliklerin kıvrım modülü yüzdesine ait ANOVA tablosu

Tekstüre ipliklerin

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	12,846	6	2,141	5,941	,000

Çizelge 5.20. kıvrım modülü yüzdesine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kıvrım Modülü (%)
0	12,24 (1)
0,3	12,31 (1)
0,6	12,47 (1-2)
1	12,70 (1-2)
1,4	13,37 (2)
2,0	13,72 (3)
2,4	13,72 (3)



Şekil 5.5. Tekstüre ipliklerin kıvrım modülü (%) sonuçları

Çizelge 5.19.'da verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kıvrım modülü özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.5' de görüldüğü gibi en yüksek kıvrım

modülü değeri % 2,4 katkılı polyester ipliklerinde en düşük kıvrım modülü değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin kıvrım modülü değerleri artmıştır. Ancak Çizelge 5.20.'de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde % 2,0 titanyumdioksit oranına kadar tekstüre ipliklerin kıvrım modülü değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

5.2.5. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kıvrım stabilitesi yüzdesine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.21. Tekstüre ipliklerin kıvrım stabilitesi yüzdesine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	,267	6	,044	,120	,993

Çizelge 5.22. Tekstüre ipliklerin kıvrım stabilitesi yüzdesine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kıvrım Stabilitesi (%)
0	80,06 (1)
0,3	80,05 (1)
0,6	80,14 (1)
1	80,10 (1)
1,4	80,20 (1)
2,0	80,21 (1)
2,4	80,32 (1)

Çizelge 5.22 'de verilen SNK test sonuçlarına ve Çizelge 5.21 'da verilen Anova tablosu sonuçlarına bakıldığında polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kıvrım stabilitesi değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

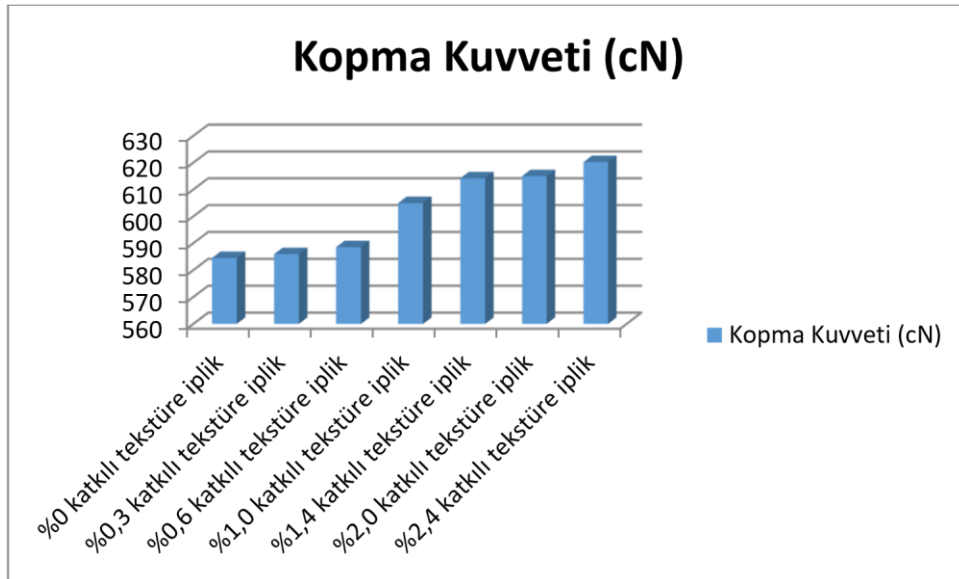
Tekstüre ipliklerin
5.2.6. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kopma kuvveti değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.23. Tekstüre ipliklerin kopma kuvveti değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	7092,292	6	1182,049	686,805	,000

Çizelge 5.24. kopma kuvveti değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kopma Kuvveti (cN)
0	584,50 (1)
0,3	585,94 (1)
0,6	588,54 (2)
1	604,96 (3)
1,4	614,18 (4)
2,0	614,98 (4)
2,4	620,63 (5)



Şekil 5.6. Tekstüre ipliklerin kopma kuvveti (cN) sonuçları

Çizelge 5.23.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kopma kuvveti özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.6' da görüldüğü gibi en yüksek kopma kuvveti değeri % 2,4 katkılı polyester ipliklerinde en düşük kopma kuvveti değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin kopma kuvveti değerleri artmıştır. Çizelge 5.24.'de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranı arttıkça, tekstüre ipliklerin kopma kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir.

Bu durum polimer matris içinde homojen dağılan TiO₂ nanotaneçiklerin yüksek miktarda ara yüzeyler oluşturarak life uygulanan gerilimin yapı içinde dengeli dağılmasını sağlaması ile açıklanabilir (Özen 2018).

5.2.7. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin mukavemet değerlerine etkisinin incelenmesi

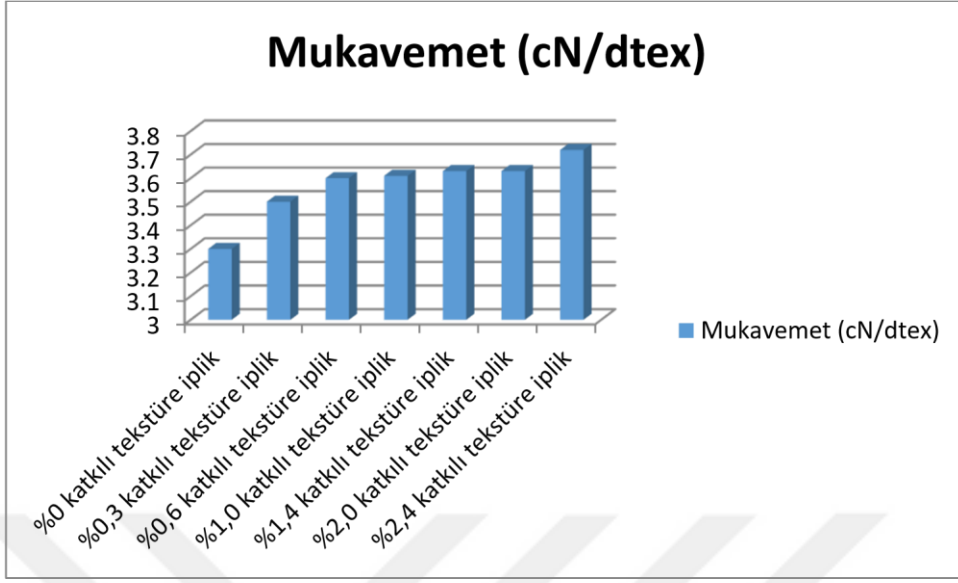
Çizelge 5.25. Tekstüre ipliklerin mukavemet değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	,536	6	,089	11,098	,000

Çizelge 5.26. Tekstüre ipliklerin mukavemet değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Mukavemet (cN/dtex)
0	3,30 (1)
0,3	3,50 (2)
0,6	3,60 (2-3)
1	3,61 (2-3)
1,4	3,62 (2-3)
2,0	3,62 (2-3)
2,4	3,72 (3)

Tekstüre ipliklerin



Şekil 5.7. Tekstüre ipliklerin mukavemet (cN/dtex) sonuçları

Çizelge 5.25.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin mukavemet özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.7' den de görüldüğü gibi en yüksek mukavemet değeri % 2,4 katkılı polyester ipliklerinde en düşük mukavemet değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin mukavemet değerleri artmıştır.

5.2.8. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin kopma uzama değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.27. Tekstüre ipliklerin kopma uzama değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	2,616	6	,436	,452	,838

Çizelge 5.28. Tekstüre ipliklerin kopma uzama değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kopma Uzama (%)
0	26,42 (1)
0,3	26,44 (1)
0,6	26,35 (1)
1	25,58 (1)
1,4	26,18 (1)
2,0	26,16 (1)
2,4	26,30 (1)

Çizelge 5.28 'de verilen SNK test sonuçlarına ve Çizelge 5.27 'de verilen Anova tablosu sonuçlarına bakıldığında polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin kopma uzama değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

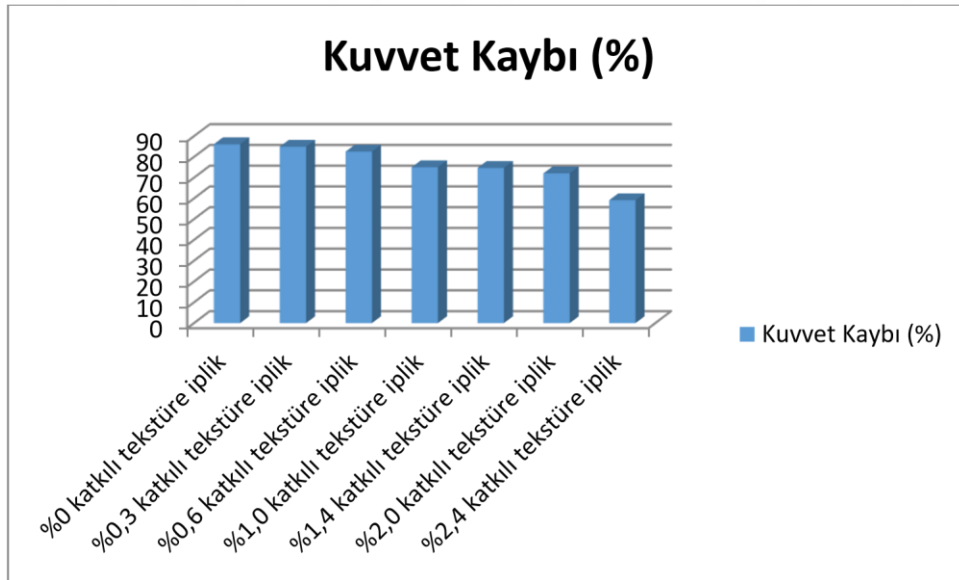
5.2.9. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin UV yaşlandırma testi sonucu kuvvet kaybı değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.29. Tekstüre ipliklerin kuvvet kaybı değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	2633,462	6	438,910	373,439	,000

Çizelge 5.30. Tekstüre ipliklerin kuvvet kaybı değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kuvvet Kaybı (%)
0	86,09 (5)
0,3	84,89 (5)
0,6	82,53 (4)
1	75,00 (3)
1,4	74,66 (3)
2,0	72,05 (2)
2,4	59,10 (1)



Şekil 5.8. Tekstüre ipliklerin kuvvet kaybı (%) sonuçları

Çizelge 5.29.'da verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin UV yaşlandırma test sonrası kuvvet kaybı

özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.8’ de görüldüğü gibi en yüksek kuvvet kaybı değeri katkısız polyester ipliklerinde en düşük kuvvet kaybı değeri ise %2,4 katkılı polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin mukavemet değerleri artmıştır. Çizelge 5.30.’da verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranı arttıkça, tekstüre ipliklerin kuvvet kaybı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir.

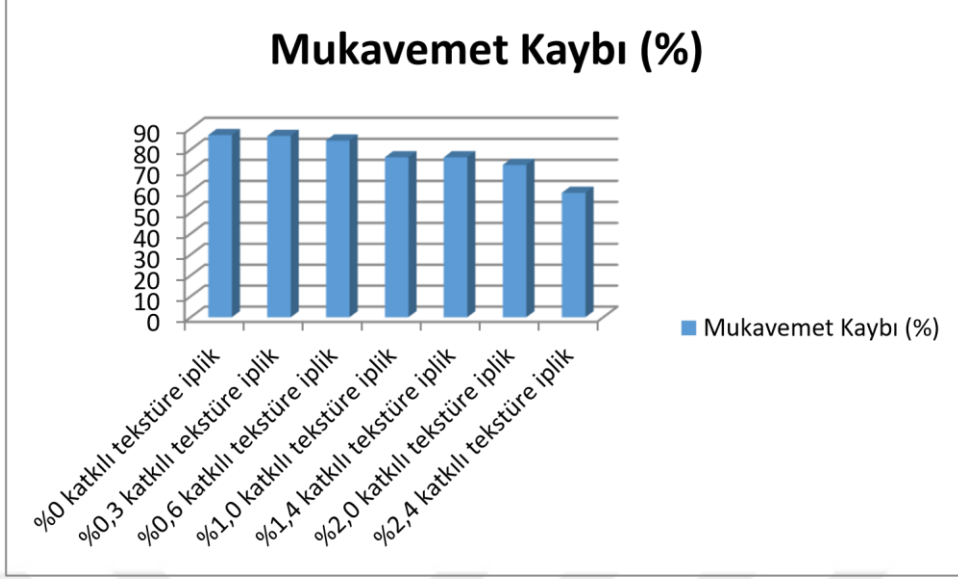
5.2.10. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin UV yaşlandırma testi sonucu mukavemet kaybı değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.31. Tekstüre ipliklerin mukavemet kaybı değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	2837,415	6	472,902	302,334	,000

Çizelge 5.32. Tekstüre ipliklerin mukavemet kaybı değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Mukavemet Kaybı (%)
0	86,89 (5)
0,3	86,49 (5)
0,6	84,29 (4)
1	76,31 (3)
1,4	76,31 (3)
2,0	72,65 (2)
2,4	59,44 (1)



Şekil 5.9. Tekstüre ipliklerin mukavemet kaybı (%) sonuçları

Çizelge 5.31.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının ipliklerin mukavemet kaybı özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.9' da görüldüğü gibi en yüksek mukavemet kaybı değeri katkısız polyester ipliklerinde en düşük kuvvet kaybı değeri ise %2,4 katkılı polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliğin mukavemet değerleri artmıştır. Çizelge 5.32.'da verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranı arttıkça, tekstüre ipliklerin mukavemet kaybı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir.

5.3. Farklı oranlarda titanyum dioksitin dokuma kumaş özelliklerine etkisinin incelenmesi

Farklı oranlarda titanyum dioksit içeren ipliklerden oluşan dokuma kumaşların kalınlıkları, gramajları, kopma kuvveti, kopma uzaması, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, yırtılma mukavemeti ve termal özellikleri Çizelge 5.33, 5.35, 5.37, 5.39, 5.41, 5.43, 5.45, 5.47, 5.49, 5.51, 5.53, 5.55, 5.57, 5.59, 5.61 ve 5.63’de verilen ANOVA sonuçları, Çizelge 5.34, 5.36, 5.38, 5.40, 5.42, 5.44, 5.46, 5.48, 5.50, 5.52, 5.54, 5.56, 5.58, 5.60, 5.62, 5.64 ve 5.66 da verilen SNK test sonuçları ve Şekil 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18 ve 5.19 da verilen grafiklerle değerlendirilmiştir.

5.3.1. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan dokuma kumaşların kalınlık değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.33. Dokuma kumaşların kalınlık değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	,000	6	8,000E-05	1,037	,423

Çizelge 5.34. Dokuma kumaşların kalınlık değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kalınlık (mm)
0	0,31 (1)
0,3	0,31 (1)
0,6	0,31 (1)
1	0,31 (1)
1,4	0,32 (1)
2,0	0,32 (1)
2,4	0,32 (1)

Çizelge 5.34 ’de verilen SNK test sonuçlarına ve Çizelge 5.33 ‘de verilen Anova tablosu sonuçlarına bakıldığında polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının kumaşların kalınlık değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

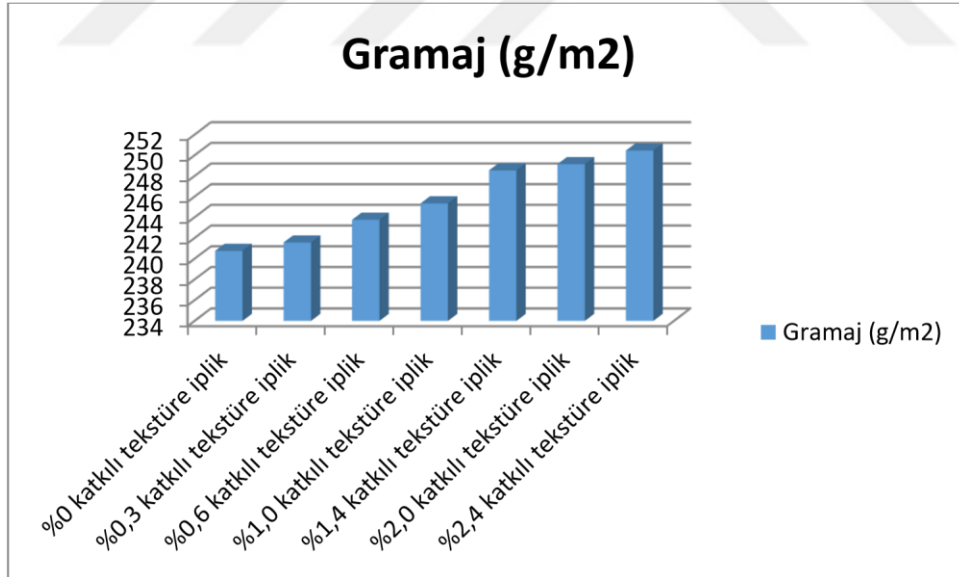
5.3.2. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların gramaj değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.35. Dokuma kumaşların gramaj değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	439,883	6	73,314	44,000	,000

Çizelge 5.36. Dokuma kumaşların gramaj değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Gramaj (g/m ²)
0	240,76 (1)
0,3	241,56 (1)
0,6	243,76 (2)
1	245,34 (2)
1,4	248,54 (3)
2,0	249,14 (3)
2,4	250,46 (3)



Şekil 5.10. Dokuma kumaşların gramaj (g/m²) sonuçları

Çizelge 5.35.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının kumaşların gramaj özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.10' da görüldüğü gibi en yüksek gramaj değeri %2,4

katkılı kumaşta en düşük gramaj değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça kumaşın gramaj değeri artmıştır. Çizelge 5.36.'da verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranı arttıkça, kumaşının gramaj değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir.

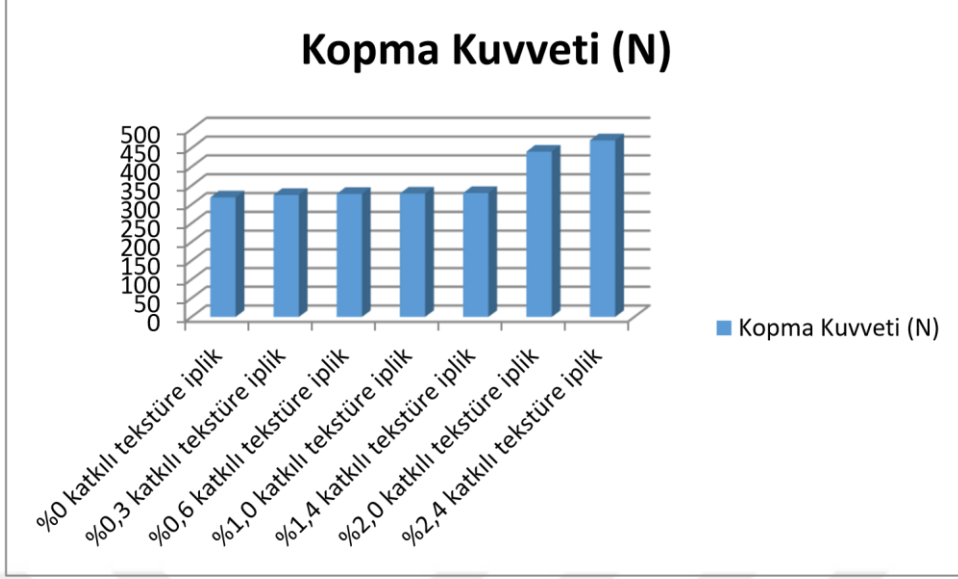
5.3.3. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların kopma kuvveti değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.37. Dokuma kumaşların kopma kuvveti değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	121404,758	6	20234,126	11756,459	,000

Çizelge 5.38. Dokuma kumaşların kopma kuvveti değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kopma Kuvveti (N)
0	319,24 (1)
0,3	325,67 (2)
0,6	328,4480 (3)
1	329,32 (3-4)
1,4	330,72 (4)
2,0	440,60 (5)
2,4	470,62 (6)



Şekil 5.11. Dokuma kumaşların kopma kuvveti (N) sonuçları

Çizelge 5.37.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının kumaşların kopma kuvveti özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.11' de görüldüğü gibi en yüksek kopma kuvveti değeri % 2,4 katkı polyester ipliklerinde en düşük kopma kuvveti değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça kumaşın kopma kuvveti değerleri artmıştır. Çizelge 5.38.'de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranı arttıkça, kumaşının kopma kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir.

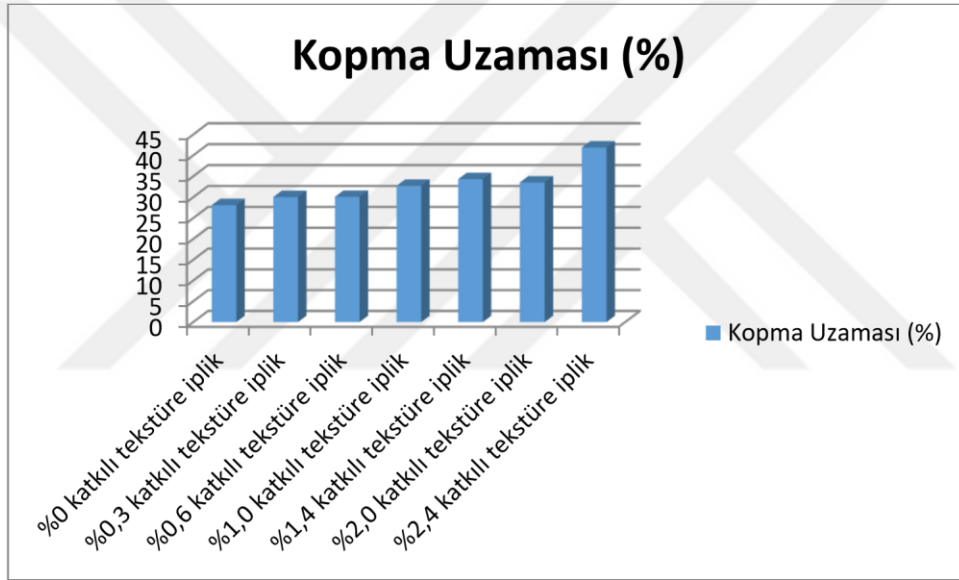
5.3.4. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların kopma yüzde uzaması değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.39. Dokuma kumaşların kopma yüzde uzaması değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	610,866	6	101,811	40,402	,000

Çizelge 5.40. Dokuma kumaşların kopma yüzde uzaması değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Kopma Uzaması (%)
0	28,1 (1)
0,3	30,05 (1)
0,6	30,08 (1)
1	32,72 (2)
1,4	34,32 (2)
2,0	33,52 (2)
2,4	41,88 (3)



Şekil 5.12. Dokuma kumaşların kopma yüzde uzama (%) sonuçları

Çizelge 5.39.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının kumaşların kopma yüzde uzama özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.12' de görüldüğü gibi en yüksek kopma yüzde uzama değeri % 2,4 katkılı polyester ipliklerinde, en düşük kopma yüzde uzama değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça kumaşın kopma yüzde uzama değerleri artmıştır. Çizelge 5.40.'da verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranı

arttıkça, kumaşının kopma yüzde uzama değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir.

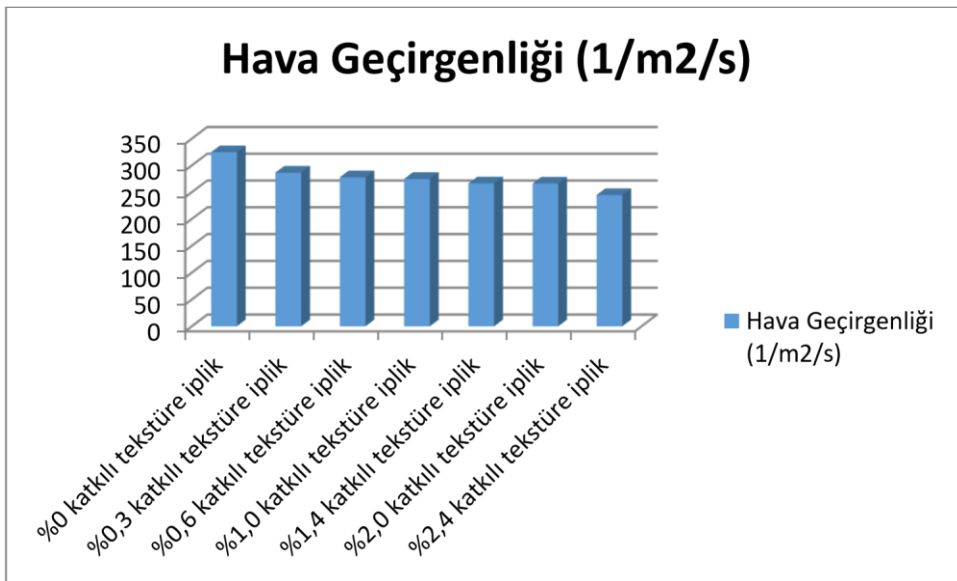
5.3.5. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların hava geçirgenliği değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.41. Dokuma kumaşların hava geçirgenliği değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	18200,366	6	3033,394	248,322	,000

Çizelge 5.42. Dokuma kumaşların hava geçirgenliği değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Hava Geçirgenliği (1/m ² /s)
0	324,66 (5)
0,3	286,46 (4)
0,6	277,7 (3)
1	274,5 (3)
1,4	266,36 (2)
2,0	266,16 (2)
2,4	244,72 (1)



Şekil 5.13. Dokuma kumaşların hava geçirgenliği ($1/m^2/s$) sonuçları

Çizelge 5.41.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının kumaşların hava geçirgenliği özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.13 ve 5.42' den de görüldüğü gibi en yüksek hava geçirgenliği değeri katkısız polyester ipliklerinde, en düşük hava geçirgenliği değeri ise %2,4 katkılı polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça kumaşın hava geçirgenliği değerleri azalmıştır.

Hava geçirgenliği, deney numunesinin alanı, deney numunesinin iki yüzü arasındaki basınç farkı ve zaman parametrelerine bağlı olarak deney numunesinden dik olarak geçen hava akımının hızıdır. Kumaşın yapısal parametreleri (hammadde, iplik özellikleri, kumaş tipi, örgü yapısı, kumaş kalınlığı, gördüğü terbiye işlemleri), çevresel faktörler (sıcaklık, nem, rüzgar hızı, basınç) kumaşın fiziksel, kimyasal, mekanik özellikleri yanında konfor özelliklerini de (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, termal geçirgenlik) etkilemektedir. (Hoerner 1952, Mavruz ve Oğulata 2009). Hammadde ve iplik özelliklerine bağlı olarak oluşan kumaşın geçirgenlik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. İplik kalınlaştıkça oluşan gözenekleri kapanan kumaş yapısı hava geçişine daha az imkan tanıdığı için, hava geçirgenliği değerinin azaldığı düşünülmektedir (Turan ve Okur 2008, Ala ve ark. 2017).

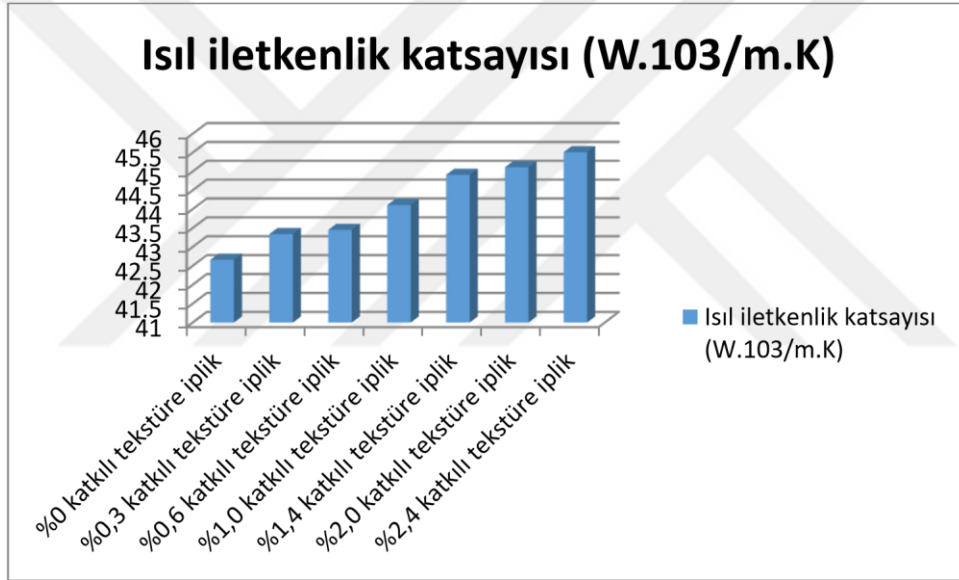
5.3.6. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.43. Dokuma kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	33,596	6	5,599	5,786	,001

Çizelge 5.44. Dokuma kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Isıl İletkenlik Katsayısı ($W \cdot 10^3/m \cdot K$)
0	42,66 (1)
0,3	43,34 (1-2)
0,6	43,45 (1-2)
1	44,11 (1-2)
1,4	44,91 (2-3)
2,0	45,11 (2-3)
2,4	45,51 (3)



Şekil 5.14. Dokuma kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ($W \cdot 10^3/m \cdot K$) sonuçları

Çizelge 5.43.'de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının kumaşların ısı iletkenlik katsayısı özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.14 ve çizelge 5.44' de görüldüğü gibi en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değeri %2,4 katkı oranlı polyester ipliklerinde, en düşük ısı iletkenlik değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir.

Termal iletkenlik katsayısı bir materyalden birim kalınlıkta $1^{\circ}K$ sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının bir ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz

kaldığında gerçekleşmektedir. Kıyafetlerde yüksek termal iletkenlik özelliği, fiziksel aktiviteler esnasında vücutta oluşan fazla ısı miktarının uzaklaştırılmasını desteklemektedir. Durgun hava bütün liflerle kıyaslandığında en düşük termal iletkenlik katsayısına sahiptir. ($\lambda_{air}=0,026 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$) Bu nedenle kumaş yapısı içerisinde bulunan hava miktarı kumaşların ısı iletkenlik özellikleri açısından en önemli parametredir. Kumaş yapısı içerisindeki boşluk miktarı azaldıkça kumaşın sahip olduğu hava miktarı azalır ve bu durum kumaşın iletkenlik özelliğini artırır. (Marmaralı ve ark. 2006, Yüksel 2010, Çarkıt 2012, Marmaralı ve Oğlaktıoğlu 2013). Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça lif içerisinde bulunan boşluklar azalmakta yerini titanyum dioksit kaplamaktadır. Havanın ısı iletkenlik katsayısı çok düşük olduğu için titanyum dioksit oranı arttıkça polyester ipliklerin ısı iletkenlikleri artmakta buna bağlı olarak bu ipliklerden oluşan kumaşların ısı iletkenlikleri de artmaktadır.

5.3.7. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların ısı yayılım katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.45. Dokuma kumaşların ısı yayılım katsayısı değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	,002	6	,000	,619	,713

Çizelge 5.46. Dokuma kumaşların ısı yayılım katsayısı değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Isıl Yayılım Katsayısı ($\text{m}^2 \cdot 10^6/\text{s}$)
0	0,07 (1)
0,3	0,06 (1)
0,6	0,05 (1)
1	0,05 (1)
1,4	0,07 (1)
2,0	0,07 (1)
2,4	0,06 (1)

Çizelge 5.45’de verilen Anova tablosu ve Çizelge 5.46’da verilen SNK test sonuçları incelendiğinde kumaşlarda titanyum dioksit oranının ısı yayılım katsayısı değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

5.3.8. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların ısı etkinlik katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.47. Dokuma kumaşların ısı etkinlik katsayısı değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	2071,817	6	345,303	145,368	,000

Çizelge 5.48. Dokuma kumaşların ısı etkinlik katsayısı değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Isıl Etkinlik Katsayısı ($W.s^{1/2}/K.m^2$)
0	161,83 (1)
0,3	160,23 (1)
0,6	161,23 (1)
1	173,44 (2)
1,4	173,44 (2)
2,0	176,24 (3)
2,4	180,66 (4)

Çizelge 5.47.’de verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının kumaşların ısı etkinlik katsayısı özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Çizelge 5.48.’de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranı arttıkça, kumaşın ısı etkinlik katsayısı artmaktadır. Isıl etkinlik katsayısı kumaşa dokunulduğunda hissedilen

sıcaklık ve soğukluk hissiyle ilgili olup ısı iletkenlik katsayısı arttıkça soğukluk hissi artmaktadır.

5.3.9. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların ısı direnç değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.49. Dokuma kumaşların ısı direnç değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	4,909	6	,818	,229	,964

Çizelge 5.50. Dokuma kumaşların ısı direnç değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Isıl Direnç (Km ² /W.10 ³)
0	12,4 (1)
0,3	11,61 (1)
0,6	11,41 (1)
1	12,01 (1)
1,4	12,15 (1)
2,0	12,21 (1)
2,4	11,41 (1)

Çizelge 5.49’de verilen Anova tablosu ve Çizelge 5.50’de verilen SNK test sonuçları incelendiğinde kumaşlarda titanyum dioksit oranının ısı direnç değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

5.3.10. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.51. Dokuma kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	,002	6	,000	,615	,716

Çizelge 5.52. Dokuma kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış oranına ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Maksimum ve Kararlı Isı Akış Oranı
0	0,07 (1)
0,3	0,06 (1)
0,6	0,06 (1)
1	0,05 (1)
1,4	0,07 (1)
2,0	0,07 (1)
2,4	0,06 (1)

Çizelge 5.51’de verilen Anova tablosu test sonuçları ve Çizelge 5.52’de verilen SNK test sonuçları incelendiğinde kumaşlarda titanyum dioksit oranının maksimum ve kararlı ısı akış oranına etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

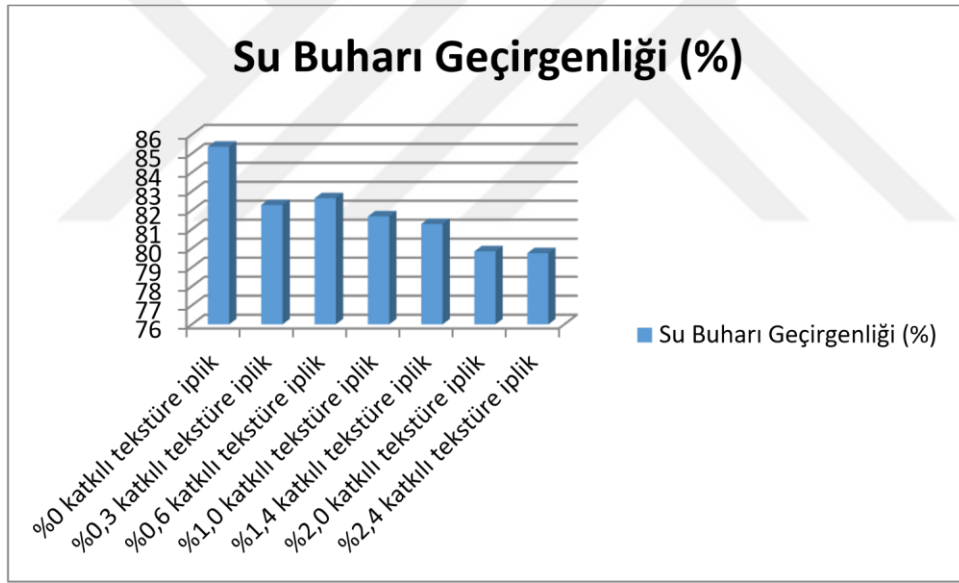
5.3.11. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.53. Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	109,863	6	18,311	4,330	0,003

Çizelge 5.54. Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Su Buharı Geçirgenliği (%)
0	85,36 (2)
0,3	82,28 (1-2)
0,6	82,64 (1-2)
1	81,68 (1)
1,4	81,28 (1)
2,0	79,84 (1)
2,4	79,74 (1)



Şekil 5.15. Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği (%) sonuçları

Çizelge 5.55’de verilen Anova tablosu test sonuçları incelendiğinde kumaşlarda titanyum dioksit oranının su buharı geçirgenliği değerlerine etkisinin istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir. Şekil 5.15’de % 2,4 katkılı polyester iplikten elde edilen kumaşın su buharı geçirgenliği değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 5.56.’da verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyumdioksit oranı

değiştikçe, kumaşının su buharı geçirgenliği yüzdesinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir.

Su buharı veya sıvı nem geçirgenliği materyalin hava geçirgenliği ve giyim sırasındaki ısı konfor algılarıyla bire bir ilgilidir. Gözenekleri kapalı kumaş yapısı su buharı geçişine daha az imkan tanır, su buharı geçirgenliği değeri de azalır (Turan ve Okur 2008, Ala ve ark. 2017). Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliklerin kalınlıkları arttığı için kumaşların gözenekliliği ve buna bağlı olarak su buharı geçirgenliğinin de azaldığı düşünülmektedir.

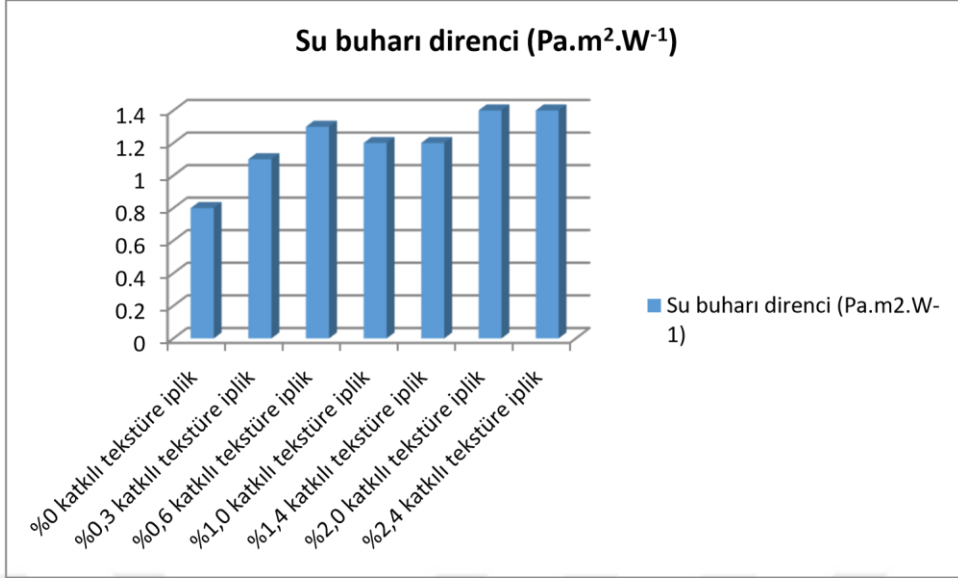
5.3.12. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların su buharı direnci değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.55. Dokuma kumaşların su buharı direnci değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	1,123	6	,187	3,996	0,005

Çizelge 5.56. Dokuma kumaşların su buharı direnci değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m ² .W ⁻¹)
0	0,88 (1)
0,3	1,12 (1-2)
0,6	1,32 (2)
1	1,22 (1-2)
1,4	1,22 (1-2)
2,0	1,40 (2)
2,4	1,46 (2)



Şekil 5.16. Dokuma kumaşların su buharı direnci (Pa.m².W⁻¹) sonuçları

Çizelge 5.57’de verilen Anova tablosu test sonuçları incelendiğinde kumaşlarda titanyum dioksit oranının su buharı direnci değerlerine etkisinin istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir. Şekil 5.16 ve 5.58’ den de görüldüğü gibi % 2,4 katkılı polyester iplikten elde edilen kumaşın su buharı direnci değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça su buharı direnci oranı artmıştır. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça ipliklerin kalınlıkları arttığı için kumaşların gözenekliliğinin azaldığı ve buna bağlı olarak su buharı direncinin arttığı düşünülmektedir.

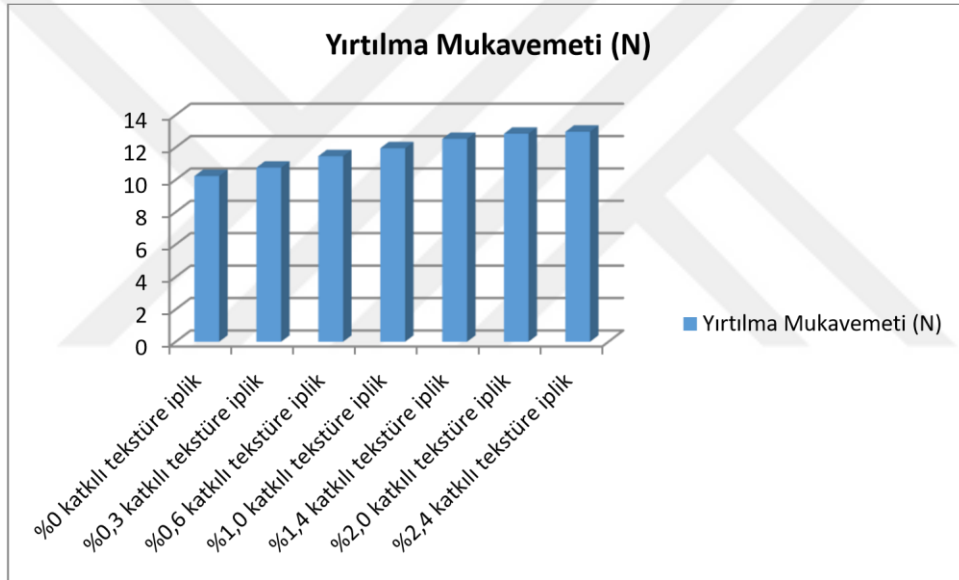
5.3.13. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların atkı yırtılma mukavemeti değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.57. Dokuma kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	34,144	6	5,691	11,273	0,000

Çizelge 5.58. Dokuma kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Yırtılma Mukavemeti (N)
0	10,19 (1)
0,3	10,79 (1-2)
0,6	11,41 (2)
1	11,91 (3-4)
1,4	12,57 (4)
2,0	12,89 (4)
2,4	12,93 (4)



Şekil 5.17. Dokuma kumaşların yırtılma mukavemeti (N) sonuçları

Çizelge 5.59.'da verilen Anova tablosu sonuçları incelendiğinde polyester ipliklerde titanyum dioksit oranının kumaşların atkı yırtılma mukavemeti özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5.17' de görüldüğü gibi en yüksek yırtılma mukavemeti değeri %2,4 katkı oranlı polyester ipliklerinde, en düşük yırtılma mukavemeti değeri ise katkısız polyester ipliklerinde elde edilmiştir. Çizelge 5.60.'de verilen SNK test sonuçlarına göre polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı değiştikçe, kumaşının yırtılma mukavemeti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir.

Yırtılma mukavemeti, kumaşa çok yönlü uygulanan kuvvete karşı kumaşın dayanımını gösteren bir büyüklüktür (Erdem 2010). İplik kalınlığı arttıkça yırtılma mukavemeti artmaktadır (Kurtça 2001, Can 2004, Kırtay ve Can 2009, Erdem 2010, Tayyar 2010).

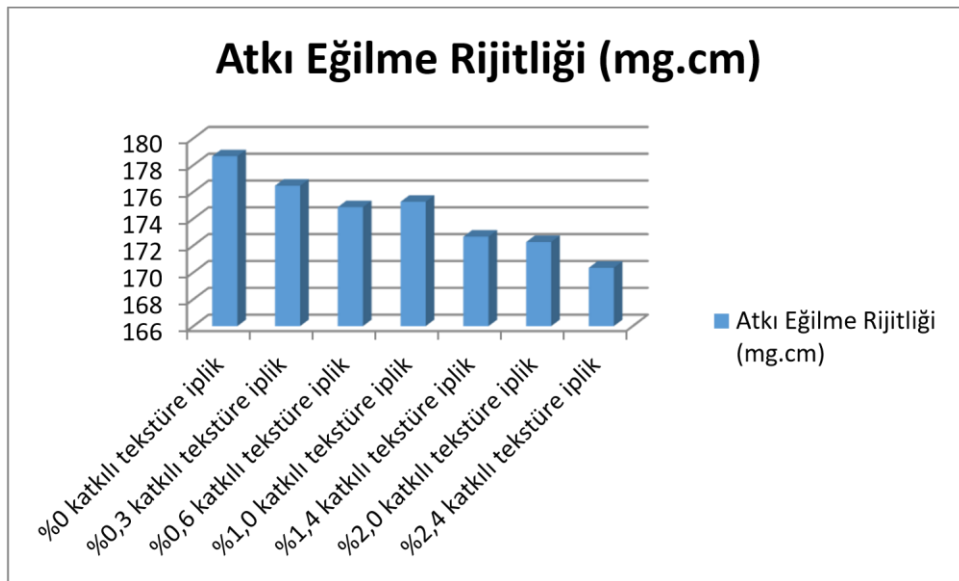
5.3.14. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların atkı eğilme rijitliği değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.59. Dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliği değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	237,102	6	39,517	19,291	0,000

Çizelge 5.60. Dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliği değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Atkı Eğilme Rijitliği (mg.cm)
0	178,66 (4)
0,3	176,46 (3)
0,6	174,86 (3)
1	175,26 (3)
1,4	172,66 (2)
2,0	172,26 (2)
2,4	170,34 (1)



Şekil 5.18. Dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm) sonuçları

Çizelge 5.61 ve 5.62’ de verilen Anova tablosu ve SNK test sonuçları incelendiğinde kumaşlarda titanyum dioksit oranının atkı eğilme rijitliği değerlerine etkisinin istatistiksel olarak etkili olduğu görülmektedir. Eğilme rijitliği bir kumaşın eğilmeye karşı gösterdiği dirençtir ve eğilme rijitliği yüksek olan kumaşlar serttir ve eğilme rijitliği arttıkça dökümlülük azalmaktadır (Ak 2006, Gürcüm 2009). Şekil 5.18’de görüldüğü gibi % 2,4 katkılı polyester iplikten elde edilen kumaşın atkı eğilme rijitliği değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. İpliklerin titanyum dioksit oranı arttıkça daha kıvrımlı ve daha yumuşak bir hal aldığı için ipliklerde titanyum dioksit oranı arttıkça atkı eğilme rijitliği oranı azalmıştır.

5.3.15. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların çözgü eğilme rijitliği değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.61. Dokuma kumaşların çözgü eğilme rijitliği değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	29,831	6	4,972	5,714	0,001

Çizelge 5.62. Dokuma kumaşların çözgü eğilme rijitliği değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Çözgü Eğilme Rijitliği (mg.cm)
0	172,55 (2)
0,3	172,04 (2)
0,6	170,41 (1)
1	170,23 (1)
1,4	172,44 (2)
2,0	171,01 (1-2)
2,4	172,32 (2)

Çizelge 5.63’de verilen Anova tablosu test sonuçları incelendiğinde kumaşlarda titanyum dioksit oranının çözgü eğilme rijitliği değerlerine etkisinin istatistiksel olarak etkili olduğu görülmektedir. Ancak çözgü ipliği sabit tutulduğu için Çizelge 5.64.’de verilen SNK test sonuçlarından da görüleceği gibi polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı değiştikçe, kumaşının çözgü eğilme rijitliği değerlerinde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

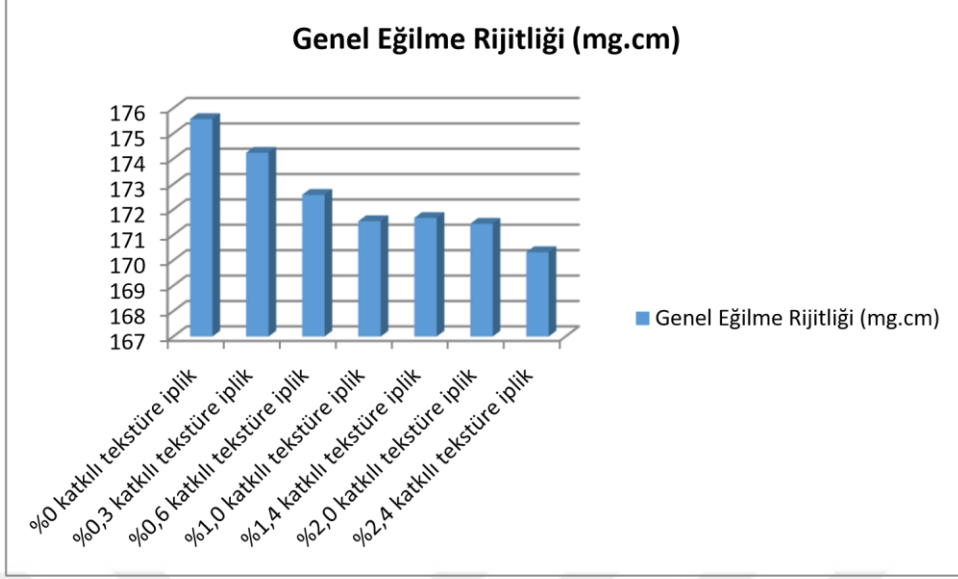
5.3.16. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların genel eğilme rijitliği değerlerine etkisinin incelenmesi

Çizelge 5.63. Dokuma kumaşların genel eğilme rijitliği değerlerine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Titanyumdioksit Oranı	80,375	6	13,396	21,180	0,000

Çizelge 5.64. Dokuma kumaşların genel eğilme rijitliği değerlerine ait SNK test sonuçları

Titanyum dioksit Oranı (%)	Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)
0	175,57 (3)
0,3	174,21 (2)
0,6	172,60 (1)
1	171,43 (1)
1,4	173,84 (2)
2,0	171,63 (1)
2,4	171,33 (1)



Şekil 5.19. Dokuma kumaşların genel eğilme rijitliği (mg.cm) sonuçları

Çizelge 5.65’de verilen Anova tablosu test sonuçları incelendiğinde kumaşlarda titanyum dioksit oranının genel eğilme rijitliği değerlerine etkisinin istatistiksel olarak etkili olduğu görülmektedir. Şekil 5.19.’da görüldüğü gibi % 2,4 katkılı polyester iplikten elde edilen kumaşın genel eğilme rijitliği değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 5.66.’da verilen SNK test sonuçlarından da görüleceği gibi polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça atkı eğilme rijitliği azalmakta ve çözgü ipliği sabit tutulduğu için kumaşların genel eğilme rijitliği değerlerinde azaldığı düşünülmektedir.

5.3.17. Farklı oranlarda titanyum dioksit eklenerek elde edilen tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı değerlerine etkisinin incelenmesi

Karışımındaki titanyum dioksit oranı arttıkça; kumaşlarda atkı yönlü pilling oluşumu hemen hemen aynı kalmıştır. %1,0 titanyum dioksit içeren kumaş yapısına kadar değerlerde anlamlı bir değişim olmamıştır. Boncuklanma (pilling) kumaş yüzeyine tutunan küçük, karmaşık hale gelmiş lif kümeleridir ve kumaş yüzey hatasıdır.

Boncuklanma kumaş yüzeyinden çıkan gevşek liflerin kullanım ve yıkama sürecinde karmaşıklaşarak (düğümçüklenecek) küçük lif topçukları oluşturmasıdır.

Boncuklanmayı etkileyen faktörler lif özellikleri (lif cinsi, lif inceliği, lif uzunluğu ve uzunluk dağılımı, lif mukavemeti ve eğilme direnci, lif enine kesit şekli), iplik özellikleri (iplik eğirme yöntemi, bükümü, numarası, kat adedi, tüylülüğü), kumaş özellikleridir (kumaşın yapısı, sıklığı, gramajı, örgü tipi) (Bozdoğan 2010, Özdil 2014). Bu çalışmada kumaşta pilling değerinin %1,0 titanyum dioksit katkısına kadar aynı kaldığı, %1,4- %2,0- %2,4 titanyum katkılarında ise ufakta olsa bir miktar iyileşmenin olduğu görülmüştür.

5.4. Farklı oranlarda titanyum dioksitin POY iplik özelliklerine etkisi

Yapılan bu çalışmanın bu kısmında polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranının POY ipliklerin lineer yoğunluğuna, mukavemet özelliklerine, düzgünlük özelliklerine ve kaynama çekmesine etkisi incelenmiş ve POY ipliklerde titanyum dioksit oranının değişmesinin sadece ipliklerin lineer yoğunluğuna ve kopma kuvvetine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Karışımda titanyum dioksit oranının artması POY ipliğinin kalınlığını ve buna bağlı olarak kopma kuvveti değerlerini arttırmıştır. % 1,4 titanyum dioksit içeren POY ipliklerde yüksek mukavemet elde edilirken iplik numarasındaki değişim istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Dolayısıyla POY ipliklerin mukavemet özellikleri açısından optimum karışım oranının % 1,4 olduğu söylenebilir.

5.5. Farklı oranlarda titanyum dioksitin tekstüre iplik özelliklerine etkisi

Gerçekleştirilen çalışmanın bu kısmında karışımda titanyum dioksit oranının tekstüre ipliklerin lineer yoğunluğuna, kıvrım özelliklerine, kaynama çekmesine, mukavemet özelliklerine ve UV haslığına etkisi incelenmiştir. POY ipliklerle benzer şekilde karışımda titanyum dioksit oranı arttıkça tekstüre polyester ipliklerin kalınlığı artmış ve buna bağlı olarak kopma kuvveti ve mukavemeti değerleri artmıştır. POY ipliklerle benzer şekilde kaynama çekmesi değerlerinde anlamlı bir farklılık elde edilemezken karışımda titanyum dioksitin artması tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması ve kıvrım modülü değerlerini arttırmıştır. Maksimum kıvrım toplaması ve kıvrım modülü için %

1,4 ile % 2 lik titanyum dioksit oranı maksimum kopma mukavemeti için % 0,6 lik titanyum dioksit oranı optimum oranlardır. Ancak elde edilen belkide en önemli sonuç karışımda titanyum dioksit oranının artması ile UV renk haslığı testi sonrasında meydana gelen mukavemet kayıplarındaki azalmadır. 7 farklı karışım oranı için elde edilen mukavemet kayıpları 5 seviyededir. Dolayısıyla istenilen UV dayanımına göre titanyum dioksit oranı belirlenmelidir. Ancak bunlar belirlenirken ipliklerin özellikle mukavemet ve kıvrım özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

5.6. Farklı oranlarda titanyum dioksitin dokuma kumaş özelliklerine etkisi

Çalışmanın bu kısmında farklı oranlarda titanyum dioksit içeren tekstüre ipliklerden oluşmuş dokuma kumaşların kalınlık, gramaj, mukavemet özellikleri (kopma ve yırtılma mukavemeti), hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve termal özellikler gibi konfor özellikleri ve eğilme özellikleri değerlendirilmiştir.

Kumaşların gramaj ve kalınlık değerleri karışımda titanyum dioksit oranı arttıkça artmıştır. Kumaşların kalınlığındaki artış az olmakla birlikte kumaşların gramajlarındaki artış daha belirgindir. Karışımdaki titanyum dioksit oranının artışı POY ve tekstüre ipliklerin kalınlığının artışına sebep olmuştur. Bu artışın kumaşın gramajının da artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Gramajdaki artış da kumaşın kopma kuvvetinin ve yırtılma mukavemetinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Karıışımdaki titanyum dioksit oranının artması hava ve su buharı geçirgenlik değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Hava ve su buharı geçirgenlik özellikleri özellikle gözeneklilik ile ilgili olup bir kumaşın gözenekliliği, lif yapısı, iplik özellikleri(büküm miktarı ve metodu, tekstüre miktarı ve metodu, kumaş özellikleri (sıklık, kalınlık, gramaj, örgü tipi, örtme faktörü) ve uygulanan kimyasal işlemler gibi pek çok faktöre bağlıdır. Bu çalışmada tüm lif, iplik ve kumaş elde edilirken titanyum dioksit oranı dışında tüm parametreler sabit tutulmuştur. Titanyum dioksit lif içerisinde bulunan boşlukları doldurarak ara yüzeyler oluşturduğu için lif içerisinde boşluk miktarının dolayısıyla kumaştaki boşluk yani gözenekliliğin azaldığı düşünülmektedir. Bu gözeneklilikten hava geçirgenliği daha belirgin bir şekilde etkilenmiş olup su buharı

geçirgenlik değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Ortalama hava geçirgenliği değeri % 0,6 ile % 1 lik titanyum dioksit oranında elde edilirken su buharı geçirgenliği için optimum değer %0,6 dır.

Karışımında titanyum dioksit oranı arttıkça kumaşların ısı iletkenlik değerleri artmıştır. Polyester ipliklerinde titanyum dioksit oranı arttıkça lif içerisinde bulunan boşluklar azalmakta yerini titanyum dioksit kaplamaktadır. Havanın ısı iletkenlik katsayısı çok düşük olduğu için titanyum dioksit oranı arttıkça boşluk miktarının azalmasına bağlı olarak polyester ipliklerin ısı iletkenlikleri artmakta buna bağlı olarak bu ipliklerden oluşan kumaşların ısı iletkenlikleri de artmaktadır. Kumaşların atkı ve genel eğilme dayanımları karışımında titanyum dioksit oranı arttıkça azalmıştır. Yani kumaş daha yumuşak bir hale gelmiştir. Bu sonucu tekstüre ipliklerin kıvrım toplaması ve kıvrım modülü sonuçları da desteklemektedir. Textüre işleminin bilindiği gibi sentetik esaslı filament ipliklerin kesikli doğal liflerin sahip olduğu tutum, yumuşaklık gibi özelliklere benzemesi için yapılan bir işlemdir ve karışımında titanyum dioksit oranı arttıkça tekstüre işleminin başarısını ölçen kıvrım toplaması ve kıvrım modülü değerlerinde arttığı görülmüştür. Bunun bir etkisi olarak kumaşın eğilmeye karşı direncinde azaldığı düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında ileride yapılabilecek çalışmalar;

Bu çalışmada polyester lifinin üretimi esnasında farklı oranlarda titanyum dioksit ilave edilerek titanyum dioksit oranının bu liflerden elde edilen iplik ve kumaş özelliklerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır ve bu amaçla ipliklerin ve kumaşların mukavemet, konfor ve eğilme gibi pek çok özelliği incelenmiştir.

- Çalışma sonrasında yapılan değerlendirmede titanyum dioksitin tekstüre ipliklerin UV haslık testi sonrasında mukavemet kayıplarının azalmasına neden olurken tutum özelliklerinin de değiştiği görülmüştür. Dolayısıyla farklı bir çalışmada dökümlülük, kırışıklık, eğilme gibi tutum özellikleri ayrıntılı bir şekilde incelenebilir.
- Titanyum dioksitin özellikle antibakteriyel özelliklerinden dolayı tekstil dışında pek çok kullanım alanının olduğu bilinmektedir. Tekstilde kullanımını daha az olup

yapılan çalışma sayısında dolayısıyla çok daha azdır. Titanyum dioksidin kumaşların antibakteriyel özelliklerine etkileri araştırılabilir.

İşletmelerde çoğunlukla belli oranda titanyum dioksit ilave edilerek elde edilen polyester cipsi direkt olarak satın alınmaktadır. Bu çalışmadan da görülmektedir ki işletmeler polyester ipliklerinin üretimi aşamasında istedikleri özelliklere göre (UV dayanımı, mukavemet, yumuşaklık, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği vb.) istedikleri oranda titanyum dioksit kullanarak ürün skalalarını geliştirebilirler. Titanyum dioksitli poliester cipsi satın alarak ve iplik işletmelerinde kendileri üreterek yapılacak kıyaslamalı bir çalışma ile maliyet analizi yapılabilir.



KAYNAKLAR

Acar, M. 1995. The mechanism of the air-jet texturing: the role of wetting, spin finish and friction in forming and fixing loops. *Textile Research Journal*, 76(2): 116-125

Atkinson, C. 2003. Basic Principles of Texturing. Korteks İplik Fabrikası Eğitim Notları, Bursa, 99 s.

Atkinson, C. 2012. False twist textured yarns Principles, processes and applications. Woodhead Publishing. Woodhead Publishing, Cambridge, 465 s.

Ak, F.N. 2006. Belirli dokuma konstrüksiyonlarının kumaş performans özelliklerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Akpınar, S. 2016. Alüminyum oksit ve titanyum dioksit partikül takviyeli yapıştırıcılarla birleştirilmiş bağlantıların mekanik özelliklerinin deneysel olarak belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum.

Erem, A. 2015. Polipropilen/Titanyum Dioksit Nanokompozit Liflerin Üretimi ve Karakterizasyonu, *Tekstil ve Mühendis*, 22: 99, 1-6.

Banaz, E. 2009. Sol-jel yöntemi ile katkılı ve katkısız titanyum dioksit tozlarının sentezlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Banerjee, S. 2006. “Physics and chemistry of photocatalytic titanium dioxide: Visualization of bactericidal activity using atomic force microscopy”, *Current Science*, 90 (10), 1378-1383.

Başer, İ. 2002. Lif Bilgisi. Marmara Üniversitesi, İstanbul, 139 s.

Basu, A. 1999. Progress in air-jet spinning. *Textile Progress*. 29(3); 1-38.

Bhave, R. 2007. Synthesis and photocatalysis study of brookite phase titanium dioxide nanoparticles. *Doktora Tezi*, Clemson Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Clemson.

Bilir, T. 2016. İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik ve kumaş özelliklerine etkilerinin incelenmesi. *Yüksek lisans tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Bozdoğan, F. 2010. Fiziksel tekstil muayeneleri (kumaş testleri). EÜ Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, İzmir, 160s.

Can, Y. 2004. İplik özelliklerinin pamuklu bezayağı kumaşların bazı mekanik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma, *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Can, Y., Kırtay, E. 2009. Pamuklu Bezayağı Kumaşların Aşınma Mukavemetine Etki Eden İplik Özelliklerinin İncelenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(3): 297-304.

Chen, M. 1996. The adsorption of acid dispersants on titanium dioxide pigments with different inorganic oxide treatments, *Doktora Tezi*, Kuzey Dakota Devlet Üniversitesi, Tarım ve Uygulamalı Bilim: Polimerler ve kaplamalar, Kuzey Dakota.

Çakmak, A. 2013. The evaluation of physical and comfort performance of various denim cloths. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Çarkıt, G. 2012. Bambu-pamuk karışımli örme kumaşların özelliklerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.

Çirkin, S. 2006. Yalancı Büküm Tekstüre İşleminde Tekstüre Değişkenlerinin İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.

Demir, A. 2006. Sentetik Filament İplik Üretim ve Tekstüre Teknolojileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 455 s.

Diebold, U. 2003. “The surface science of titanium dioxide”, Surface Science Reports, 48, 53-229.

Dülger, M. 2014. Titanyum dioksit nanometaryelinin evsel katı atık sahalarındaki sızma davranışı. *Yüksek Lisans Tezi*, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Erdem, A. 2008. Short-term toxicity of photocatalytic titanium dioxide to bacteria under ambient conditions, Doktora Tezi, Delaware Üniversitesi, İnşaat ve Çevre Mühendisliği, Delaware.

Erdem, İ. 2010. Çamaşır makinelerinde yıkamanın etkilerini gösterebilecek test standardı geliştirme, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Garip, R. 2005. Polyester İplik Üretimi. Korteks İplik Fabrikası Eğitim Notları, Bursa, 131 s.

Güler, S.H. 2016. Karbon nanotüp katkılanmış TiO₂'in elektriksek ve optik özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Mersin Üniversitesi, Mersin.

Gürcüm, B.H. 2010. Dokuma kumaşların öznel algısı ile bazı fiziksel özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi , *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 2: 101-108.

Hearle, J. W. S., Hollick, L., Wilson, D. K. 2001. Yarn texturing technology, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, 300 s.

Innes, B. 2002. “Nanotechnology and the cosmetic chemist”, *Cosmetics, aerosols and toiletries in Australia*, 15 (5), 10-24.

Işıktaş, H. 2009. Geri kazanılan yünlerden elde edilen kumaşların ıslak haldeki konfor özellikleri üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Özen, İ. 2018. Çok Tabakalı ZnO veya TiO₂ Kaplanmış %100 Pamuklu Kumaşların Dispers Boyarmaddelerle Transfer Baskı Yöntemine Göre Basılması, *Tekstil ve Mühendis*, 25: 109, 37-43.

Kaplan, S. 2009. Kumaşların mekanik özelliklerinden ve geçirgenlik özelliklerinden yararlanılarak giysi konforunun tahminlenmesi. *Doktora Tezi*, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Kerli, S. 2016. İndirgenmiş grafen oksit/çinko oksit/titanyum dioksit kompozit malzeme üretimi ve uygulaması. *Yüksek Lisans Tezi*, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Elbistan Teknoloji Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

Koç E. ve Demiryurek O., 2004. Sentetik Lif Üretim Esasları Ve Tekstilde Ekstrüzyon İşlemi, *Tekstil Teknoloji*, 100-118.

Kozanoğlu, G. 2006. Elektrosponning yöntemiyle nanolif üretim teknolojisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kurtça, E. 2001. Atkı ipliği özellikleri, sıklık ve örgü tipinin kumaş mekanik özellikleri üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Lord, P.R. 2003. Handbook Of Yarn Production. Woodhead Publishing. Cambridge, 465 s.

Marmaralı, A., Dönmez, S., Özdil, N., Oğlakcioğlu, N., 2006. Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 241-246.

Matsunaga, T. 1988. “Continuous-sterilization system that uses photosemiconductor powders”, *Applied and Environmental Microbiology*, 54 (6), 1330-1333.

Mert, E. 2012. Yünlü sektöründe yüksek konforlu dış giysilik kumaşların tasarımı için farklı malzeme bileşenleri ile özel kumaş ve giysi sistemlerinin geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Morales, W.A. 2007. Combustion synthesis and doping of titanium dioxide, *Yüksek Lisans Tezi*, Texas Üniversitesi, Kimya, Arlington.

More, B.D. 2007. “Physical sunscreens: On the comeback trail”, *Indian J Dermatol Venereol Leprol*, 73 (2), 80-85.

Nelson, K.L. 2007. Enhanced performance and functionality of titanium dioxide papermaking pigments with controlled morphology and surface coating, *Doktora Tezi*, Georgia Teknoloji Enstitüsü, Kimya ve Biyomoleküler Mühendisliği, Atlanta.

Nowotny, M.K. Sheppard, L.R., Bak, T. ve Nowotny, J., 2008. “Defect chemistry of titanium dioxide. Application of defect engineering in processing of TiO₂- based photocatalysts”, J. Phys. Chem. C, 112, 5275-5300.

Oberdörster, G., Oberdörster, E. ve Oberdörster, J., 2005. “Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles”, Environmental Health Perspectives, 113 (7), 823-839.

Öner, E. 2008. Dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Öner, E., Okur, A. 2010. Materyal, üretim teknolojisi ve kumaş yapısının termal konfora etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 80(17): 20-29.

Özcan, G., Dayıoğlu, H., Candan, C. 2004. Tekstilde güç tutuşma teknikleri. *Tekstil ve Teknik*, Haziran, 233: 318-329.

Özder, C. 2016. Titanyum dioksitin PVA esaslı biyobozunur kompozit filmlerin UVyaşlanma üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstrü Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.

Özdil, N. 2014. Kumaşlarda fiziksel kalite kontrol yöntemleri. EÜ Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, İzmir, 120s.

Özkan, S. 2008. Filament Kesit Şeklinin, Sayısının Ve Lineer Yoğunluğunun Poy ve Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.

Perera, J.H.S.A.A. 2007. Solid-state and solvothermal metathesis synthesis of titanium dioxide and layered metal oxyhalides, *Doktora Tezi*, University of Iowa, Chemistry, Iowa City.

Ramazanoğlu, M. 2008. Titanyum dioksit nanotüp kaplı mikropürüzlü yüzeylerde mezenkimal kök hücre aktivitesinin değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Rangkupan, R. 2002. Electrospinning Process of Polymer Melts, PhD Thesis, The Graduate Faculty Of The University Of Akron.

Selçuk, H. 2003. Su ortamında titanyum dioksit bazlı yeni ileri oksidasyon metotları ve yan ürün oluşumu, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Taşan, B. 2009. İlmenit konsantrisinde titanyum dioksit pigmentinin eldesi ve sanayiye uygulanması, *Yüksek lisans tezi*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Tayyar, A.E. 2010. Ev tekstillerinde kumaş özelliklerinin patlama mukavemetine etkileri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(2): 165-172.

Yakaboğlu, G.A. 2011. Şekil ve boyut kontrollü titanyum dioksit partiküllerinin üretimi, *Yüksek lisans tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı, Eskişehir.

Yüksel, H.G. 2010. Subjektif konfor değerlendirmeleri ile laboratuvar testleri arasındaki ilişkiler. *Yüksek Lisans Tezi*, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Zhu, H.Y. 2002. “Novel composites of TiO₂ (anatase) and silicate nanoparticles”, Chem. Mater., 14, 5037-5044.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sezin Karasu
Doğum Yeri ve Tarihi : İzmit / 13.11.1991
Yabancı Dil : İngilizce
Eğitim Durumu
Lise : Gölcük İhsaniye Anadolu Lisesi
Lisans : Ege Üniversitesi Kimya Bölümü
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
İletişim (e-posta) : sezinkarasu3@gmail.com

