



**POLYESTER KUMAŞLARDA ISIL KONFOR
ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ**

İrfan Can KURT



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POLYESTER KUMAŞLARDA ISIL KONFOR ÖZELLİKLERİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

İrfan Can KURT
ORCID ID: 0000-0002-1861-0726

Doç.Dr. Semiha EREN
ORCID ID: 0000-0002-2326-686X
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

POLYESTER KUMAŞLARDA ISIL KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

İrfan Can KURT

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Semiha EREN

Bu çalışmada kapsamında farklı enine kesit şekillerine sahip polyester (PES) kısmi çekimli ipliklere (POY) yalancı büküm tekstüre işlemi uygulanmıştır. Aynı iplik inceliklerine sahip fakat farklı enine kesitte olan iplikler aynı üretim parametreleri ile tekstüre edilmiştir. Tekstüre işleminde tüm ipliklere fikse fırınının kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlarda üç farklı puntalama (puntasız, orta puntalı, puntalı) işlemi uygulanmıştır. Tekstüre işlemi esnasında diğer parametreler sabit tutularak aynı şartlarda üretilmiş aynı incelik değerlerindeki ipliklerin enine kesit farklılıklarının ve farklı puntalama işleminin kumaşta oluşturduğu ısı konfor etkisi araştırılmıştır. Kısmi çekimli ipliklere; incelik, uzama, mukavemet, kaynama çekme, düzgünsüzlük ve yağ ölçümü yapılmıştır. Tekstüre edilmiş ipliklere incelik, uzama, mukavemet, yağ, kaynama çekme ve kıvrım testleri yapılmıştır. Aynı incelik değerlerindeki ipliklerden örme makinesi parametreleri sabit tutularak örme kumaşlar elde edilmiştir. Örme kumaşlara hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği testleri yapılmıştır. Kumaşlara yapılan ölçüm sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak aynı incelik ve tekstüre şartlarında üretilmiş ipliklerin enine kesit farklılıkları, farklı puntalama işleminin kumaş test sonuçlarını etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yalancı büküm tekstüre, polietilen teraftalat, tetra, hollow-core, konfor

2021, xii + 66 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

IMPROVEMENT OF THERMAL COMFORT PROPERTIES IN POLYESTER FABRICS

İrfan Can KURT

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Semiha EREN

In this study, false twist texturing process was applied to polyester (PES) partial draft yarns (POY) with different cross-section shapes. Yarns with the same yarn fineness but different cross-section are textured with the same production parameters. In the texturing process, three different intermingling processes (centerless, center-centered, centered) were applied to all yarns when the fixed oven was used and when it was not used. During the texturing process, the thermal comfort effect created by the cross-sectional differences and different intermingling processes of yarns with the same fineness values produced under the same conditions by keeping other parameters constant were investigated. Partially drafted yarns; thinness, elongation, strength, boiling shrinkage, evenness and oil were measured. Fineness, elongation, strength, oil, boiling, tensile and crimp tests were performed on textured yarns. Knitted fabrics were obtained from yarns with the same fineness values by keeping knitting machine parameters constant. Air permeability and water vapor permeability tests were performed on knitted fabrics. The measurement results made on the fabrics were analyzed statistically. As a result, it has been observed that cross-section differences of yarns produced under the same fineness and texturing conditions and different intermingling processes affect the fabric test results.

Key words: False twist texturing, polyethylene terephthalate, tetra, hollow-core, comfort

2021, xii + 66 pages

TEŞEKKÜR

Lisansüstü tez konumun belirlenmesi, çalışmalarım esnasında katkılarını esirgemedен yaptığı yönlendirmeleri ve yardımlarıyla her zaman yanımda olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Semiha EREN'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında kullanılan gerekli hammaddelerin temini, gerekli makine ve test ekipmanlarının kullanımına olanak sağlayarak tüm bilgi ve tecrübesini esirgemedен bana aktaran Harput Holding Miranlı Şube Genel Müdür Yardımcısı Teknik Sayın A.Levent Özortakçı'ya, Harput Holding Ar-Ge Merkezi Müdürü Sayın Hale KAYA GÜRLER'e teşekkürlerimi sunarım.

Bana daima destek olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

İrfan Can KURT

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Polyesterin Üretimi	3
2.2. Polyester Liflerinin Fiziksel Özellikleri.....	6
2.3. Polyester Liflerinin Kimyasal Özellikleri	6
2.4. Tekstüre iplik üretimi	7
2.5. Önceki çalışmalar.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Tekstüre iplik üretimi	20
3.2.2. Kumaşların üretimi.....	23
3.2.3. Hammadde test yöntemleri	27
3.2.4. Tekstüre iplik test yöntemleri	28
3.2.5. Kumaşlara Yapılan Testler	32
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	36
4.1. POY Test Sonuçları.....	36
4.1.1. POY İplik Fiziksel Test Sonuçları	36
4.2. Tekstüre İplik Test Sonuçları.....	36
4.2.1. Fiziksel Test Sonuçları	36
4.3. Kumaş test sonuçları	39
4.3.1. Hava geçirgenliği test sonuçları.....	39
4.3.2. Permetest sonuçları	43
4.4. Çalışma ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizi	47
4.4.1. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizi	47
4.4.2. Permetest ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizi	52
5.SONUÇ.....	60
KAYNAKLAR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	66

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar Açıklama

PES	Polyester
POY	Pre-oriented yarn (kısmi çekimli iplik)
TPA	Tereftalik asit
DMT	Dimetil tereftalat
EG	Etilen glikol
FT	Yalancı büküm tekstüre yönteminde fıkse fırını kullanılmadan üretilmiş iplik.
FTF	Yalancı büküm tekstüre yönteminde fıkse fırını kullanılarak üretilmiş iplik.
IMG	İpliğin çalışmasını kolaylaştırmak için filamentleri bir arada tutan kapalı noktalar
SOFT IMG	Orta puntalı iplik

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2. 1. Polyesterin oluşumu	3
Şekil 2. 2. PET'in kimyasal formülü (Harmancıoğlu, 1981).....	3
Şekil 2. 3. Etilen glikol ve dimetil tereftalatın polietilen tereftalat eldesi (Harmancıoğlu,1981).....	4
Şekil 2. 4. Polietilen tereftalatın tereftalik asit ve etilen glikolden polimerizasyonu (Harmancıoğlu, 1981).....	4
Şekil 2. 5. PET lifinin makromolekül zincirleri arasında bulunan bağlar (Başer 1998)...	7
Şekil 2. 6. Yalancı büküm tekstüre iplik şeması (Demir 2017)	8
Şekil 3. 1. Furnisör.....	24
Şekil 3. 2. Çorap örme makinesi.....	24
Şekil 3. 3. Çorap örme makinesi alt haznesi	25
Şekil 3. 4. Çorap boyama makinesi	25
Şekil 3. 5. Boyama reçetesi	26
Şekil 3. 6. Çorap kurutma dolabı.....	26
Şekil 3. 7. İpliklere uygulana yükler ve uzunlukları.....	30
Şekil 3. 8. Punta sayısı ölçüm cihazı	31
Şekil 3. 9. Hava geçirgenlik test cihazı.....	32
Şekil 3. 10. Hava geçirgenliği testi yapımı	33
Şekil 3. 11. Permetest cihazı	35
Şekil 4. 1. Örme kumaşların hava geçirgenlik değerleri.....	40
Şekil 4. 2. Örme kumaşların hava geçirgenlik değerleri.....	41
Şekil 4. 3. Örme kumaşların hava geçirgenlik değerleri.....	41
Şekil 4. 4. Örme kumaşların hava geçirgenlik değerleri.....	42
Şekil 4. 5. Kumaşların Permetest sonuçları	44
Şekil 4. 6. Kumaşların Permetest sonuçları	45
Şekil 4. 7. Kumaşların Permetest sonuçları	45
Şekil 4. 8. Kumaşların Permetest sonuçları	46
Şekil 4. 9. Kumaşların Permetest sonuçları	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2. 1. Tekstüre yöntemleri (Demir 2006).....	8
Çizelge 3. 1. Farklı enine kesite sahip polyester POY bilgileri	20
Çizelge 3. 2. Farklı enine kesitte birinci fırın kullanılarak üretilen tekstüre iplikler.....	21
Çizelge 3. 3. Farklı enine kesitte birinci ve ikinci fırın kullanılarak üretilen tekstüre iplikler.....	22
Çizelge 3. 4 Karşılaştırılacak iplikler-1	22
Çizelge 3. 5. Karşılaştırılacak iplikler-2	23
Çizelge 4. 1. POY ‘lara ait fiziksel test sonuçları.....	36
Çizelge 4. 2. Tekstüre iplik incelik, uzama, mukavemet, yağ ve punta fiziksel test sonuçları.....	38
Çizelge 4. 3. Tekstüre iplik kıvrım kısalması, kıvrım modülü, kıvrım kalıcılığı ve kaynama çekme fiziksel test sonuçları.....	39
Çizelge 4. 4. Hava geçirgenliği ölçümler ve ortalama değerleri	39
Çizelge 4. 5. Kumaşların Permestest sonuçları	43
Çizelge 4. 6. Hava geçirgenliği varyans analizi	48
Çizelge 4. 7. Hava geçirgenliği LSD puntalama ve kesit analizi	48
Çizelge 4. 8. Hava geçirgenliği varyans analizi	49
Çizelge 4. 9. Hava geçirgenliği LSD puntalama analizi	50
Çizelge 4. 10. Hava geçirgenliği varyans analizi	50
Çizelge 4. 11. Hava geçirgenliği LSD puntalama analizi	51
Çizelge 4. 12. Hava geçirgenliği varyans analizi	51
Çizelge 4. 13. Hava geçirgenliği LSD puntalama analizi	52
Çizelge 4. 14. Hava geçirgenliği LSD kesit analizi.....	52
Çizelge 4. 15. Su buharı geçirgenliği varyans analizi.....	53
Çizelge 4. 16. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama analizi	53
Çizelge 4. 17. Su buharı geçirgenliği LSD kesit analizi	54
Çizelge 4. 18. Su buharı geçirgenliği varyans analizi.....	54
Çizelge 4. 19. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama analizi	55
Çizelge 4. 20. Su buharı geçirgenliği LSD kesit analizi	55
Çizelge 4. 21. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama ve kesit analizi	55
Çizelge 4. 22. Su buharı geçirgenliği varyans analizi.....	56
Çizelge 4. 23. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama analizi	56
Çizelge 4. 24. Su buharı geçirgenliği LSD punta ve kesit analizi	57
Çizelge 4. 25. Su buharı geçirgenliği varyans analizi.....	57
Çizelge 4. 26. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama analizi	58
Çizelge 4. 27. Su buharı geçirgenliği LSD kesit analizi	58
Çizelge 4. 28. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama ve kesit analizi.....	58

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun varoluşuyla birlikte çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak üzere doğal lifler kullanılmıştır. Özellikle hayvansal kaynaklı yün ve ipek gibi liflerin kullanımına zamanla bitkisel liflerden pamuk ve keten de dahil olmaya başlamıştır. Zamanla bitkisel lif tüketimi hayvansal lif tüketimini geçmiştir. Özellikle artan dünya nüfusu sebebiyle doğal kaynaklı lifler de talebi karşılamakta zorlanmaya başlamıştır. Bilim ve teknolojinin de hızla ilerlemesiyle birlikte daha fonksiyonel liflere olan ihtiyaç artmıştır. Bu nedenlerle 1800'lü yılların başlarında doğal liflere benzetilen hatta daha iyi özellikleri olan kimyasal lifler üretilmeye başlanmıştır.

Kimyasal liflerin elde edilmesinde iki farklı yöntem vardır. Bunlardan biri doğal maddelerden elde edilenler, diğeri ise kimyasal sentez yoluyla elde edilenlerdir. Doğal kaynaklardan birtakım fiziksel ve kimyasal yöntemlerle lif haline getirilebilen bileşime "rejenere" lifler denmektedir. Sentetik maddelerden elde edilen kimyasal liflerin başlangıç malzemeleri petrokimya endüstrisinden temin edilir. Kimyasal yollarla ayrıştırılan tanecikler, eritilir veya çözündürülerek düzelerden geçirilir. Soğutma odasında katılaştırılarak kesiksiz elyaf (filament) oluşturulur. Germe ve üç şekilde yapılan çekim yöntemi (yaş çekim, kuru çekim, erimiş halde çekim) uygulayarak lif bobinlere sarılır. Sentetik liflerin özellikleri üretimi sırasında amacına uygun olarak belirlenmektedir (Anonim, 2011).

Dünyada üretilen kimyasal liflerin büyük çoğunluğunu polyester oluşturmaktadır. Üretimi 1940'lı yıllarda başlayan polyester, üretim maliyetlerinin düşük olması ve mukavemet, uzama, haslık gibi fiziksel özellikleri sayesinde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Özat, 2019).

Polyesterden elde edilecek ürünlerin polimerizesyon, iplik, kumaş ya da terbiye aşamalarında yapılabilecek işlemler ve eklenebilecek malzemelerle istenen kullanım alanlarına göre farklı fonksiyonellikte ürünler elde edilebilmektedir. Bu nedenle polyester, bayan ve erkek giyiminde, ev tekstillerinde (perde, döşemelik vb.) ve endüstriyel alanlarda (çadır, kompozit vb.) kullanılmaktadır.

Polyester lifleri; tereftalik asidin veya dimetil tereftalat gibi bir türevinin etilen alkol ile kondenzasyona uğratılması sonunda elde edilir (Anonim, 2011).

Bu şekilde üretilen ipliklerin işlem görmeden kullanılması kısıtlıdır. Özellikle doğal elyaf görünümü kazandırmak, kullanım yerine göre fiziksel özelliklerini karşılamak ve fonksiyonellik katmak için tekstüre işlemi yapılmaktadır (Kara, 2011).

Tekstüre; sentetik elyaflara doğal elyaf görüntüsünde hacimlilik ve görünüm kazandırmaktır. Çeşitli tekstüre yöntemleri olmasına rağmen süreklilik, verim, maliyet gibi nedenlerle günümüzde çoğunlukla yalancı büküm tekstüre yöntemi kullanılmaktadır. Yalancı büküm tekstüre; kısmi çekim almış ipliğin (POY), önce bir yöne, sonra diğer yöne tur verilerek, ısı ve mekanik işlemlerin katkısıyla, yüksek hacimli, esnek bir yapı kazandırıldığı tekstüre yöntemidir (Özat, 2019).

Kimyasal liflere fonksiyonellik kazandırmada en kolay yol şekli enine kesit şeklini değiştirmektir. Böylece kimyasal lifler yeni fiziksel veya kimyasal özellikler kazandırmaktadır.

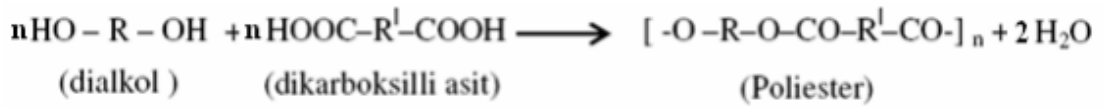
Dünyada üretilen kimyasal liflerin büyük çoğunluğunu ise dairesel enine kesit oluşturmaktadır. Ayrıca trilobal, içi boş oyuklu, üçgen, tetra vb. farklı enine kesit şekillerine lifler de üretilmektedir (Kara, 2011).

Bu çalışmada tetra (artı), hollow core (içi boş oyuklu) ve round (yuvarlak) kesit şeklinde üretilen PES POY ipliklerine yalancı büküm tekstüre işlemi yapılmıştır. İpliklere tekstüre makinesinde aynı dtex değerleri için aynı üretim şartlarında ilk önce birinci fırın kullanılarak tekstüre iplikler üretilmiştir. Daha sonra ise birinci ve ikinci fırın (fiks fırını) birlikte kullanılarak tekstüre iplikler üretilmiştir. İpliklere uygulanan fiziksel testlerden sonra örme kumaşlar elde edilmiş ve bu kumaşlara boyama işlemi yapılmıştır. Farklı enine kesitlerde üretilen yalancı büküm tekstüre ipliklerin fiziksel testleri ve bu ipliklerden elde edilen kumaşlara yapılan testlerin sonuçları karşılaştırılmış ayrıca istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

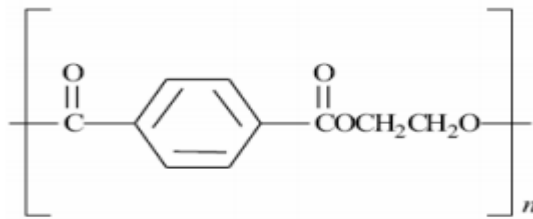
2.1. Polyesterin Üretimi

Polietilen tereftalat (PET), 1941 yılında J.R. Whinfield ve J.T. Dickson tarafından keşfedilmiş ve günümüzde ticari olarak en fazla üretilen tekstil hammaddelerinden biri olmuştur. Polyester lifleri ana zincirlerinde ester bağları bulunduran sentetik liflerdir. Polyester polimeri, bir dialkol ile bir dikarboksilli asitin polimerizasyonu sonucu oluşur. (Demir, 2006).



Şekil 2. 1. Polyesterin oluşumu

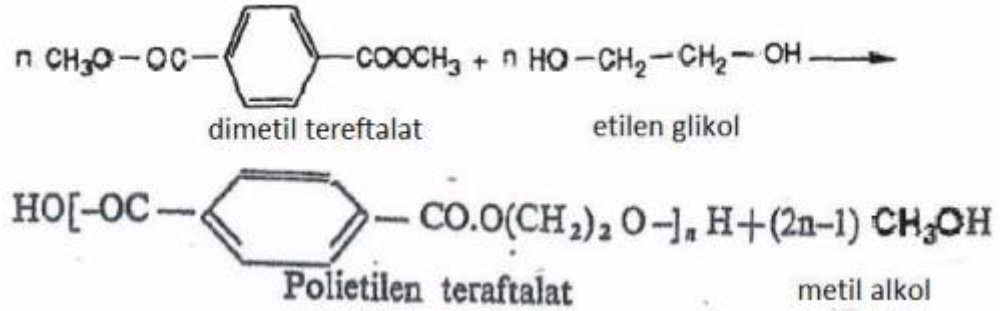
Polyesterin (PET) polimerizasyonunda dialkol için etilen glikol (EG) kullanılır ancak dikarboksilli asit için tereftalik asit (TPA) veya dimetiltereftalat (DMT) kullanılabilir. Tereftalik asit kullanılırsa, polimerizasyon sonucu açığa su çıkarken, dimetil tereftalat kullanılırsa polimerizasyon sonucu açığa metil alkol çıkar. Tereftalik asitin etilen glikol ile polimerizasyonu polyester üretiminde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Şekil 2.2' de polietilen tereftalatın molekül formülü verilmiştir (Kara 2011).



Şekil 2. 2. PET'in kimyasal formülü (Harmancıoğlu, 1981)

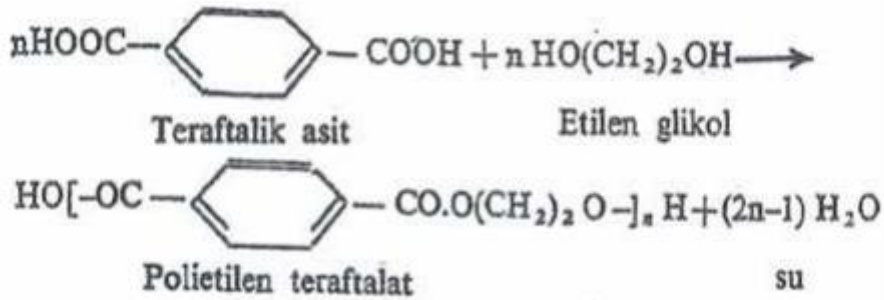
Başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve dimetil tereftalatın kullanıldığı yöntem iki basamaktan oluşur. Birinci adımda 200°C'de ester değişimi olur. İkinci adımda yüksek sıcaklıklarda yine katalizör etkisiyle kondenzasyon meydana gelir. Bu yöntem

sonucunda metil alkol açığa çıkar ve ortamdan uzaklaştırılır (Özat 2019). Uzun zaman tercih edilen bu yönteme ait kimyasal olaylar aşağıdaki Şekil 2.3’ te gösterilmiştir.



Şekil 2. 3. Etilen glikol ve dimetil tereftalatın polietilen tereftalat eldesi (Harmancıoğlu, 1981)

Polietilen tereftalatın elde edilmesinde etilen glikol ve tereftalik asit kullanılırsa başlangıç maddelerinin çok saf olması gerekmektedir yoksa polimerleşme reaksiyonu istenilen yönde ilerlememektedir. Bu tarz problemin yaşanmaması için saflaştırılmış tereftalik asit kullanılmaktadır. Polikondanzasyonun yan ürünü olarak su açığa çıkmaktadır. (Kara 2011, Özat 2019)



Şekil 2. 4. Polietilen tereftalatın tereftalik asit ve etilen glikolden polimerizasyonu (Harmancıoğlu, 1981)

Polikondanzasyon reaksiyonları sonucu oluşan su veya metil alkolün PET’i hidroliz etmemesi ortamdan hemen uzaklaştırılması gerekmektedir (Kara 2011).

Polimeri oluşturmak için gerekli hammaddeler ve yardımcı maddeler sayısı işletmelere göre değişen reaktörlerden geçerek polimer eriyiğini oluşturmaktadır. Genellikle birinci ve ikinci reaktörlerde esterleşme, son reaktörlerde polikondenzasyon reaksiyonları meydana gelmektedir (Duran 2019). Polikondenzasyon tesisinden çıkan eriyik polimer direkt üretim yapan makinelerine beslenir (Özat 2019).

Doğrudan ve kesikli üretim olmak üzere iki farklı eriyik çekim yöntemi vardır. Polimerin sıcak ve sıvı haldeyken üretime gönderilen hali doğrudan üretimdir. Kesikli üretimde; polimer cips haline getirilir sürece ara verilip daha sonra cips formundan filament üretim aşamasına geçilir. Kesikli yöntemde ekstrüderde cips formundaki polimer sıvı hale getirilir. Bu aşamada ekstürüder; polimer cipslerinin ve katkı maddelerinin eritilmesi ve düzelerden geçebilecek viskoziteye ulaşmasını sağlar (Anonim 2011). Hava düzelerinde, filamentlerin soğutma işlemi gerçekleştirilir ve polimer katılaştıkça içyapısı oluşur. Amorf haldeki polimerden yarı kristalin bir lif üretilmesi için lif çekim bölgesinde oryantasyonun gerçekleşmesi gerekmektedir. Çekim silindirisinin dönüşüyle hem inceltme hem de makromolekül zincirlerinin yönlenmesiyle oryantasyon oluşur, düze deliği sayısı ve şekline göre filament üretilir (Duran 2019).

Polyester lif üretiminde eriyikten çekim tekniği sonucu üretim hızına göre elde edilen iplikler aşağıdaki gibi olmaktadır.

- LOY (Low Oriented Yarn): Az yönlenmiş ipliklerdir. 1800 metre/dakikadan düşük hızla üretilmiş ipliklerdir.
- MOY (Medium Oriented Yarn): Orta derecede yönlenmiş ipliklerdir. 1800-3000 metre/dakikada hızla üretilmiş ipliklerdir.
- POY (Partially Oriented Yarn): Kısmen yönlenmiş ipliklerdir. 2800-4200 metre/dakikada hızla üretilmiş ipliklerdir.
- HOY (Highly Oriented Yarn): Yüksek yönlenmiş ipliklerdir. 4000-6000 metre/dakikada hızla üretilmiş ipliklerdir.
- FOY(FDY) (Fully Oriented Yarn): Tamamen yönlenmiş ipliklerdir. 6000 metre/dakikada ve üzerindeki hızlarda üretilmiş ipliklerdir. Moleküler oryantasyon tamamlanmıştır (Anonim 2011).

Bobinlere sarılan kısmen yönlendirilmiş iplikler (POY), tekstilde kullanılmaya elverişli olmadığı için tekstüre veya düz iplik formuna dönüştürülmelidir.

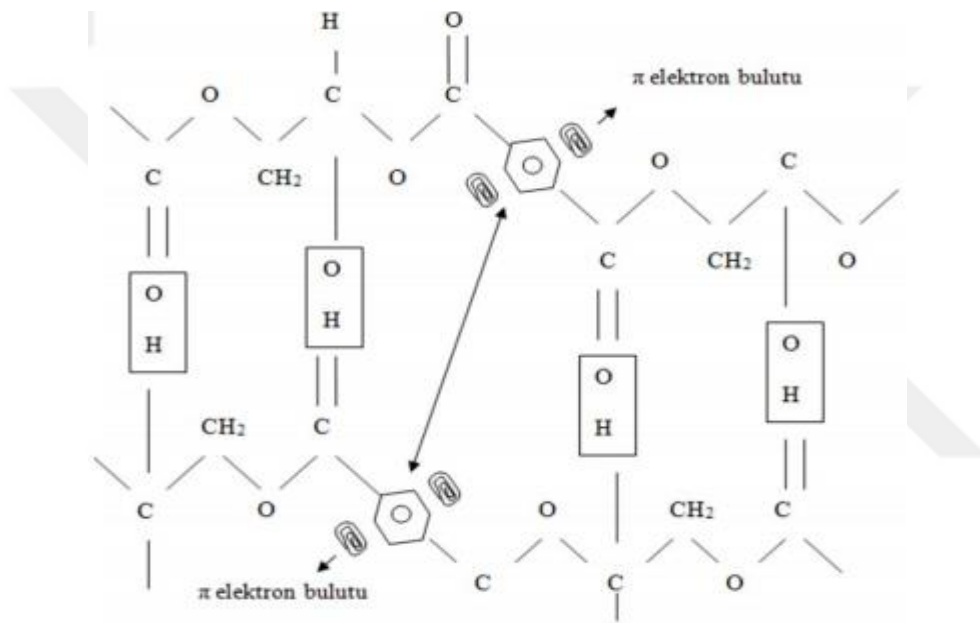
2.2. Polyester Liflerinin Fiziksel Özellikleri

- Poliester molekül zincirleri içerisinde bulunan fenilen gruplarından dolayı oldukça serttir. Lif içerisindeki moleküller Van der Waals kuvvetleri ile bir arada tutulurlar (Kara 2011).
- Polimerizasyon derecesi 115-140 arasındadır (Özat 2019).
- Filamentlerin mukavemeti 4- 7 g/denyedir (Özat 2019).
- Liflerin kopma uzaması; oryantasyon derecesi ve lifin kristalin yapısına bağlı değişmektedir. Genel olarak uzamanın şapel liflerde %8-10; filamentlerde %15-20'dir. Liflerin aşınma dayanımı iyidir. Islak ve kuru haldeki poliester liflerinin mukavemet ve % uzama özellikleri farklılık göstermez (Kara 2011).
- Polietilen tereftalat lifleri düşük uzamalardan orta bir geri dönüş gösterir (Kara 2011).
- Hidrofobik oldukları için; ıslandığında mukavemetleri azalmaz. Kristal yapısı, su moleküllerinin etkisini önler ve düşük nem içeriğinden dolayı lifler statik elektriklenirler. Lifin hidrofobik yapısı, onun yağlar ve yağlı kirlere karşı ilgisini artırır (Kara 2011, Özat 2019).

2.3. Polyester Liflerinin Kimyasal Özellikleri

- Polyester lifleri, çoğu asitlere karşı iyi bir dirence sahiptir (Kara 2011).
- Polyester lifleri, zayıf bazik çözeltilere karşı dayanıklıdır. Bu nedenle sabun ve deterjanlara karşı direnç gösterebilirler.
- PET lifleri geleneksel ağartma maddelerine, yüzey aktif maddelere karşı mükemmel direnç gösterir.
- Polyester lifleri boyarmaddelerle kimyasal bağa 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.

- Güneş ışığına dayanıklıdır fakat ultraviyole (UV) ışınlar bir süre sonra mukavemette azalmaya yol açmaktadır.
- Termoplastik malzeme olduğundan yakıldığında erir ve isli bir alev çıkarır. Dumanları karakteristik aromatik kokudadır (Özat 2019).
- Güçlü alkaliler ise lif yüzeyinin çözünmesine neden olur. PET lifinin makromolekül zincirleri arasında hangi bağların daha etkin olduğu tam olarak bilinmese de güçlü çekim kuvvetlerinin bulunduğu ve bunda da benzen halkalarının önemli rol oynadığı bilinmektedir (Duran 2019).



Şekil 2. 5. PET lifinin makromolekül zincirleri arasında bulunan bağlar (Başer 1998)

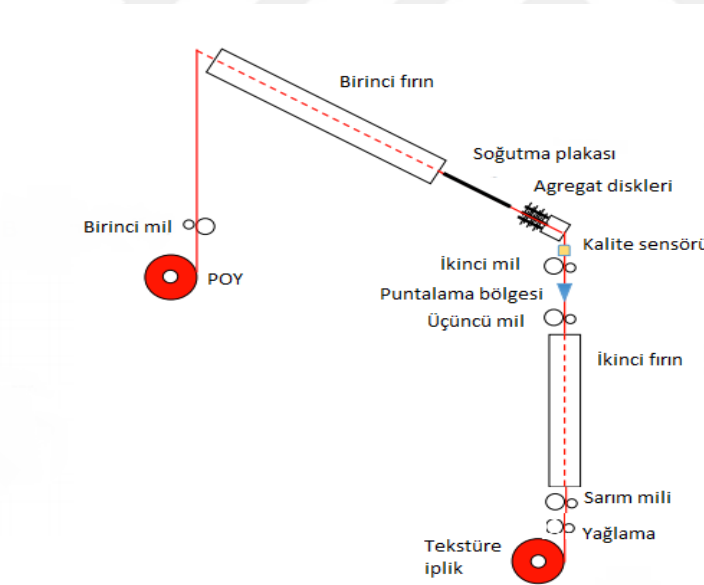
2.4. Tekstüre iplik üretimi

Polyesterin polimerizasyonu sonucu ortaya çıkan kısmı yönlendirilmiş ipliklerin tekstilde kullanılmaya elverişli olmadığı için tekstüre işlemi yapılmaktadır. Tekstüre; sıkı ve paralel geometride yerleşmiş kesiksiz sentetik filamentlerin doğal lif görünüm ve tutumuna benzetilebilmesi için çeşitli kimyasal, mekanik veya ısıl işlemlerin uygulanması ile daha açık ve hacimli bir yapıya dönüştürülmesi işlemi olarak tanımlanabilmektedir (Özkan 2008). Tekstüre iplik üretiminde kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Tekstüre yöntemleri (Demir 2006)

Termomekanik	Mekanik	Diğer
Yalancı büküm	Hava jeti	Bikomponent
Yığma kutusu		Bikonstituent
Örme – sökme		Monokomponent
Dişli çark		
Bıçak sırtı		

Bu çalışma kapsamında yalancı büküm tekstüre işlemi tercih edilmiştir. Yalancı büküm tekstüre; ipliğin önce bir yöne sonra diğer yöne tur verilerek, ısı ve mekanik işlemlerin katkısıyla, yüksek hacimli, esnek bir yapı kazandırıldığı tekstüre yöntemidir. Yalancı büküm tekstüre işlemi yapılan makinenin şematik olarak kısımları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2. 6. Yalancı büküm tekstüre iplik şeması (Demir 2017)

Yalancı büküm işlemine tabi tutulacak POY formundaki iplikler tekstüre makinesini cağlık kısmına yüklenir. İplikler cağlıklardan kılavuzlar yardımıyla çekilir. İplik birinci milden geçerek birinci fırına girer. Fırından çıkan ipliğin gerginliğini almak ve ortam sıcaklığına uyum sağlaması için soğutma plakasından geçer ve yalancı büküm

elemanına gelir. Yalancı büküm elemanı agregat diskleri ve kayış şeklinde olabilir. İplik büküm elemanına belirli bir yönde büküm kazanarak girer ancak orta noktasından tutulduğu için bu nokta sonrasında ters yönde büküm alacak ve yine ipliğin her iki ucu da tutulduğu için, iplik sistemi bükümsüz olarak terk edecektir. İplik daha yoluna ikinci milden geçerek devam eder. Bu noktada 1.mil ve ikinci millerin hızlarının farklı olması ve birinci fırındaki sıcaklık sebebiyle iplik çekime uğrar ve tam oryante hale gelmiş olur. İkinci milden çıkan ipliğin çalışmasını kolaylaştırmak, filamanları bir arada tutmak için üçüncü mile girmeden basınçlı hava verilerek puntalama işlemi yapılır. Puntalama iplik kullanımına göre az, orta veya yüksek yapılabilir. Buradan çıkan iplik ikinci fırına gelir. Bu kısımda ikinci fırında ipliğin dönme etkisini azaltmak için fikse işlemi opsiyonel olarak yapılır. Fikse ısıtıcısı çıkışından iplik statik elektriklenmeyi önlemek ve sonraki aşamalarda (dokuma, örme) çalışmasını kolaylaştırmak için yağ milinden geçer. Sarım milinden geçirilerek gerginliği ayarlanan iplik masuraya verilerek sarılır.

2.5. Önceki çalışmalar

Tekstil liflerinin sahip olduğu önemli özelliklerden biri enine kesit şeklidir. Sentetik lifler genellikle dairesel kesitte üretilirler. Fakat doğal liflerin sentetik lifler kadar net kesit şekli yoktur. Yünün enine kesit şekli düzensizdir, pamuk böbrek, ipek üçgen enine kesit şeklindedir. Farklı enine kesit şekilleri liflere farklı özellikler kazandırmaktadır. İpek lifinin kendiliğinden sahip olduğu parlaklık enine kesit şekli nedeniyle. İplik ve kumaşların özelliklerini değiştirmek için enine kesit şekilleri değiştirilebilir ve istenen farklı fonksiyonel özellikler kazandırılabilir (Kara 2011).

Alston ve ark. (2002) %100 polyester ve %50 polyester %50 pamuk karışımli rotor ipliklerini dairesel, delikli dairesel, trilobal, oval, yassı, yer fıstığı ve taraklı oval şekilde farklı enine kesitte hazırlayarak elyaf çapı ve en boy oranını değiştirerek elyaf sertliğinin iplik kopmaları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Oval, şerit, yer fıstığı, taraklı oval gibi en boy oranları birden büyük olan polyester elyaflar, yuvarlak, içi boş, trilobal gibi en boy oranı birden küçük olanlara göre daha az iplik kopuş performansına sahiptir. Çalışma sonucunda daireselden farklı enine kesite sahip polyester lifleri kullanılarak rotor hızının %15'e kadar artırılabilceği öngörülmüştür.

Bueno ve ark. (2004) polyester düz jarse örme kumaşlarda lif enine kesit farklılığının etkisini araştırmıştır. Dairesel ve taraklı oval kesitlerden ince ve kaba, artı kesitten ince, altı kanallıdan ise kaba lif sınıfına giren, kesit şekli ve lif inceliği dışında aynı üretim parametrelerinde iplikler üretmişlerdir. Araştırma neticesinde ince ve kaba lif içeren iplikte de en fazla artı kesitte minimum eylemsizlik momenti ve pürüzlülük sürtünmenin görüldüğü belirtilmiştir.

Özçelik (2005) FDY multifilamentlerin üretiminde iplik sarım hızı, üfleme havası sıcaklığı ve enine kesit şekli değişikliğinin etkilerini incelemiştir. Eriyik çekim yöntemi ile yarı mat PET hammaddeli 167 dtex ve 48 filamentte; içi dolu dairesel, içi boş dairesel, içi dolu trilobal, içi boş trilobal olmak üzere 4 farklı kesitte FDY iplikler üretilmiştir. Bu ipliklerden de çeşitli özelliklerin test edilebilmesi için örme kumaşlar elde edilmiştir. Üretim parametre veya kesit farklılığının iplik inceliğine etkisi görülmemiştir. Sarım hızı ve üfleme havası sıcaklığı artışının bütün iplik kesitlerinde kaynama çekme değerinde düşüşe neden olduğu görülmüştür. Aynı üfleme havası sıcaklığında sarım hızı arttığında tüm kesitlerin maksimum uzama oranı düşmüştür. Aynı sarım hızında üfleme hava sıcaklığı artışının maksimum uzamaya etki etmediği gözlenmiştir. Tüm üretim tiplerinde maksimum uzamaya bakılırsa; içi boş liflerin, içi dolu liflere göre daha az bir uzama gösterdiği görülmüştür. Aynı üfleme hava sıcaklığında iplik sarım hızı arttığında tüm kesitlerin maksimum dayanımın artmaktadır. Lif enine kesit şekli değişiminin ipliğin maksimum dayanımı üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. İpliklerin ölçülen düzgünsüzlük değerleri sarım hızı artışı ile tüm iplik kesitlerinde önemli ölçüde düşmektedir. Sarım hızı artışı ile tüm iplik kesitlerinden elde edilmiş tüm kumaşların kalınlığının arttığı görülmektedir. Üfleme hava sıcaklığındaki artışın kumaş kalınlığında belirgin bir değişime neden olmadığı gözlenmektedir. Lif enine kesit şeklinin kumaş kalınlığı değişimindeki etkisine bakılacak olursa tüm üretim tipleri için içi boş enine kesitli ipliklerden oluşturulan kumaşların, içi dolu enine kesitli ipliklerden oluşturulan kumaşlardan daha kalın oldukları gözlenmektedir. Dikey yönde kılcal ıslanma testinde içi boş kesitli ipliklerden elde edilen kumaşların ıslanmalarının içi dolulara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Kumaşların boncuklaşma testi sonuçları aynı olup yüzeylerinde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Kumaşların

renk analizlerine sarım hızı artışı ile tüm kesitlere bakıldığında; L^* (ışıklılık) değeri artmakta, yansıyan ışığın ifadesi olan K/S oranı düşmekte, C^* (renk doygunluğu) değeri ise artmaktadır.

Karaca ve Özçelik (2007) polyester liflerinin içyapısı ve fiziksel özelliklerinin farklı lif enine şekline dolaylı etkilenip etkilenmediğini incelemiştir. Çalışmada; dairesel, delikli dairesel, trilobal ve delikli trilobal kesitte olmak üzere polyester FDY lifler 167 dtex inceliğinde ve 48 filamente sahip olmak üzere aynı şartlarda üretilmiştir. Liflere; kristalinite, erime sıcaklığı, entalpi, maksimum gerilme, maksimum uzama, modül, akma gerilmesi, düzgünsüzlük ve kaynama çekme testleri yapılmıştır. Dairesel kesit en yüksek entalpi değeri gösterirken delikli dairesel lifler en düşük değeri göstermiştir. Lif enine kesit şeklinin kristalinite üzerine çok az etkili olduğu gözlenmiştir. Delikli liflerin düşük maksimum uzama değerlerine karşılık yüksek modül performansı göstermiştir. Lif enine kesit şeklinin gerilme üzerine çok az etkili olduğu görülmüştür. Delikli lifler yüksek çekme değeri sergilemiştir. Düzgünsüzlük değerlerinde delikli dairesel liflerin yüksek olduğu tespit görülmüştür.

Das ve ark. (2008) polyester kumaşların nem iletiminin lif enine kesit şekil ve çapının etkisini incelemiştir. Aynı molekül ağırlığı ve incelikte dairesel, üçgen ve trilobal olmak üzere üç farklı enine kesit şeklinde lif üretilmiştir. Üretilen lifler sadece atkı ipliği olarak kullanılmış ve çözgü ipliği olarak pamuk kullanılarak 2/1 dimi yapısı ile dokuma kumaş elde edilmiştir. Dairesel liflerin şekil faktörü 1, üçgen liflerin şekil faktörü 1,2864, trilobal liflerin şekil faktörü 1,326 olarak belirlenmiştir. Kumaşlara; düzlem boyunca ıslanma, dikey ıslanma, su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği testleri yapılmıştır. En yüksek dikey ıslanmanın trilobal enine kesitli filamentli kumaş durumunda elde edildiği, ardından üçgen ve ardından dairesel kesitli filament elde edildiği görülmüştür. Düzlem boyu ıslanma durumunda, başlangıç ıslanma oranının üçgensel durumda trilobale göre daha yüksek olduğu, ancak zamanla trilobale kıyasla azaldığı gözlenmiştir. Lif şekli faktöründeki artışla birlikte kumaş tarafından su alımının doğrusal olarak arttığı görülmüştür. Dairesel lifli kumaş en yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olduğu gözlenmiştir. Lif çapındaki azalma ile hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliğinin azaldığı görülmüştür.

Çimenlikaya (2008) farklı kesitlerdeki POY ve FDY ipliklerin hava jeti ile tekstüre edilmiş iplik özelliklerine etkisini incelemiştir. Hepsi 167 dtex incelikte 48 filamentte fakat basınç, tekstüre hızı ve aşırı besleme oranları değiştirilerek iplikler üretilmiştir. POY iplikler yuvarlak, trilobal, içi boş delikli ve oktolobal kesitlerdeyken FDY iplikler yuvarlak trilobal, içi boş delikli kesitte üretilmiştir. Test edilen iplik özellikleri; incelik, mukavemet, kopma uzaması, kesit kontrolü, kaynama çekmesidir. Dokuma kumaşlarda; renk ölçümü, kılcal yükselme testi, kumaş rijitlik testidir. POY besleme ipliklerden üretilen hava jeti ile tekstüre ipliklerde incelik değişimlerine bakıldığında yuvarlak kesitte değişim azdır. En düşük mukavemete içi boş delikli kesit, en yüksek yuvarlak kesit sahiptir. Kopma uzaması en yüksek yuvarlak kesit, en düşük ise içi boş delikli kesittir. Kaynama çekmesi en düşük yuvarlak kesitken, trilobal kesit ise en yüksek değere sahiptir. İpliğin üzerinde kesitten dolayı oluşan hava boşluğu o kadar azdır. İçi boş delikli ile oktolobal kesitten dokunan kumaşın kılcal yükselme değeri en fazla, yuvarlak kesitten dokunan kumaşın en azdır. Boya alma değeri en yüksek trilobal kesit, en az içi boş delikli kesittir. FDY besleme ipliklerden hava jeti ile tekstüre ipliklerde incelik ve mukavemet değerlerinde belirgin bir fark yoktur. Yuvarlak ve trilobal kesit kopma uzama değerleri en yüksek, az iplik içi boş delikli kesittir. Kaynama çekme sonuçlarına bakılırsa en fazla içi boş delikli, en az trilobal kesit olduğu gözlenmiştir. Kılcal yükselme testi sonucunda trilobal kesitin yükselmesi en az, içi boş delikli kesitin en yüksek çıkmıştır. Boya alma değeri en yüksek kesit trilobal, en az olan ise yuvarlak kesittir. Yapılan analizler sonucunda; hava jeti ile tekstüre işlemi için POY tekstüre edilmiş ipliklerin, FDY' den elde edilenler göre üstün olduğu gözlenmiştir. Ayrıca yuvarlak kesit POY besleme ipliklerinden hava jeti tekstüre üretiminin en iyi sonuçları vereceği görülmüştür.

Wang ve ark. (2008) polyester ipliklerin ıslanma özelliklerinin farklı lif enine kesit, büküm ve tekstüre işlemlerinden etki derecesini dikey ıslanma testi ile incelemişlerdir. Dairesel ile beş loblu kesitten yalancı büküm tekstüre iplik ve daire sel kesitten bükümsüz 334 dtex ve 144 filamentte iplik elde etmişlerdir. Aynı büküm seviyesinde ıslanma yüksekliklerinin en yüksek beş loblu kesitte olduğu görülmüştür. Büküm seviyesinin ve ıslanma özelliği ilişkisi maksimum ıslanma yüksekliğine kadar doğru

orantılı olduğu fakat bu seviyeden sonra büküm seviyesinin artmasına rağmen ıslanma yüksekliğinin azaldığı gözlenmiştir.

Taşcan ve Vaughn (2008) dokusuz yüzey kumaşlarda akustik özelliklerin; lif inceliğı, enine kesit şekli ve kumaş yoğunluğunun tarafından etkisini incelemiştir. Araştırmada 4 derin kanallı, dairesel ve trilobal kesitte farklı inceliklerde iplikler üretilmiştir ve trilobal kesitlerden oluşan kumaşların ses yalıtımı dairesel kesitlere göre yüksek olduğu gözlenmiştir. 4 derin kanallı iplikten yapılan kumaşlar, yuvarlak liflerden yapılanlara göre tüm kumaş yoğunluklarında daha az hava geçirgenlik göstermiştir.

Özkan (2008) filamentlerin farklı; lineer yoğunluğu, enine kesit şekli ve sayısının POY ve tekstüre polyester iplik üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada; dairesel, trilobal, dört kanallı, altı kanallı, sekiz loblu olarak üretilen farklı enine kesitte ve 24, 34, 47, 68 ve 100 adet farklı filamentte liflerden tekstüre işlemini yapılmıştır. POY halindeki enine kesit şekilleri tekstüre edilmiş haliyle karşılaştırıldığında şekillerin tam formunu koruyamadığı görülmüştür. POY halinde en yüksek düzgünsüzlük değerine tetra kesit şekli sahip iken, en az düzgünsüzlük round kesit şeklinde görülmektedir. Tekstüre edilmiş halde en yüksek mukavemet, uzamaya ve hacimliliğe dairesel kesit sahipken en düşük mukavemet ve uzamaya trilobal kesit sahiptir. Kıvrım değerlerinin en çok round kesitte yüksek olurken en düşük değerleri tetra kesitte aldığı gözlenmiştir. Kaynama çekme değerlerinde en fazla çeken tetra kesitli iplik olduğu görülürken, en az çeken ipliklerin ise octolobal ve round kesitli iplikler olduğu görülmüştür.

Kino ve Ueno (2008) farklı enine kesitte polyester liflerinden üretilen ses absorplayıcı materyallerin akustik ve akustik olmayan özelliklere etkisini araştırmışlardır. Çalışmada dairesel, delikli, üçgen ve yassı lif enine kesit şekilleri 0,22 tex olarak üretilmişlerdir. Çalışma sonucunda lif enine kesit şeklinin, polyester ses absorblayıcı malzemelerinin akustik ve akustik olmayan özelliklerini kontrol edebileceğı görülmüştür.

Hasan ve ark. (2009) yaptığı araştırmada polyester dairesel ve artı enine kesit şeklindeki liflerinin termal, termo mekanik ve gerilme özelliklerini incelemiştir. Çalışmada üretim şartları sabit tutularak sadece lif enine kesit şekli değiştirilmiştir. Artı kesitin dairesel kesite göre daha fazla kopma uzaması göstermiş fakat mukavemeti düşük çıkmıştır.

Varshneya ve ark. (2010) polyester liflerinin doğrusal yoğunluklarının ve kesitlerinin kumaşların fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Dairesel, taraklı oval, tetrakelion ve trilobal kesitte ipliklerden 1.33, 1.55, 1.66 ve 2.22 dtex olmak üzere farklı incelikte üretilmiş ve biri % 100 polyester ve diğeri %67 polyester - %33 viskoz karışımından iki farklı 2/1 dimi kumaş üretilmiştir. Kumaşların konfor, ısı, hava ve nem geçirme özellikleri değerlendirilmiştir. Lif lineer yoğunluğunun artmasına ek olarak trilobal ve tetrakelion kesitlerin dairesele yerine kullanılması kumaş gözeneklerindeki artış nedeniyle kumaşların ısı iletkenliğini azalttığı görülmüştür. Yuvarlak kesitle hemen hemen aynı gözenekliliğe sahip olmasına rağmen, kıvrımlı oval lifler daha düz profile sahip olduğu için kumaşta daha fazla temas noktası oluşturarak ve termal iletkenliği geliştirdiği gözlenmiştir. Tetrakelion ve trilobal kesitlerin dairesele kıyasla kumaşları daha kalın ve hacimli hale getirdiği ve dolayısıyla ısı akışına daha fazla direnç sunduğu görülmüştür. Buna karşılık, kıvrımlı oval liflerden yapılan kumaşlar, dairesele liflerinden yapılanlara göre daha az kalındır ve dirençleri daha düşük ölçülmüştür. Tetrakelion ve trilobal kesitten yapılan kumaşlarda dairesele göre daha düşük termal absorptivite değerleri göstermiştir yani daha sıcak his vermektedir. Dolayısıyla daha yüksek termal absorptivite değeri, kıvrımlı oval liflerden oluşan kumaşların soğuk his verdiğini gösterir. Dairesel olmayan liflerden yapılmış kumaşların hava geçirgenliğinin, dairesele benzerlerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Dairesel kesit ile karşılaştırıldığında, tetrakelion ve trilobaldan yapılmış kumaşların daha yüksek hava geçirgenliği göstermiştir. Dairesel olmayan elyaflardan oluşan kumaşların, özellikle trilobal ve tetrakelyondan oluşan kumaşların, dairesele elyaflara göre daha yüksek bir buhar difüzyon hızı sergiledikleri, yine daha yüksek gözenekliliklerinden dolayı, nem difüzyonu gösterdikleri görülmüştür. Çalışmada kumaşların su geçirme davranışı sonlu bir rezervuar ve sonsuz rezervuardan fitilleme olarak iki farklı şekilde incelenmiştir. Sonlu bir rezervuar için; dairesele liflere kıyasla, tetrakelion ve oval lifler üzerinde yüzey kanallarının sıvı taşınması için ek kılcal damarlar olarak çalıştığından, suyun daha kolay ve hızlı geçmesini sağlar. Sonsuz rezervuardan için; kıvrımlı oval ve tetrakelion liflerde küçük kanalların varlığı, nemi iletme için ekstra yüzey sağlar. İplik yapısında daha az lif-lif teması sağlar ve trilobal ile tetrakelion kesitler kumaşları daha hacimli hale getirir. Sonuç olarak, dairesele

olmayan liflerin kumaşları dairesel göre daha yüksek bir kütle akış hızı sergilemiştir. Viskozun polyester içine karıştırılması, kumaşların hava geçirgenliğini ve nem buharı iletim oranını azalttığı gözlenmiştir.

Kara (2011) farklı enine kesitte polyester, polipropilen ve kompozit polipropilenden üretilmiş lif, iplik ve kumaşların yapısal özelliklerini incelemiştir. Polyesterden; 4,5 denye/ filament dairesel ve üçgen kesitte lifler, polipropilenden; 19 denye/ filament inceliğinde dairesel, trilobal, üçgen, delikli kesitte lifler, kompozit polipropilenden 19 denye/ filament inceliğinde dairesel, trilobal, üçgen kesitte lifler üretilmiştir. Bunlardan örme kumaşlar elde edilmiştir. %100 polipropilen liflerinin kristalinite oranı en yüksek dairesel, en düşük üçgen kesit ölçülmüştür. Polipropilen liflerinin erime sıcaklıkları, ortalama kopma yükleri arasında önemli bir fark bulunmadığı görülmüştür. Dairesel liflerin kopma uzamaları en yüksek çıkarken, trilobal liflerin en düşük çıkmıştır. En parlak trilobal liflerden örülmüş kumaşların olduğu, bunu üçgen ve dairesel liflerin takip ettiği gözlenmiştir. Üçgen kesitli liflerden elde edilen kumaşların çubuk yönünde ıslanmaları en düşük değere sahipken en yüksek trilobal kesin olduğu görülmüştür. %100 poliester dairesel ve üçgen kesit liflerin optik mikroskopla görüntüleri incelediğinde iki kesit şeklinde dairesel ve üçgen kesitli olduğu görülmüştür. Üçgen kesitli polyester liflerinin kopma uzamaları dairesel liflere göre daha yüksek ölçülmüştür. Lif özelliklerinde birçok özellik yakın çıktığı gözlenmiştir. Dairesel kesitli liflerden örülen kumaşların çubuk yönünde kılcal ıslanmaları karşılaştırıldığında üçgen liflere göre daha fazla ıslandıkları görülmüştür. Kompozit polipropilen liflerinin %0,3 ve %1 oranında bakır oksit mikro partikülü katkısı ile üretilmiş fakat enine kesit şekillerine göre mekanik özelliklerinde istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Sadece %1 katkılı liflerde kopma yükü ve özgül mukavemet değerlerinde trilobal kesit en iyi değerleri verirken kopma uzamasına bakıldığında dairesel kesit en iyi değerleri vermiştir.

Ömeroğlu ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada aynı üretim parametreleriyle elde edilmiş 167 dtex incelikte ve 48 filamentli FDY formunda; dairesel içi dolu, dairesel içi boş, trilobal içi dolu ve trilobal içi boş kesite sahip dört farklı tip bükümsüz polyester multifilament iplik elde edilmiştir. Bu ipliklere; 6 farklı büküm verilmiş, kopma

mukavemeti ve kopma uzaması değerleri ile büküm miktarı arasındaki ilişki incelenmiştir. Bükümsüz haldeki ipliklerin kopma mukavemeti değeri en yüksek trilobal içi boş, en düşük dairesel kesitte ölçülmüştür. Kopma uzaması değerleri ise en yüksek daireselde en düşük trilobal kesitte ölçülmüştür. Bükümlü halde kopma mukavemeti değeri en yüksek değerler aynı sonuçlarla dairesel içi boş ve trilobal içi boş kesitte 300 tur/m bükümdeyken, en düşük değer dairesel içi dolu kesitte 1800 tur/m bükümde ölçülmüştür. Bükümlü halde kopma uzaması değeri en yüksek değer dairesel içi dolu kesitte 1800 tur/m bükümdeyken, en düşük trilobal içi boş kesitte 300 tur/m bükümde ölçülmüştür.

Karaca ve ark. (2012) polyester dokuma kumaşlarda; lif enine kesiti ve dokuma örgü raporunun kumaşın konfor özelliklerine etkisini araştırmışlardır. 135 dtex 48 filamentte dairesel, içi boş dairesel, üçgen ve içi boş üçgen kesitte FDY iplikler üretilip, 300 t/m büküm uygulanmıştır. Bu ipliklerden bezayağı ve dimi kumaşlar üretilmiştir. Boyanan kumaşlara Alambeta, Permatest ve hava geçirgenliği testleri uygulanmıştır. İçi boş liflerden elde edilen kumaşların termal iletkenliği yüksek çıkmış fakat istenen yalıtım özellikleri görülememiştir. Üçgen kesitli ipliklerle dokunmuş kumaşlar, dairesel kesitlerden dokunmuş kumaşlara göre düşük termal iletkenlik ve termal absorpsiyon göstermiştir. İçi boş liflerle elde edilen kumaşların düşük su buharı ve hava geçirgenliği göstermiştir. Üçgen kesitten elde edilen kumaşların su buharı ve hava geçirgenliği, daireselden üretilenlere yüksek çıkmıştır. Ayrıca üçgen kesitli dimi kumaşlar, en düşük termal iletkenlik değeri gösterirken en yüksek su buharı ile hava geçirgenliği değerlerini göstermiştir.

Babaarslan ve Hacıoğulları (2013) lif enine kesit şeklinin POY özelliklerine etkisini incelişlerdir. Dairesel, üçgen, tetra, hekza ve oktolobal olmak üzere beş farklı kesitte, iki farklı incelik ve filamentte (283-133 dtex 34-47 filament) aynı parametrelerde iplikler üretilmiş fiziksel testleri yapılmıştır. Mukavemet; dairesel kesitte 133 dtex 34 filamentte en yüksek çıkarken en düşük ölçüm üçgen kesitte ve 283 dtex 47 filamentte görülmüştür. Kopma uzaması; en yüksek değeri dairesel kesit 133 dtex 34 filamentte çıkarken en düşük değer üçgen kesit 283 dtex 47 filamentte ölçülmüştür.

Düzgünsüzlüğün en yüksek değeri tetra kesit 133 dtex 34 filamentte, en düşük değeri ise 283 dtex 47 filamentte dairesel kesitli iplikte ölçülmüştür.

Roy ve Sinha (2014) farklı enine kesit şekline sahip polyester liflerinden elde edilmiş iplik ve kumaşlara dikey emicilik performansı testi yapmışlardır. İçi boş dairesel ve üçgen kesitli 44 tex polyester ipliklerden dokuma kumaş üretiminde tek katlı atkıda, çift katlı çözgüde kullanılmıştır. Dairesel içi boş kesit iplik, ilk anlarda yüksek emicilik hızı göstermiş fakat sonra emicilik hızı düşmüş ve yavaş ilerlemiştir. Dairesel içi boş liflerden üretilen iplik ve kumaşlar üçgen liflere göre her zaman yüksek emicilik göstermiştir.

Karaca ve ark. (2015) polyester dokuma kumaşların çekme ve yırtılma özelliklerinin lif enine kesit şekline etkisini incelemişlerdir. Çalışmada; içi dolu dairesel, içi boş dairesel ve üçgen kesitte 167 dtex 48 filamentte 300 t/m bükümlü FDY polyester iplikler kullanılmıştır. Dokuma örgüsü bezayağı ve 2/1 dimi olacak şekilde kumaşlar dokunmuş ve boyanmıştır. Bu kumaşların; kopma kuvveti, kopma uzaması ve yırtılma kuvveti özellikleri araştırılmıştır. İçi dolu kesitli iplikten elde edilen kumaşlar içi boş kesitten elde edilen kumaşlara göre yüksek kopma uzaması ve yırtılma kuvveti, içi boş kesitli iplikten dimi kumaş en yüksek kopma kuvveti değeri, içi dolu dairesel iplikten yapılan dimi kumaşa en yüksek yırtılma kuvveti değeri ölçülmüştür.

Koral Koç ve ark. (2016) otomotiv döşemelik kumaşların performansına filament kesit şeklinin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, yuvarlak, oktolobal ve W-kanal kesit şekilli 167 dtex 47 filament polyester FDY hava tekstüre ipliklerden 2/2 dimi dokuma kumaşlar elde edilmiştir. Filament kesitinin aşınmaya bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Aşırı besleme parametresindeki artış tüm kesitlerden yapılan kumaşlarda sertliğe neden olduğu görülmüştür. En düşük hava geçirgenliği W kanal kesitte görülürken oktolobal kesitte en yüksek değer gözlenmiştir.

Hacıoğulları ve Babaarslan (2018) enine kesit şeklinin polyester tekstüre ipliklerin fiziksel özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında 84 ve 178 dtex inceliğinde, 34 ve 47 filamentte olan; dairesel, üçgen, tetra, hekza ve oktolobal tekstüre iplikler üretmişlerdir. Enine kesitleri farklı polyester tekstüre ipliklere mukavemet,

kopma uzaması, kıvrım ve kaynama çekme testleri yapılmıştır. Dairesel kesit diğer kesitlere göre yüksek mukavemet, kopma uzaması ve kıvrım değerleri gösterirken, üçgen kesit iplikler ise diğerlerine göre düşük mukavemet ve kopma uzamasına sahip olduğu gözlenmiştir. Dairesel kesitin kaynama çekme değerleri en düşük, heksa kesitin en yüksek olduğu görülmüştür.

Özat (2019) çalışmasında, farklı lif enine kesit şekillerinde üretilmiş FDY ve yalancı büküm tekstüre ipliklerden elde edilen kumaşların hava geçirgenliğini incelemiştir. Tekstüre işleminde birinci fırın sıcaklıkları değiştirilmiş diğer üretim parametreleri sabit tutulmuştur. Kullanılan kesitler; dairesele, içi boş dairesele, oktolobal ve W kanalıdır. İpliklere yapılan testler; incelik, kopma uzama, mukavemet, kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısılması, kıvrım kalıcılığı ve kaynama çekmedir. Kumaşlara yapılan testler; patlama mukavemeti, patlama gerinimi, hava geçirgenliği, termal direnç ve termal iletkenliktir. Çalışmada yapılan kesit analizleri sonucu friksiyon diskli yalancı büküm tekstüre yönteminde lif kesit şeklini korumanın zor olduğu görülmüştür. En düşük iplik inceliğine W kanal kesitli ipliklerin sahip olduğu görülmüş fakat kesit şeklinin FDY iplik inceliğine etki etmediği görülmüştür. Birinci fırın sıcaklığı yükseldikçe tüm tekstüre ipliklerin kopma uzaması düşmektedir. FDY içi boş dairesele iplik en düşük uzama gösterirken en yüksek değeri W kesitte ölçülmüştür. Tekstüre içi boş dairesele lif en yüksek mukavemet değeri gösterirken en düşük değer W kanal kesitli ipliklerdir. FDY dairesele kesitli iplik en yüksek mukavemeti, W kanal kesitli iplik en düşük mukavemet değerini göstermiştir. Tekstüre ipliklerde kıvrım elastikiyeti ve kıvrım kısılması en yüksek dairesele kesit, en düşük içi boş dairesele ile W kanal kesitte ölçülmüştür. Tekstüre ipliklerde kıvrım kalıcılığının en yüksek değeri oktolobal kesit, en düşük ise W kanal kesitte ölçülmüştür. Kıvrım ölçümleri FDY ipliklere uygulanmamaktadır. Tekstüre ipliklerde kaynama çekmesi en yüksek içi boş dairesele kesit, en düşük dairesele kesitte görülmüştür. FDY ipliklerde en düşük kaynama çekme değeri oktolobal, en yüksek içi boş dairesele kesittir. FDY ipliklerle yapılmış örme kumaşlarda oktolobal kesit daha fazla hava geçirgenliği değeri sağlamıştır. W kesitli ipliklerden örülen kumaşlar en yüksek termal dirençe sahipken, içi boş dairesele kesitten örülen kumaşlar en düşük termal direnç değerlerine sahiptir. Oktolobal kesit termal iletkenlik değerlerinde hep en

yüksektir. FDY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç ve termal iletkenlik değerleri, yalancı büküm tekstüre ipliklerden elde edilen kumaşlara göre daha düşüktür.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada, yalancı büküm tekstüre işlemi uygulanmak üzere temin edilen farklı enine kesitte polyester POY (kısmi oryante olmuş iplik) ipliklere ait bilgiler aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Farklı enine kesite sahip polyester POY bilgileri

Hammadde	Final Dtex	Filament	Kesit
Polyester POY	167	96	Round
Polyester POY	167	96	Tetra
Polyester POY	78	36	Round
Polyester POY	78	48	Tetra
Polyester POY	78	48	Hollow-core

3.2. Yöntem

Çalışmada materyal olarak farklı enine kesitte fakat aynı dtex değerine sahip round, tetra ve hollow-core kesitteki hammaddelere yalancı büküm tekstüre işlemi aynı üretim şartlarında yapılarak sadece enine kesit farklılığının iplik fiziksel özelliklerine etkisi ve kumaşların ısı konfor özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

3.2.1. Tekstüre iplik üretimi

Farklı enine kesitte polyester POY şeklinde temin edilen hammaddelere AFK-21 yalancı büküm tekstüre makinesinde, aynı dtex değerleri için aynı üretim şartlarında yalancı büküm tekstüre işlemi yapılmıştır.

Yalancı büküm tekstüre yöntemi ile 288 dtex 96 filamente sahip round (yuvarlak) kesit POY, standart makine çalışma parametreleri ile referans üretim gerçekleştirilerek 167 dtex değerinde tekstüre edilmiş iplik elde edilmiştir. Aynı dtex ve filament değerindeki tetra kesit POY ile de tekstüre iplik üretimi yapılmıştır. Çalışmalarda her kesit ilk önce sadece birinci fırın kullanılarak orta puntalı (soft img), puntalı (img) ve puntasız (ft) tekstüre iplikler üretilmiştir. Daha sonra birinci ve ikinci fırının kullanıldığı orta puntalı

(soft img), puntalı (img) ve puntasız (ftf) şeklinde tekstüre iplikler üretilmiştir. Bu işlem sırası diğer hammaddelere de aynı şekilde uygulanarak aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi yalancı büküm tekstüre iplikler elde edilmiştir. Sadece birinci fırın kullanıldığı iplikler ft, birinci ve ikinci fırının kullanıldığı iplikler ftf şeklinde isimlendirilmiştir. İpliklerin orta puntalı olduğu durumlar için soft, puntalı olduğu durumlar için img şeklinde isimlendirmeleri yapılmıştır. Puntasız olan ipliklerde sadece birinci fırın kullanıldığında ft, birinci ve ikinci fırın birlikte kullanılırsa ftf şeklinde isimlendirilmiştir.

Çizelge 3. 2. Farklı enine kesitte birinci fırın kullanılarak üretilen tekstüre iplikler

Dtex/Filament	Özellik	Kesit
78/48	ft soft img	Tetra
78/48	ft img	Tetra
78/48	ft	Tetra
78/48	ft soft img	Hollow-Core
78/48	ft img	Hollow-Core
78/48	ft	Hollow-Core
78/36	ft soft img	Round
78/36	ft img	Round
78/36	ft	Round
167/96	ft soft img	Round
167/96	ft img	Round
167/96	ft	Round
167/96	ft soft img	Tetra
167/96	ft img	Tetra
167/96	ft	Tetra

Çizelge 3. 3. Farklı enine kesitte birinci ve ikinci fırın kullanılarak üretilen tekstüre iplikler

Dtex/Filament	Özellik	Kesit
78/36	ftf soft img	Round
78/36	ftf img	Round
78/36	ftf	Round
78/48	ftf soft img	Tetra
78/48	ftf img	Tetra
78/48	ftf	Tetra
167/96	ftf soft img	Round
167/96	ftf img	Round
167/96	ftf	Round
167/96	ftf soft img	Tetra
167/96	ftf img	Tetra
167/96	ftf	Tetra

Üretimi yapılan ipliklerin farklı enine kesitte karşılaştırılması aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3. 4 Karşılaştırılacak iplikler-1

İplik Bilgisi					
Dtex/ Filament	Kesit	Dtex/ Filament	Kesit	Dtex/ Filament	Kesit
78/48 ft soft img	Tetra	78/36 ft soft img	Round	78/48 ft soft img	Hollow core
78/48 ft img	Tetra	78/36 ft img	Round	78/48 ft img	Hollow core
78/48 ft	Tetra	78/36 ft	Round	78/48 ft	Hollow core

Yukarıdaki çizelgeden görüldüğü gibi ilk aşamada aynı dtex değerlerindeki tekstüre iplikler ve bu ipliklerden elde edilmiş kumaşlar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaların sağlıklı olabilmesi için üretim şartları aynı tutulmuştur. Böylece sadece enine kesit farklılığının kumaş ısı konfor özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Çizelge 3. 5. Karşılaştırılacak iplikler-2

İplik Bilgisi			
Dtex/ Filament	Kesit	Dtex/ Filament	Kesit
167/96 ft soft img	Tetra	167/96 ft soft img	Round
167/96 ft img	Tetra	167/96 ft img	Round
167/96 ft	Tetra	167/96 ft	Round
78/48 ftf soft img	Tetra	78/36 ftf soft img	Round
78/48 ftf img	Tetra	78/36 ftf img	Round
78/48 ftf	Tetra	78/36 ftf	Round
167/96 ftf soft img	Tetra	167/96 ftf soft img	Round
167/96 ftf img	Tetra	167/96 ftf img	Round
167/96 ftf	Tetra	167/96 ftf	Round

Yukarıdaki çizelgede de görüldüğü üzere aynı dtex değerlerine sahip tetra kesitli ipliklerden elde edilen kumaşlar, round kesitli ipliklerden elde edilen kumaşlarla karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırmaların sağlıklı olabilmesi için üretim şartları aynı tutulmuştur. Aynı şartlarda üretilen ve aynı dtex değerlerine sahip iplikler önce fiziksel sonuçları sonra kumaş analizleri karşılaştırılmıştır. Böylece sadece enine kesit farklılığının kumaş ısı konfor özelliklerine etkisi incelenmiştir.

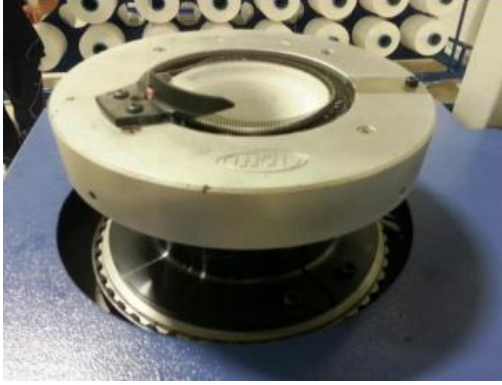
3.2.2. Kumaşların üretimi

Farklı enine kesitte üretilen ipliklerin karşılaştırmasının daha kolay yapılabilmesi için örme kumaşlar kullanılmıştır. Numune miktarları kısıtlı olduğu için örme kumaşlar halat halinde numune çorap örme makinesinde elde edilmiştir. İpliklerin inceliklerine göre uygun örme makinesi seçilir. İplik plastik ve seramik kılavuzlardan geçirip gösterilen furnisöre verilir.



Şekil 3. 1. Furnisör

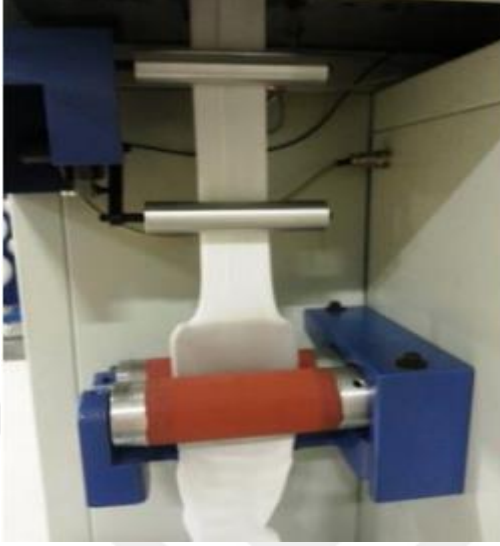
Furnisörden geçirilen iplik sarma diskine sarılır sonrasında furnisor gövdesinde bulunan anahtarı açılarak sargı kendiliğinden tamamlanır. Örgüye başlamadan önce tüm iğnelerin ağızlarının açık olup olmadığı kontrol edilir sonra örgü kafasının üst kısmındaki merkezleme kılavuzundan iplik geçirilerek iğnelere verilir. Makinanın yan tarafında bulunan açma düğmesinden makine açılarak ayarlamalar (örme uzunluğu, sıkı veya gevşek örmek) yapılır.



Şekil 3. 2. Çorap örme makinesi

Tüm ayarlamalar bittikten sonra çalıştırma düğmesine basarak makina çalıştırılır. Çorap örülmeye başladıktan sonra uygun gerilimle çorabı çekebilmek için bir miktar örülen çorap makinanın alt kısmındaki merdanelerden geçirilmesi gerekmektedir. Çorap yeterli uzunluğa gelince üst silindirin önünden alt silindirin arkasından geçirilerek dikkatlice dönen merdanelerin arasına verilir. Çorap alt haznede birikir. 78 dtex değerindeki

iplikler 198 iğneye sahip makinede örülürken, 167 dtex değerindeki iplikler 154 iğneye sahip makinede örülmüştür.



Şekil 3. 3. Çorap örme makinesi alt haznesi

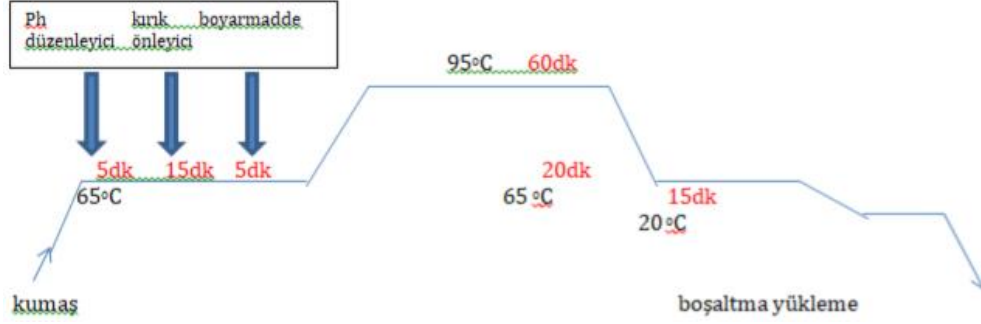
Örülen çoraplara numune boyama makinesinde boyama işlemi yapılır. Halat halindeki kumaş ön kapaktan haspel üzerinden geçirilerek düze boğazına doğru verilir.



Şekil 3. 4. Çorap boyama makinesi

Otomatik boyama seçeneği ile hazır program seçilir. Boyama işlemi, bu programa göre 5 kademede aşağıda belirtilen süre ve sıcaklıklarda gerçekleşir.

Kademe	Sıcaklık(°C)	süre(dk)
1	25	çorap yükleme
2	65	25 dk
3	95	60 dk
4	65	20 dk
5	20	15 dk ve boşaltma



Şekil 3. 5. Boyama reçetesi

Su alımı sırasında aşağıdaki reçeteye göre kimyasallar hazırlanır.

1. pH düzenleyici kazana ilave edilir.
2. %1,5lik Pes boyası koyarak boya çözeltisi hazırlanır.
3. Çorap ağırlığının %50'si kadar boya çözeltisi, emülgatör ve kırık önleyici sıcak su ile karıştırılarak boya haznesinden içeri verilir.

Boyanan kumaşlar numune kurutma dolabında 100° C'de kurutulur.



Şekil 3. 6. Çorap kurutma dolabı

3.2.3. Hammadde test yöntemleri

Temin edilen hammaddelere yapılan test yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

İpliğin, belirli bir uzunluğunun ağırlığının ölçülmesi iplik numarasıdır. İplik numarası ölçümü ISO 2060 standardı esas alınarak Statimat DS cihazında yapılmıştır. POY cihazın arkasında bulunan bobin arabasına yerleştirilerek kılavuzlardan geçirilir. Öndeki kılavuzlardan da sırasını takip ederek geçirilir. Son olarak ilgili kılavuzun altındaki yuvarlak çenelerin arasına iplikler sıkıştırılır ve uçları makasla kesilir. Birinci iplik değiştirme kolunun ağzına verilir. Bu işlem için cihaz üzerindeki panelde bulunan çeneleri açma düğmesine basılır açılan ağız arasına iplik yerleştirilip çeneleri kapatma düğmesine basılarak iplik kapanan ağız arasında sabitlenir. Daha sonra bilgisayardan testi yapılacak ipliklerin ve test parametrelerinin bilgileri ekrana girilir. Test işlemlerinin bilgisayar kısmı tamamlandıktan sonra cihaz üzerindeki tuşlardan yukarı ok tuşuna basılır, cihaz otomatik çalışma konumuna geçer ve ölçümlere başlanır. Ölçülen değerler bilgisayar ekranından okunur ve çıktısı alınır.

POY numunelerinin kopma uzaması ve mukavemet ölçümü Statimat DS cihazında ve ISO 2062 standardına göre yapılmıştır. Ölçümü yapılacak numuneler zaten numara tayini için cihaza yerleştirilmiştir. POY ipliklerde çeneler arasındaki mesafe $200 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, test hızı 1500 mm/dk , ön gerilim 0.5 cN/tex , olacak şekilde ayarlanır. Test işlemlerinin bilgisayar kısmı tamamlandıktan sonra cihaz üzerindeki tuşlardan yukarı ok tuşuna basılır, cihaz otomatik çalışma konumuna geçer ve ölçümlere başlanır. Ölçülen değerler bilgisayar ekranından okunur ve çıktısı alınır.

Maksimum kuvvet anındaki uzama değeri o numuneye ait % uzama değeridir. Maksimum kuvvetin iplik numarasına bölünmesiyle de mukavemet hesaplanır. Üç kere tekrarlanan testler cihazın ekranından okunur ve çıktısı alınır.

POY numunelerinin yağ ölçümü için numune hazırlandıktan sonra bilgisayardan parametreler girilir. Cihaza bağlı hassas terazide numune ağırlığı ölçülür çıkan sonuç sabitlenip terazi ekranında gram olarak sonuç görülünce terazinin üstünde bulunan gönder tuşuna tıklanır ve ağırlık değeri bilgisayara gönderilir. Ağırlığı ölçülen

numuneler cihazın ölçüm tüplerine yerleştirilir. Bilgiler tamamlandıktan sonra ‘ölçüm’ tuşuna tıklanır bilgisayardan gelen komutla numune tüpleri sırasıyla cihazın orta bölümündeki ölçüm haznesine yerleştirilir. Ölçüm sonrası çıkan cihazın ekranından okunur ve çıktısı alınır.

Düzgünsüzlük ölçümü ile amaç iplik yapısındaki değişiklikleri, iplik yüzey düzgünsüzlüklerini ölçmektir. Düzgünsüzlüğü fazla olan POY tekstüre prosesinde kopmalara neden olabilir. Bobin arabası cihazın yan kısmında bulunan düğümleyicinin yanına yerleştirilir. İplikler cağlık üzerinde bulunan tansiyometreden daha sonra da sırasını takip edecek şekilde düğümleyici üzerinde bulunan kılavuzlardan geçirilir. İlk iplik sırasıyla Covafil+ üzerinde bulunan kılavuzlardan daha sonra da Dynafil ME+ üzerinde bulunan dairesel düzeneklerden uygun şekilde geçirilir ve makina çalışmaya hazırdır. Bilgisayar ekranından yapılacak teste ait bilgiler ekrana girilir ve cihazdan test başlatılır. Sonuçlar cihazın ekranından okunur ve çıktısı alınır.

Kaynama çekme testi, ipliklerin 95°C’deki su içinde kendini toplama oranını ifade etmektedir. Çıkırıkta sarılıp çile haline getirilen iplik magazinin çengellerine takılır. Kaynama çekme analizi yapılırken magazin etüve konmadan önce kabine yerleştirilir. Her çilenin ucuna 2 cN/tex kuvvet uygulanarak ilk uzunluk boyu ölçülür, ekranda L1 ölçümleri görülür, yazıcıdan bilgisayar çıktısı alınır. Ardından magazin etüve yerleştirilir. Test bitiminde etüvden alınan magazinin soğuduğundan emin olana kadar en az yarım saat beklenir. Magazin kabinindeki kızak çekilir, magazin yerleştirilir, son boyları (L2) ölçülür. L2 değerleri görüldükten sonra bilgisayar çıktısı yazıcıdan alınır. İlk uzunluktan, kaynama çekme sonrası ölçülen uzunluk çıkarılmıştır ve ilk uzunluğa bölünerek kaynama çekme değeri bulunur.

3.2.4. Tekstüre iplik test yöntemleri

İpliğin, belirli bir uzunluğunun ağırlığının ölçülmesi iplik numarasıdır. İplik numarası ölçümü ISO 2060 standardı esas alınarak Statimat DS cihazında yapılmıştır. Tekstüre edilmiş iplikler cihazın arkasında bulunan bobin arabasına yerleştirilerek arkadaki kılavuzlardan geçirilir. Öndeki kılavuzlardan da sırasını takip ederek geçirilir. Son

olarak ilgili kılavuzun altındaki yuvarlak çenelerin arasına iplikler sıkıştırılır ve uçları makasla kesilir. Birinci iplik değiştirme kolunun ağzına verilir. Bu işlem için cihaz üzerindeki panelde bulunan çeneleri açma düğmesine basılır açılan ağız arasına iplik yerleştirilip çeneleri kapatma düğmesine basılarak iplik kapanan ağız arasında sabitlenir. Daha sonra bilgisayardan testi yapılacak ipliklerin ve test parametrelerinin bilgileri ekrana girilir. Test işlemlerinin bilgisayar kısmı tamamlandıktan sonra cihaz üzerindeki tuşlardan yukarı ok tuşuna basılır, cihaz otomatik çalışma konumuna geçer ve ölçümlere başlanır. Ölçülen değerler bilgisayar ekranından okunur ve çıktısı alınır.

Maksimum kuvvet anındaki uzama değeri o numuneye ait % uzama değeridir. Maksimum kuvvetin iplik numarasına bölünmesiyle de mukavemet hesaplanır. Tekstüre edilmiş ipliklerin kopma uzaması ve mukavemet ölçümü de Statimat DS cihazında ve ISO 2062 standardına göre yapılmıştır. Ölçümü yapılacak numuneler zaten numara tayini için cihaza yerleştirilmiştir. Tekstüre edilmiş iplikler için çeneler arasındaki mesafe 500 mm, test hızı 1500 mm/dk, ön gerilim 1,5 cN/tex olacak şekilde ayarlanır. Test işlemlerinin bilgisayar kısmı tamamlandıktan sonra cihaz üzerindeki tuşlardan yukarı ok tuşuna basılır, cihaz otomatik çalışma konumuna geçer ve ölçümlere başlanır. Üç kere tekrarlanan testler cihazın ekranından okunur ve çıktısı alınır.

Kaynama çekme testi, ipliklerin 95°C'deki su içinde kendini toplama oranını ifade etmektedir. Çıkırıkta sarılıp çile haline getirilen iplik magazinin çengellerine takılır. Kaynama çekme analizi yapılırken magazin etüve konmadan önce kabine yerleştirilir. Her çilenin ucuna 2 cN/tex kuvvet uygulanarak ilk uzunluk boyu ölçülür, ekranda L1 ölçümleri görülür, yazıcıdan bilgisayar çıktısı alınır. Ardından magazin etüve yerleştirilir. Test bitiminde etüvden alınan magazinin soğuduğundan emin olana kadar en az yarım saat beklenir. Magazin kabinindeki kızak çekilir, magazin yerleştirilir, son boyları (L2) ölçülür. L2 değerleri görüldükten sonra bilgisayar çıktısı yazıcıdan alınır. İlk uzunluktan, kaynama çekme sonrası ölçülen uzunluk çıkarılmıştır ve ilk uzunluğa bölünerek kaynama çekme değeri bulunur.

İplik numunelerinin yağ ölçümü için numune hazırlandıktan sonra bilgisayardan parametreler girilir. Cihaza bağlı hassas terazide numune ağırlığı ölçülür çıkan sonuç

sabitlenip terazi ekranında gram olarak sonuç görülünce terazinin üstünde bulunan gönder tuşuna tıklanır ve ağırlık değeri bilgisayara gönderilir. Ağırlığı ölçülen numuneler cihazın ölçüm tüplerine yerleştirilir. Bilgiler tamamlandıktan sonra ‘ölçüm’ tuşuna tıklanır bilgisayardan gelen komutla numune tüpleri sırasıyla cihazın orta bölümündeki ölçüm haznesine yerleştirilir. Ölçüm sonrası çıkan cihazın ekranından okunur ve çıktısı alınır.

Yalancı büküm tekstüre ipliklerinin kıvrım değerleri DIN 53840 standardına göre Texturmat ME+ test cihazında ölçülmüştür. Ölçüm yapabilmek için iplikler çile haline getirilmiştir. Çile magazinine yerleştirildikten sonra fırında 120°C’de 10 dk bekletilerek kıvrım oluşumu gerçekleştirilmiştir. Fırından çıkarılan magazin 30 dakika laboratuvar ortamında bekletildikten sonra Texturmat cihazının sehpasına konulmuştur. Cihaz sırasıyla, Şekil 3.7’de gösterildiği 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” uzunluğu ölçmektedir.

				
500 gr.	2.5 gr.	25 gr.	2500 gr.	2.5 gr.
2 CN/TEX	0.01 CN/TEX	0.1 CN/TEX	10 CN/TEX	0.01 CN/TEX
10 SN	10 DK	10 SN	10 SN	30 DK
Lg	Lz	Lf		Lb

Şekil 3. 7. İpliklere uygulana yükler ve uzunlukları

Yapılan ölçümler, kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığı için aşağıda verilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%KE \text{ (kıvrım elastikiyeti)} = \frac{LG - LZ}{LG} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\%KK \text{ (kıvrım kısalması)} = \frac{LG - LF}{LG} \times 100 \quad (3.2)$$

$$\%KE \text{ (kıvrım kalıcılığı)} = \frac{LG - LB}{LZ - LG} \times 100 \quad (3.3)$$

Tekstüre işleminde punta özelliği verilen ipliğin punta sayımı ve punta kalıcılığının ölçülmesidir. Bobin arabası cihazın yan kısmında bulunan iplik değiştiricinin arkasına yerleştirilir. İplikler yanda bulunan dairesel düzenek üzerindeki kılavuzlardan geçirilir. İlk kılavuzdaki iplik sırasıyla tüm kılavuzlardan geçirilerek Itemat ME+ cihazının üzerinde bulunan silindir ve aparatlardan şekildeki gibi geçirilir. Bu konumda cihaz çalışmaya hazırdır.



Şekil 3. 8. Punta sayısı ölçüm cihazı

Bilgisayarda açılan programda ipliğe ait tanımlayıcı bilgiler yazılarak teste ait parametreler girilir ve test başlatılır. Test sonucunda metredeki punta sayısı ve kalıcılık değeri ekrandan okunur ve çıktısı alınır.

3.2.5. Kumaşlara Yapılan Testler

Hava geçirgenliği; havanın lifler, iplikler ve kumaş yapısı içerisinde geçebilme kabiliyetini ifade eden, vücuttan geçen havanın tutulması ya da dışarı iletilmesi ile ilgili bir kullanım özelliğidir. Kumaşı oluşturan lif yapısı, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenen bir özellik olarak hava geçirgenliği, ısı iletkenliği ile de paralellik sergilemektedir. Hava geçirgenliği iyi olan kumaşlar, vücutta hava sirkülasyonunu sağlarken hava geçirgenliği düşük olan kumaşlar hava sirkülasyonunu keserek ısı kaybını önlemektedir ve bu durum liften kumaşa bir çok özellikten etkilenebilmektedir.



Şekil 3. 9. Hava geçirgenlik test cihazı

Numunelerin hava geçirgenliği değerleri, SDL Atlas Hava Geçirgenliği cihazında numuneler standart klima koşulları altında kondisyonlandıktan sonra 5 cm²' lik kumaş yüzeyinden, 100 Pa basınç farkı ile, 1 saniyede 1 m² kumaştan geçen hava miktarının belirlenmesiyle yapılmıştır ve sonuçlar litre / (m²/sn) olarak ifade edilmiştir. Hava geçirgenliği testleri TS 391 EN ISO 9237 Uluslararası standarda göre ölçülmüştür. Kumaşların beş farklı bölgesinde bu test tekrarlanarak ortalaması alınmıştır.



Şekil 3. 10. Hava geçirgenliği testi yapımı

Su buharı geçirgenliği Permetest olarak isimlendirilir. Tekstil materyali tarafından emilen su tekstil yapısı içerisinde difüzyonla transfer edilir. En son olarak da transfer edilen su diğer tekstil yüzeyinden dış ortama atılır. Bu mekanizma kullanılan lif tipine ve tekstil yapısına bağlıdır. Sentetik liflerden yapılan kumaşlarda, su lif ve iplik arasındaki kapılar boşluklar sayesinde dış yüzeye atılır.

Su buharının difüzyonla transferini inceleyen birçok araştırmacı, vücutla temas eden tekstil yüzeyinden dış yüzeye transfer edilen su buharı miktarının, kumaşın iç yüzeyiyle dış ortam arasındaki su buharı basınç farkına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. İnsan vücudu yüksek aktivite sırasında buharlaşma ve terlemeyle fazla ısıyı dış ortama atarak serinler. Giysilerin konfor özelliğine sahip olabilmesi için nemi hızlı bir şekilde kumaştan uzaklaştırıp dış yüzeye atılmasını sağlayacak kumaş yapısına ve soğuk iklim koşullarında nemin termal direnç değerinin düşmesini önlemesini sağlayacak kumaş

yapısına sahip olması gerekir. Giysilerin nefes alabilirliğini etkileyen en önemli özellik iç ve dış ortam koşullarında su buharı geçirgenliğine sahip olmalarıdır. Nefes alabilir kumaş yapısı terlemeyle fazla ısıyı giysi katmanları içerisinde dış ortama aktarılmasını sağlar. Giysi katmanlarından biri su geçirmez bir yapıya sahipse nem giysi ve deri arasında tutulur, bu kişinin ıslaklık hissetmesine ve ısı artışına sebep olur. (Özkan 2013)

Permetest cihazında yapılacak buhar geçirgenliği ölçümleri için önce referans ölçüm kullanılır. Bu kumaşın özelliği daha önceden ilgili standarda göre Ret (su buharı direnci) değerinin bulunmuş olmasıdır. Bu numune kullanılarak test yapılan laboratuardaki geçirgenlik katsayısı C bulunur. İlgili parametreler yerine yazılarak Ret değeri bulunur.

$$R_{et} = C (1-\varphi) \left(\frac{1}{q'_{hs}} - \frac{1}{q'_{h0}} \right) [m^2 \cdot Pa / W] \quad (3.4)$$

C: testin yapıldığı laboratuarda tespit edilen katsayı

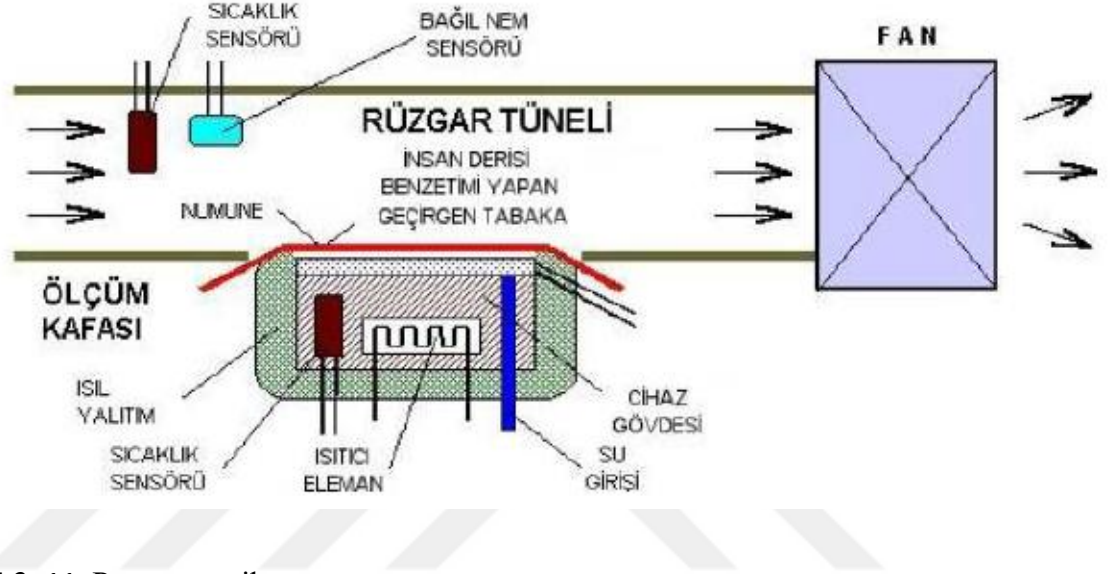
φ : test yapılan ortamdaki % bağıl nem miktarı

q'_{h0} : ölçüm kafasında numune olmadığı durumdaki ısı akımı

q'_{hs} : ölçüm kafası bir numuneyle kaplı olduğunda sıvıda meydana gelen ısı kaybı değerlerini ifade etmektedir.

Permetest cihazı kumaş yüzeyinden geçen su buharı miktarını verir. Numunelerden önce referans ölçümü yapılır. Cihaz 1 m/sn hızla kumaşın arka yüzünde hava akımı oluşturur. Ölçüm kafasının bir parça kavisli ve gözenekli yüzeyi isteğe bağlı olarak sürekli ya da aralıklı olarak nemlendirilir ve bir rüzgar kanalı içerisinde yer alan, ayarlanabilir hızda olan paralel hava akısına maruz bırakılır. Test edilecek numune, çapı yaklaşık 80 mm olan nemlendirilmiş alandan çok az bir mesafe uzaklıkta bulunan ve yüksek termal iletkenlik özelliğine sahip alan içine yerleştirilir. Sıvı suda buharlaşıp aktif gözenekli yüzeyden uzaklaşan ısı miktarı özel bir entegre sistem ile ölçülür. Böylece kısa sürede tüm sistem başarılı bir ölçüm işlemi gerçekleştirilir ve tam sinyal birkaç dakika içerisinde alınabilir. Ölçümün başında numune yer almaksızın meydana gelen ısı akısı q'_{h0} ölçülür. Daha sonra, ölçüm kafası aşağı çekilir ve numune kafa ile rüzgar kanalının

arasına sıkıca yerleştirilir. Gösterge, numunede farklı sıcaklık etkisini kısa sürede yansıtır, sinyal birkaç dakika içerisinde sabit hale gelir ve numuneyle kaplı nemlendirilmiş ölçüm kafasından kaybedilen ısı miktarını ifade eden q'_{hs} değeri yeni değer olarak okunur. Sinyalin sabit hale geldiği bu nokta, materyalin su buharı geçirgenliğini ifade etmektedir.



Şekil 3. 11. Permetest cihazı

Permetest cihazında, insan teni kuru ve yaş olarak simüle edilmiştir. Numune yerleştirilmeden önce, ortamın ısı akış değeri (q_0) ölçülür. Sonra numunenin yerleştirildiği bölge nemlendirilir, numune yerleştirilir ve altına yarı geçirgen selofan konulur. Numune belirli bir hızda paralel olarak hava akışına maruz bırakılır. Aktif eğimli yüzeyden dışarı çıkan buharlaşma ısısının miktarı cihaz tarafından kaydedilir. Kaydedilen değer ısı kaybı miktarını (q_s) vermektedir. Buradan bağıl su buharı geçirgenliği (P) aşağıdaki formüle göre hesaplanır. P değeri, %100 serbest ölçüm yüzeyinin bağıl su buharı geçirgenliğine aittir. (Dolezal ve Hes 2003)

$$P = 100 \times (q_s / q_0) \quad (3.5)$$

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. POY Test Sonuçları

4.1.1. POY İplik Fiziksel Test Sonuçları

POY halindeki ipliklere yapılan incelik, uzama, mukavemet, yağ, kaynama çekme ve düzgünsüzlük test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4. 1. POY ‘lara ait fiziksel test sonuçları

İplik Bilgisi	Kesit Şekli	İncelik (dtex)	Uzama (%)	Mukavemet (cN/dtex)	Yağ (%)	Kaynama Çekme (%)	Düzensüzlük %
78/48 PES POY	Tetra	135,2	125,79	1,9	0,5	63,35	0,97
78/48 PES POY	Hollow Core	139	134,6	2,16	0,5	59,56	3,17
78/36 PES POY	Round	134	121,85	2,57	0,2	67,96	1,22
167/96 PES POY	Tetra	288	147,8	2,27	0,3	59,62	4,23
167/96 PES POY	Round	291	149,3	2,33	0,3	57,44	4,55

4.2. Tekstüre İplik Test Sonuçları

4.2.1. Fiziksel Test Sonuçları

Yalancı büküm tekstüre işlemi yapılmış ipliklere ait incelik, uzama, mukavemet, yağ ve punta değerleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Tekstüre iplik incelik, uzama, mukavemet, yağ ve punta fiziksel test sonuçları

İplik	Kesit	İncelik (dtex)	Uzama (%)	Mukavemet (cN/dtex)	Yağ (%)	Punta (adet/metre)
78/48 ft soft img	Tetra	82,6	24,94	3,39	2,1	79,08
78/48 ft img	Tetra	84	23,29	3,22	2,3	106,25
78/48 ft	Tetra	80,6	19,76	3,52	3	-
167/96 ft soft img	Tetra	174,4	22,31	3,04	2,8	54,95
167/96 ft img	Tetra	168,4	23,46	3,28	2,1	115,05
167/96 ft	Tetra	167,8	23,18	3,05	2,9	-
167/96 ft soft img	Round	172,4	26,93	4,05	2,4	49,2
167/96 ft img	Round	172,2	25	4,1	2,5	101,9
167/96 ft	Round	170	25,87	4,16	2,7	-
78/36 ft soft img	Round	82,8	21,03	4,57	2,4	51
78/36 ft img	Round	83,6	19,71	4,34	2,3	99
78/36 ft	Round	82	19,86	4,58	2,2	-
78/48 ftf soft img	Tetra	82,8	25,2	3,59	2,3	65
78/48 ftf img	Tetra	84,6	24,09	3,39	2,7	97
78/48 ftf	Tetra	83	23,66	3,4	2,3	-
167/96 ftf soft img	Tetra	165,4	20,14	3,04	2,7	44
167/96 ftf img	Tetra	169,4	23,89	3,12	2,9	100
167/96 ftf	Tetra	168	21,32	2,76	2,8	
167/96 ftf soft img	Round	173,6	25,03	4	3	55,3
167/96 ftf img	Round	174,8	25,93	4,14	2,1	100,05
167/96 ftf	Round	176,8	24,53	3,85	2,9	-
78/36 ftf soft img	Round	81	22,78	4,7	2,4	75
78/36 ftf img	Round	84,6	21,88	4,35	2,1	90
78/36 ftf	Round	82,2	20,91	4,51	2,6	-
78/48 ft soft img	Hollow-Core	79	24,72	4,16	2,6	58,95
78/48 ft img	Hollow-Core	82,4	24,95	3,72	2	102,65
78/48 ft	Hollow-Core	83,8	19,67	3,86	2,3	-

Yalancı büküm tekstüre işlemi yapılmış ipliklere kıvrım kısalması, kıvrım modülü, kıvrım kalıcılığı ve kaynama çekme değerleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Tekstüre iplik kıvrım kısalması, kıvrım modülü, kıvrım kalıcılığı ve kaynama çekme fiziksel test sonuçları

İplik	Kesit	Kıvrım Kısalması (%)	Kıvrım Modülü (%)	Kıvrım Kalıcılığı (%)	Kaynama Çekme (%)
78/48 ft soft img	Tetra	10,43	7,23	64,27	12,04
78/48 ft img	Tetra	9,91	6,8	60,1	10,63
78/48 ft	Tetra	11,38	7,93	67,26	12,22
167/96 ft soft img	Tetra	7,79	4,62	57,19	9,82
167/96 ft img	Tetra	6,82	3,65	48,25	10,12
167/96 ft	Tetra	7,29	4,22	57,28	10,59
167/96 ft soft img	Round	11,87	6,63	66,33	10,76
167/96 ft img	Round	8,97	5,39	62,92	11,12
167/96 ft	Round	12,66	7,15	70,13	10,68
78/36 ft soft img	Round	28,77	18,45	79,36	11,84
78/36 ft img	Round	25,2	16,45	78,21	11,89
78/36 ft	Round	34,85	22,65	83,51	12,1
78/48 ftf soft img	Tetra	9,12	6,14	74,34	13,71
78/48 ftf img	Tetra	8,03	5,26	70,91	13,87
78/48 ftf	Tetra	9,83	7,04	73,84	13,42
167/96 ftf soft img	Tetra	6,69	3,59	64,3	9,54
167/96 ftf img	Tetra	6,12	3,3	61,05	9,52
167/96 ftf	Tetra	6,04	3,22	56,72	9,23
167/96 ftf soft img	Round	10,93	6,09	75,71	9,3
167/96 ftf img	Round	8,93	5,22	73,32	10,11
167/96 ftf	Round	11,95	6,66	78,08	8,78
78/36 ftf soft img	Round	13,61	9,09	75,77	13,46
78/36 ftf img	Round	11,16	7,75	74,6	13,11
78/36 ftf	Round	14,8	10,02	76,29	12,62
78/48 ft soft img	Hollow-Core	17,82	12,01	77,77	9,7
78/48 ft img	Hollow-Core	12,94	8,7	67,7	9,54
78/48 ft	Hollow-Core	18,16	11,48	73,98	11,02

4.3. Kumaş test sonuçları

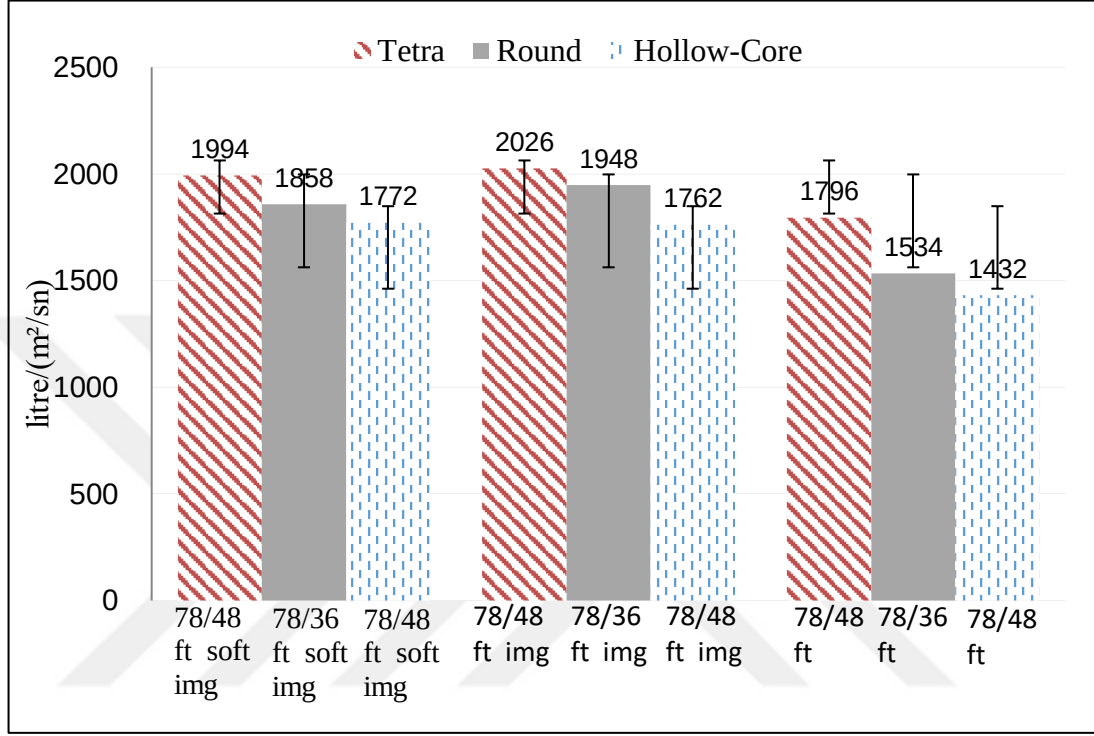
4.3.1. Hava geçirgenliği test sonuçları

Farklı enine kesitte yalancı büküm tekstüre yöntemiyle üretilmiş ipliklerden elde edilen halat formundaki çorap örme işleminden sonra kumaşlara yapılan hava geçirgenliği test sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Ölçümler kumaşların beş ayrı noktasından ve 5 cm²'lik alanlara yapılmıştır.

Çizelge 4. 4. Hava geçirgenliği ölçümler ve ortalama değerleri

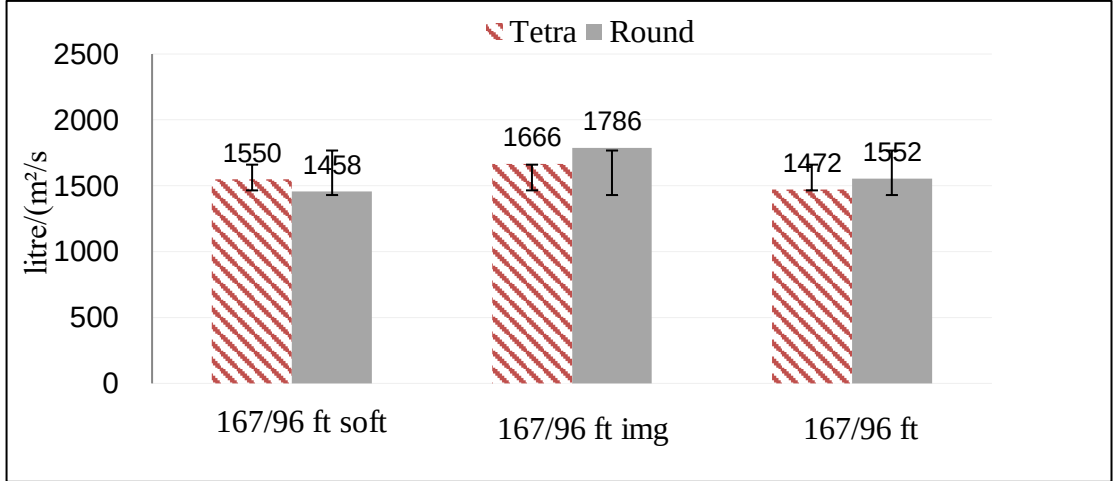
Kod	İplik	Kesit	ÖLÇÜMLER (litre/(m ² /sn))						
			1	2	3	4	5	Ortalama	Std. Sapma
1	78/48 ft soft img	Tetra	1990	1980	2000	2010	1990	1994	10,20
2	78/48 ft img	Tetra	1980	2070	1930	2040	2110	2026	64,06
3	78/48 ft	Tetra	1640	1870	1990	1730	1750	1796	121,59
4	167/96 ft soft img	Tetra	1680	1680	1580	1410	1400	1550	123,94
5	167/96 ft img	Tetra	1640	1690	1700	1660	1640	1666	24,98
6	167/96 2 ft	Tetra	1390	1370	1420	1570	1610	1472	98,47
7	167/96 ft soft img	Round	1490	1410	1430	1430	1530	1458	44,90
8	167/96 ft img	Round	2000	1880	1760	1570	1720	1786	145,82
9	167/96 ft	Round	1630	1580	1510	1580	1460	1552	59,80
10	78/36 ft soft img	Round	1890	1820	1870	1850	1860	1858	23,15
11	78/36 ft img	Round	2170	1830	1720	1990	1880	1918	153,02
12	78/36 ft	Round	1590	1460	1440	1600	1580	1534	69,17
13	78/48 ftf soft img	Tetra	2840	2680	2450	2450	2860	2656	179,40
14	78/48 ftf img	Tetra	3430	3250	3060	3040	3160	3188	142,46
15	78/48 ftf	Tetra	2740	2680	2460	2230	2270	2476	207,13
16	167/96 ftf soft img	Tetra	1640	1610	1580	1620	1500	1590	48,99
17	167/96 ftf img	Tetra	1780	1680	1740	1780	1620	1720	61,97
18	167/96 ftf	Tetra	1620	1570	1590	1620	1580	1596	20,59
19	167/96 ftf soft img	Round	1540	1520	1530	1540	1620	1550	35,78
20	167/96 ftf img	Round	1600	1720	1670	1800	1580	1674	80,40
21	167/96 ftf	Round	1440	1520	1570	1520	1610	1532	57,06
22	78/36 ftf soft img	Round	2890	3050	2450	2820	2980	2838	209,13
23	78/36 ftf img	Round	3440	3160	2990	3510	3010	3222	215,91
24	78/36 ftf	Round	2580	2680	2190	2330	2820	2520	229,87
25	78/48 ft soft img	Hollow-Core	1790	1720	1730	1800	1820	1772	39,70
26	78/48 ft img	Hollow-Core	1820	1760	1600	1980	1650	1762	133,93
27	78/48 ft	Hollow-Core	1440	1500	1400	1390	1430	1432	38,68

Aynı dtex değerinde aynı şartlarla yalancı büküm tekstüre yöntemiyle üretilmiş sadece kesit farkı olan ipliklerden elde edilmiş örme kumaşların hava geçirgenlik test sonuçları karşılaştırılmıştır.



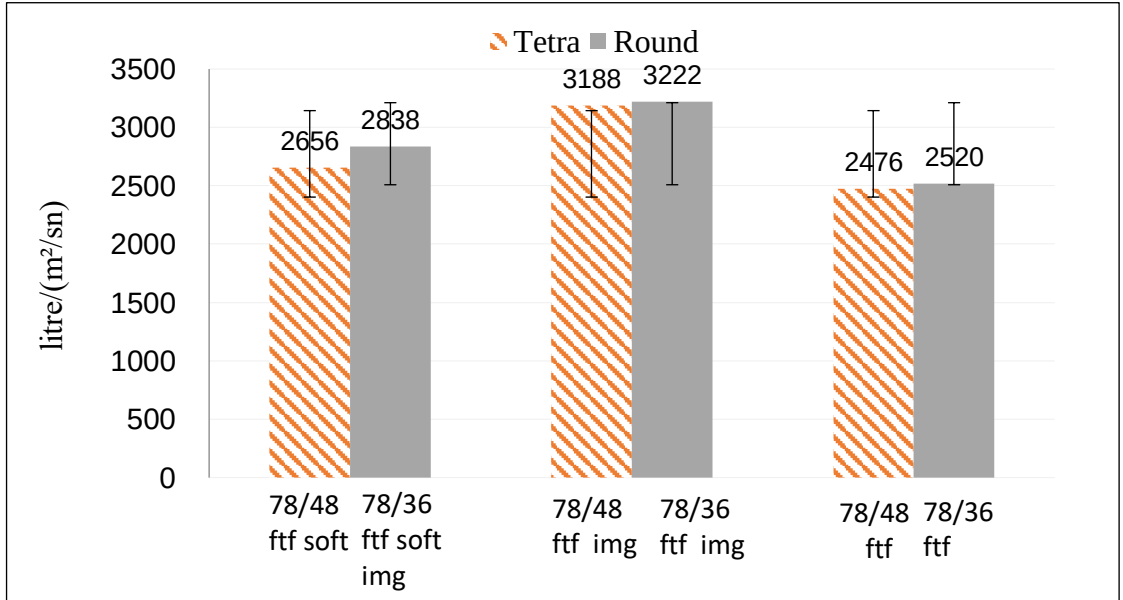
Şekil 4. 1. Örme kumaşların hava geçirgenlik değerleri

Yukarıdaki şekilde 78 dtex 48 filamente sahip tetra ve hollow-core kesitli ipliklerden üretilen kumaşlar aynı dtex değerinde fakat 36 filamentte sadece birinci fırın kullanılarak yalancı büküm tekstüre yöntemiyle üretilen round kesitli ipliklerden elde edilen örme kumaşlarla karşılaştırılmıştır. Tetra kesitinin tüm puntalama değerlerinde round ve hollow-core kesitli iplikten elde edilen kumaşlara göre hava geçirgenlik değerlerinin beklendiği gibi yüksek olduğu görülmüştür. Puntasız (ft) ipliklerin açılarak daha geniş yüzey oluşturmasıyla üç kesit için de hava geçirgenliği düşerken, puntalı (img) olduğu durumda iplikler puntalı yerlerde daha sıkı olup daha az yüzey alanı oluşturduğu için kumaşta boşluklar artmış hava geçirgenlik değerleri orta puntalı (soft) ve puntasız (ft) iplikten yapılan kumaşlara göre artmıştır.



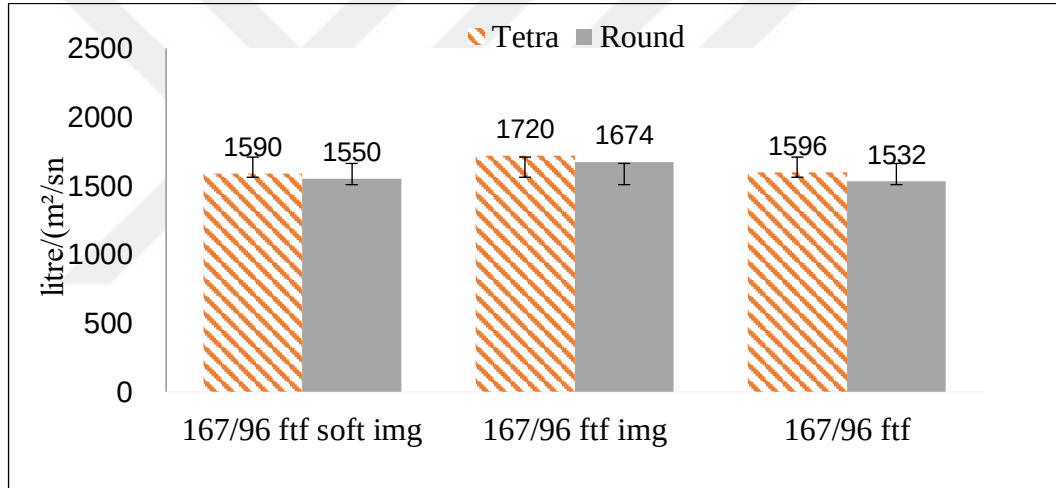
Şekil 4. 2. Örne kumaşların hava geçirgenlik değerleri

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü üzere sadece birinci fırının kullanıldığı 167 dtex ve 96 filament değerindeki ipliklerden elde edilen kumaşlarda tetra kesitin sadece soft img ayarlarında daha yüksek hava geçirgenliğine sahip olduğu görülmüştür. Puntalı (img) durumunda ipliğin daha sıkı bir hal alması ile kumaştan geçen hava miktarı artmıştır. Puntasız (ft) haldeki iplikler daha dağınık olduğu için iplikler açılmış daha geniş yüzey oluştuğu için hava geçirgenliği düşmüştür.



Şekil 4. 3. Örne kumaşların hava geçirgenlik değerleri

Yukarıdaki şekilde 78 dtex 48 filamente sahip tetra kesitli ipliklerden üretilen kumaşlar aynı dtex değerinde fakat 36 filamentte birinci fırının ikinci fırınla birlikte kullanılarak üretilen round kesitli ipliklerden üretilen kumaşlarla karşılaştırılmıştır. Tetra kesitinin tüm puntalama değerlerinde round kesitli iplikten elde edilen kumaşlara göre hava geçirgenlik değerlerinin düşük olduğu görülmüştür. Puntasız ipliklerin açılarak daha geniş yüzey oluşturmasıyla iki kesit için de hava geçirgenliği düşerken, puntanın sık olduğu img durumunda iplikler daha sıkı olup daha az yüzey alanı oluşturduğu için kumaşta boşluklar artmış hava geçirgenlik değerleri az puntalı iplikten yapılan kumaşlara göre artmıştır. İkinci fırının kullanılmasıyla tetra kesitin yüksek hava geçirme özelliğini kaybettiği görülmüştür. Sadece birinci fırının kullanıldığı duruma göre hava geçirgenlik değerleri miktar olarak artış gösterdiği gözlenmiştir.



Şekil 4. 4. Örme kumaşların hava geçirgenlik değerleri

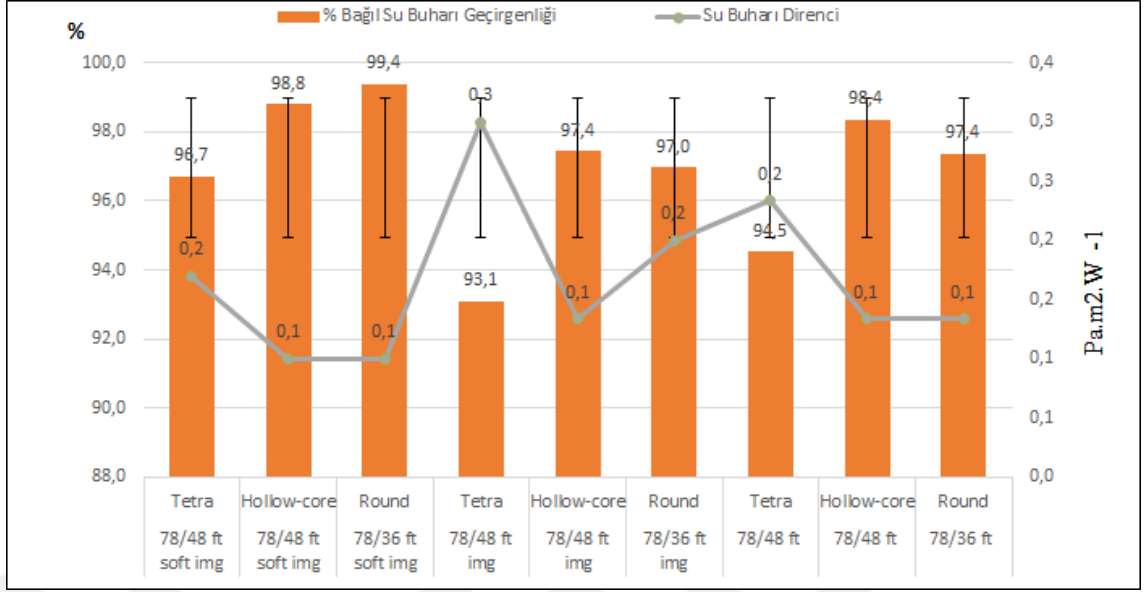
Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere 167 dtex ve 96 filament değerinde birinci fırının ikinci fırınla birlikte kullanıldığı durumda tüm ipliklerde tetra kesitli kumaşlar rounda göre daha fazla hava geçirgenliğine sahip olduğu görülmüştür. İkinci fırının kullanılması ve iplik inceliğinin artmasıyla tetra kesitin hava geçirgenlik özelliğini koruduğu gözlenmiştir.

4.3.2. Permetest sonuçları

Farklı enine kesitte yalancı büküm tekstüre yöntemiyle üretilmiş ipliklerden elde edilen halat formundaki çorap örme işleminden sonra kumaşlara yapılan su buharı geçirgenliği ve direncine ait Permetest sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bağlı su buharı geçirgenliği % olarak verilirken su buharı direnci $\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$ birimiyle verilmiştir.

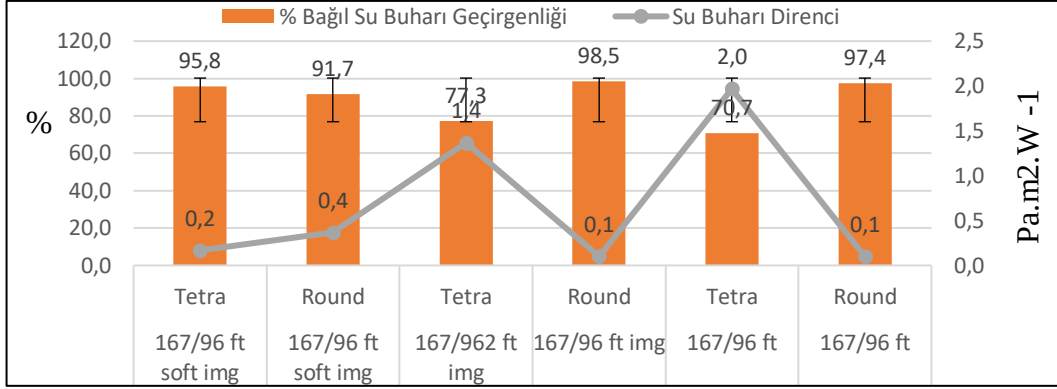
Çizelge 4. 5. Kumaşların Permetest sonuçları

İplik	Kesit	Ölçümü yapılan birim	ÖLÇÜMLER				
			1	2	3	Ortalama	Std. Sapma
78/48 ft soft img	Tetra	%	96,5	96	97,5	96,7	0,62
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,2	0,2	0,1	0,2	0,05
78/48 ft img	Tetra	%	93,7	92,3	93,2	93,1	0,58
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,00
78/48 ft	Tetra	%	92,8	94,8	96	94,5	1,32
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,3	0,2	0,2	0,2	0,05
167/96 ft soft img	Tetra	%	95,2	95	97,2	95,8	0,99
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,2	0,2	0,1	0,2	0,05
167/96 ft img	Tetra	%	77,8	76	78,1	77,3	0,93
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	1,4	1,4	1,3	1,4	0,05
167/96 ft	Tetra	%	69,1	72,3	70,8	70,7	1,31
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	2	2	1,9	2	0,05
167/96 ft soft img	Round	%	91,3	92,1	91,8	91,7	0,33
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,4	0,4	0,3	0,4	0,05
167/96 ft img	Round	%	98,6	98,3	98,5	98,5	0,12
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00
167/96 ft	Round	%	97,2	97,5	97,4	97,4	0,12
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00
78/36 ft soft img	Round	%	99,4	99,2	99,6	99,4	0,16
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00
78/36 ft img	Round	%	95	98,9	97	97	1,59
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,00
78/36 ft	Round	%	96,6	98,3	97,2	97,4	0,70
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,2	0,1	0,1	0,1	0,05
78/48 ftf soft img	Tetra	%	86,1	75,5	78,9	80,2	4,42
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,6	1,3	1,1	1	0,29
78/48 ftf img	Tetra	%	78,8	75,6	77,1	77,2	1,31
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	1,1	1,4	1,3	1,3	0,12
78/48 ftf	Tetra	%	77,3	80,1	77,5	78,3	1,28
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	1,3	1,1	1,3	1,2	0,09
167/96 ftf soft img	Tetra	%	72,3	73,3	70	71,9	1,38
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	1,8	1,7	1,9	1,8	0,08
167/96 ftf img	Tetra	%	71,7	74	77,8	74,5	2,52
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	1,5	1,4	1,2	1,4	0,12
167/96 ftf	Tetra	%	71,3	74,1	73,8	73,1	1,26
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	2	1,7	1,9	1,9	0,12
167/96 ftf soft img	Round	%	97	96,5	94,4	96	1,13
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,2	0,2	0,3	0,2	0,05
167/96 ftf img	Round	%	70,7	66,6	69,8	69	1,76
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	2	2,5	2,2	2,2	0,21
167/96 ftf	Round	%	70,1	74,5	68,3	71	2,60
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	2,1	2,5	2,4	2,3	0,17
78/36 ftf soft img	Round	%	75,4	73,2	74,6	74,4	0,91
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	1,2	1,8	1,7	1,6	0,26
78/36 ftf img	Round	%	97,3	96	99,7	97,7	1,53
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	1,5	0,2	0,1	0,6	0,64
78/36 ftf	Round	%	77,4	69,7	71,1	72,7	3,35
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	1,1	2,1	2	1,7	0,45
78/48 ft soft img	Hollow-Core	%	99,1	98,2	99,1	98,8	0,42
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00
78/48 ft img	Hollow-Core	%	96	97,7	98,6	97,4	1,08
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,2	0,1	0,1	0,1	0,05
78/48 ft	Hollow-Core	%	98,8	99,5	96,8	98,4	1,14
		$\text{Pa.m}^2.\text{W}^{-1}$	0,1	0,1	0,2	0,1	0,05



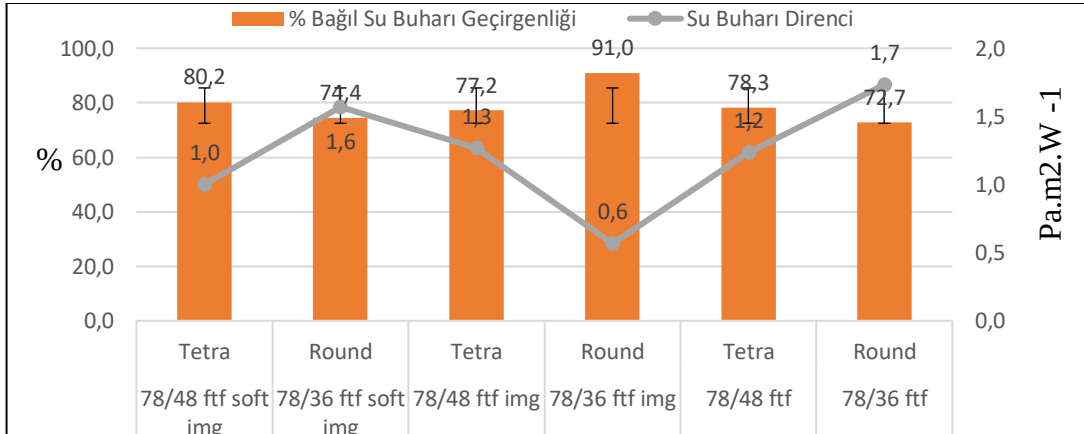
Şekil 4. 5. Kumaşların Permestest sonuçları

Yukarıdaki tabloda 78 dtex değerine sahip sadece birinci fırının kullanıldığı durumda tetra, hollow core ve round enine kesitli yalancı büküm tekstüre ipliklerden üretilmiş örme kumaşlara ait Permetest sonuçları gösterilmiştir. Tetra kesitli ipliklerden elde edilmiş kumaşların su buharı geçirgenlikleri tüm puntalama durumlarında en düşük, su buharı direncinin ise tüm puntalama durumlarında en yüksek olduğu görülmüştür. Hollow core kesitli ipliklerden elde edilmiş kumaşların su buharı geçirgenlikleri puntalı ve puntasız durumlarda en yüksek çıkarken, su buharı direnci genellikle round kesitli kumaşlarla aynı çıkmıştır. Round kesitli ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenliklerinin orta puntalı kesitli ipliklerden elde edilen kumaşlarda en yüksek, direnç değerlerinin ise diğer kesitlere göre genelde düşük veya Hollow core kesitle aynı olduğu görülmüştür. Bu durumda su buharı geçirgenliği yüksek, direnci düşük olan round ve hollow core kesitli ipliklerden elde edilen kumaşlarda ter ve vücut tarafından oluşturulan ısı daha rahat dışarı atılır.



Şekil 4. 6. Kumaşların Permestest sonuçları

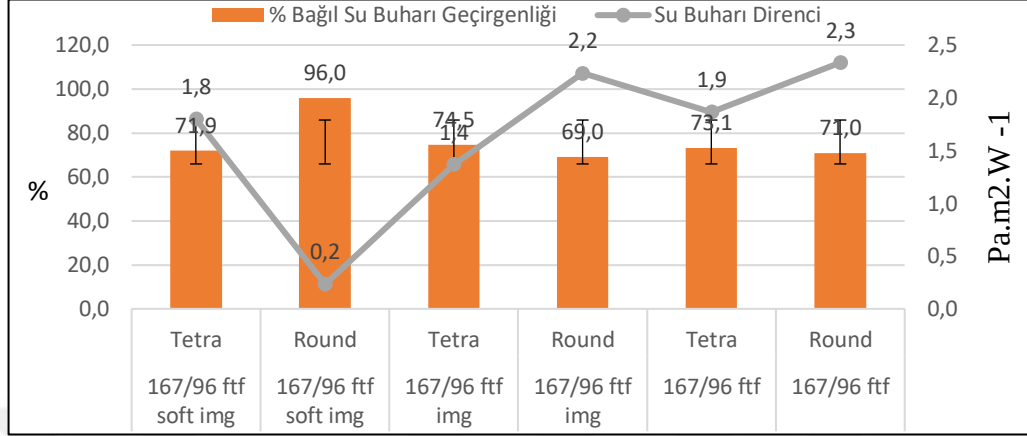
Yukarıdaki tabloda 167 dtex değerine sahip sadece birinci fırının kullanıldığı durumda yalancı büküm tekstüre ipliklerden üretilmiş kumaşlara ait test sonuçları gösterilmiştir. Orta puntalı (soft img) tetra kesitten yapılmış kumaşın su buharı geçirgenliği yüksek, direnç değeri düşük olduğu için teri ve vücut ısını daha kolay dışarı atar. Puntalı (img) ve puntasız (ft) round kesitli ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri yüksek, direnç değerleri düşük olduğu için teri ve vücut ısını daha kolay dışarı atar.



Şekil 4. 7. Kumaşların Permestest sonuçları

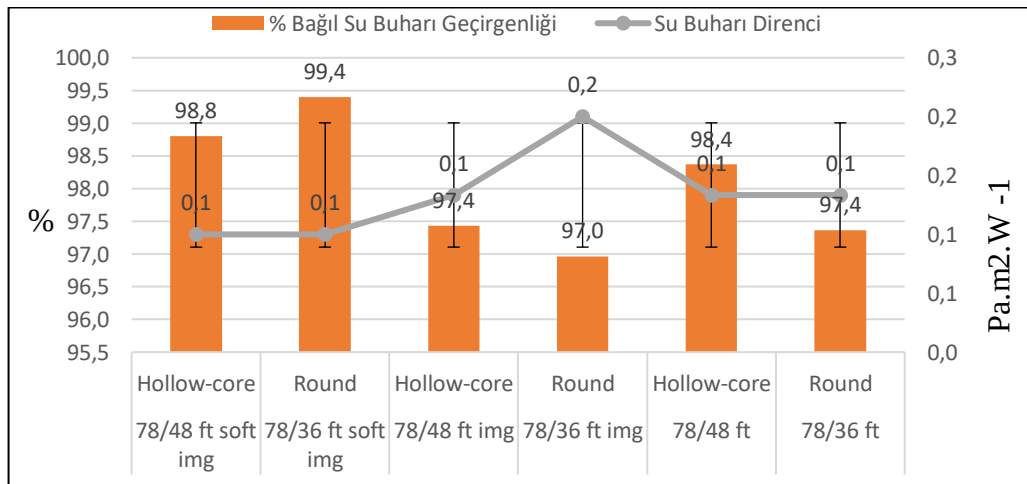
Yukarıdaki şekilde 78 dtex değerinde, birinci ve ikinci fırının kullanılarak yalancı büküm tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilen kumaşlara ait sonuçlar gösterilmiştir. Orta puntalı (soft img) ve puntasız (ftf) tetra kesitli iplikten yapılmış kumaşın su buharı geçirgenliği yüksek, direnci düşük olduğu için teri ve vücut ısını daha kolay dışarı

atar. Puntalı (img) round kesitli iplikten yapılmış kumaşın su buharı geçirgenliği yüksek, direnci düşük olduğu için teri ve vücut ısını daha kolay dışarı atması beklenir.



Şekil 4. 8. Kumaşların Permestest sonuçları

167 dtex değerinde yalancı büküm tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilen kumaşlara ait test sonuçları yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Orta puntalı (ftf soft img) round kesitli iplikten elde edilmiş kumaşın su buharı geçirgenliği yüksek aynı zamanda direnci düşük olduğu için teri ve vücut ısını daha kolay dışarı atması beklenir. Puntalı (img) ve puntasız (ftf) tetra kesitli iplikten yapılmış kumaşın su buharı geçirgenliği yüksek aynı zamanda direnci düşük olduğu için teri ve vücut ısını daha kolay dışarı atar.



Şekil 4. 9. Kumaşların Permestest sonuçları

Yukarıdaki grafikte 78 dtex değerinde sadece birinci fırın kullanılarak yalancı büküm tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş kumaşlara ait değerler gösterilmiştir. Orta puntalı (ft soft img) round kesitli iplikten elde edilmiş kumaşın su buharı geçirgenliği yüksek çıkarken diğer durumlarda hollow-core kesitli ipliklerden elde edilmiş kumaşların değerleri daha yüksek çıkmıştır. Direnç değerlerine bakıldığında orta puntalı (soft img) ve puntasız (ft) durumlarda her iki kestin değerleri eşit çıkarken, puntalı (img) durumunda round kesitli iplikten elde edilmiş kumaşın değeri yüksektir.

4.4. Çalışma ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizi

Çalışmalar kapsamında yapılan hava geçirgenliği ve Permestest sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiştir. İstatistiksel analiz olarak IBM SPSS Statistics 20 programı kullanılmıştır.

Hava geçirgenliği ve Permestest ölçüm sonuçlarına ipliklerin enine kesit şekillerinin ve puntalama özelliklerinin etkisini belirlemek için çift faktörlü varyans analizi yapılmıştır. Birinci fırın kullanılarak tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilen kumaşlar kendi içinde, birinci ve ikinci fırının birlikte kullanıldığı durumda tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilen kumaşlar kendi içinde istatistiksel analiz edilmiştir. Ayrıca iplikler aynı dtex değerlerindeki karşılık gelen farklı enine kesitteki iplik ile karşılaştırılmıştır.

Tüm varyans analiz sonuçları %5 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda bulunan P (olasılık) değeri, $\alpha = 0.05$ ile karşılaştırılmıştır. $P < 0,05$ olduğu durumlarda, LSD testi uygulanıp etkilerin birbirlerinden farklı olup olmadığı belirlenmiştir.

4.4.1. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizi

Kumaşlara yapılan hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına iplik enine kesit şeklinin ve puntalama farklılığını etkisi incelenmiştir. Birinci fırın kullanılarak üretilen ipliklerden elde edilen kumaşların analizi için ilk adımda birinci fırın kullanılarak üretilen tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş kumaşlara ait hava geçirgenlik değerlerinin istatistiksel analizi yapılmıştır.

78 dtex 48 filamente sahip tetra ve hollow-core kesitli iplik ile 78 dtex 36 filamente sahip round enine kesitli birinci fırın kullanılarak tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına ait varyans analizi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Hava geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri
Faktör					
Punta	911613,333	2	455806,667	47,745	0,000
Kesit	609373,333	2	304686,667	31,916	0,000
Punta * Kesit	44653,333	4	11163,333	1,169	0,341
Hata	343680,000	36	9546,667		
Toplam	1909320,000	44			

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi P değeri 0,05'ten küçük olan punta ve kesit faktörleri ayrı olarak hava geçirgenliği üzerine etkisi olduğu görülmüştür ancak punta ve kesitin birlikte P değeri 0,05'ten büyük olduğu için hava geçirgenliğine anlamlı etkisi olmadığı görülmüştür. Puntalama işleminin ve farklı enine kesitlerinin kendi içerisinde istatistiksel olarak analizi LSD testi ile yapılmıştır.

Çizelge 4. 7. Hava geçirgenliği LSD puntalama ve kesit analizi

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for	
					Lower Bound	Upper Bound
(I) Punta						
ft	img	,933	,550	,107	-,223	2,089
	soft	-1,533 [*]	,550	,012	-2,689	-,377
img	ft	-,933	,550	,107	-2,089	,223
	soft	-2,467 [*]	,550	,000	-3,623	-1,311
soft	ft	1,533 [*]	,550	,012	,377	2,689
	img	2,467 [*]	,550	,000	1,311	3,623
(I) Kesit		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for	
					Lower Bound	Upper Bound
Hollow-core	Round	,289	,550	,606	-,867	1,445
	Tetra	3,444 [*]	,550	,000	2,288	4,601
Round	Hollow-core	-,289	,550	,606	-1,445	,867
	Tetra	3,156 [*]	,550	,000	1,999	4,312
Tetra	Hollow-core	-3,444 [*]	,550	,000	-4,601	-2,288
	Round	-3,156 [*]	,550	,000	-4,312	-1,999

Yukarıdaki çizelgede de görüldüğü üzere Sig.b değerleri 0,05'ten küçük olanlar birbiri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gösterir. Dolayısıyla puntasız (ft) ile orta puntalı (soft), puntalı (img) ile orta puntalı (soft) ipliklerden elde edilmiş kumaşların hava geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ancak puntalı (img) ile puntasız (ft) ipliklerden elde edilmiş kumaşların hava geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. Kesit bazında bakıldığında ise tetra ile hollow core, tetra ile round kesitli ipliklerden elde edilmiş kumaşların hava geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır fakat hollow core ile round kesitli ipliklerden elde edilmiş kumaşların hava geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

167 dtex 96 filamente sahip tetra ve round enine kesitli birinci fırın kullanılarak tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına ait varyans analizi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Hava geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri
Faktör					
Punta	317146,667	2	158573,333	14,488	0,000
Kesit	9720,000	1	9720,000	0,888	0,355
Punta * Kesit	63440,000	2	31720,000	2,898	0,075
Hata	262680,000	24	10945,000		
Toplam	1909320,000	29			

Varyans analizi sonucu P değeri 0,05'ten küçük olan puntalama işleminin hava geçirgenliği üzerine etkisi olduğu görülmüştür ancak kesit farklılığının ile punta ve kesitin birlikte P değerleri 0,05'ten büyük olduğu için hava geçirgenliğine anlamlı etkisi olmadığı görülmüştür. Puntalama işleminin kendi içerisinde istatistiksel analizi LSD testi ile yapılmıştır.

Çizelge 4. 9. Hava geçirgenliği LSD puntalama analizi

(I) Punta			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	ft	img	-214,00*	46,787	,000	-310,56	-117,44
		soft	8,00	46,787	,866	-88,56	104,56
	img	ft	214,00*	46,787	,000	117,44	310,56
		soft	222,00*	46,787	,000	125,44	318,56
	soft	ft	-8,00	46,787	,866	-104,56	88,56
		img	-222,00*	46,787	,000	-318,56	-125,44

LSD testi sonucuna göre anlamlılık değerleri 0,05 ten küçük olanlar arasında fark vardır. Yukarıdaki test sonucuna bakıldığında puntasız (ft) ile puntalı (img) iplikler, orta puntalı (soft) ile puntalı (img) ipliklerden yapılmış kumaşların hava geçirgenlikleri arasında anlamlı fark vardır. Orta puntalı (soft) ile puntasız (ft) ipliklerden elde edilmiş kumaşların hava geçirgenlikleri arasında anlamlı fark yoktur.

Birinci fırın ve ikinci fırın birlikte kullanılarak üretilen ipliklerden elde edilen kumaşların analizi için tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş kumaşlara hava geçirgenlik değerlerinin istatistiksel analizi yapılmıştır.

78 dtex 48 filament tetra 78 dtex 36 filament round kesitli ipliklerden elde edilmiş kumaşların hava geçirgenlik değerlerine ait varyans analizi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Hava geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri
Faktör					
Punta	2572046,667	2	1286023,333	25,874	0,000
Kesit	56333,333	1	56333,333	1,133	0,298
Punta * Kesit	34206,667	2	17103,333	0,344	0,712
Hata	1192880,000	24	49703,333		
Toplam	3855466,667	29			

Varyans analizi sonucuna göre P değeri sadece puntalama işlemi için 0,05'ten küçük olduğu için hava geçirgenliği değerlerine etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ve LSD

analizi yapılmıştır. Diğer faktörlerin P değerleri 0,05'ten küçük olduğu için hava geçirgenliği etkisi yoktur ve LSD analizi yapılmamıştır.

Çizelge 4. 11. Hava geçirgenliği LSD puntalama analizi

			Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig.	Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
(I) Punta							
LSD	ftf	img	-707,00*	99,703	,000	-912,78	-501,22
		soft	-249,00*	99,703	,020	-454,78	-43,22
	img	ftf	707,00*	99,703	,000	501,22	912,78
		soft	458,00*	99,703	,000	252,22	663,78
	soft	ftf	249,00*	99,703	,020	43,22	454,78
		img	-458,00*	99,703	,000	-663,78	-252,22

LSD analizi sonucu tüm puntalama durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

167 dtex ve 96 filamete sahip tetra ve round enine kesitli yalancı büküm tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş kumaşlara ait hava geçirgenlikleri ölçüm sonuçlarının varyans analizi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 12. Hava geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri
Faktör					
Punta	112846,667	2	56423,333	15,332	0,000
Kesit	18750,000	1	18750,000	5,095	0,033
Punta * Kesit	780,000	2	390,000	0,106	0,900
Hata	88320,000	24	3680,000		
Toplam	220696,667	29			

Varyans analizi incelendiğinde P değeri 0,05'ten küçük olan punta ve kesit faktörleri hava geçirgenliğine anlamlı katkısı varken, punta ve kesit birlikte P değeri 0,05'ten büyük olduğu için anlamlı katkısı yoktur. Dolayısıyla punta ve kesit faktörleri için LSD analizi yapılmıştır.

Çizelge 4. 13. Hava geçirgenliği LSD puntalama analizi

(I) Punta			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	ftf	img	-133,00*	27,129	,000	-188,99	-77,01
		soft	-6,00	27,129	,827	-61,99	49,99
	img	ftf	133,00*	27,129	,000	77,01	188,99
		soft	127,00*	27,129	,000	71,01	182,99
	soft	ftf	6,00	27,129	,827	-49,99	61,99
		img	-127,00*	27,129	,000	-182,99	-71,01

Puntalama için yapılan LSD analizi sonucu incelendiğinde puntasız (ftf) ile puntalı (img) ve puntalı (img) ile orta puntalı (soft) ipliklerden üretilmiş kumaşların hava geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken, puntasız (ftf) ile orta puntalı (soft) ipliklerden üretilmiş kumaşların hava geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Çizelge 4. 14. Hava geçirgenliği LSD kesit analizi

		Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for	
					Lower Bound	Upper Bound
(I) Kesit						
Roun	Tetra	-50,000*	22,151	,033	-95,717	-4,283
Tetra	Round	50,000*	22,151	,033	4,283	95,717

Kesit için yapılan LSD analizi incelendiğinde iki kesit arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

4.4.2. Permetest ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizi

Kumaşlara yapılan Permetest ölçüm sonuçlarına iplik enine kesit şeklinin ve puntalama işleminin etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir.

78 dtex 48 filamente sahip tetra ve hollow-core kesitli iplik ile 78 dtex 36 filamente sahip round enine kesitli birinci fırın kullanılarak tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş kumaşların Permetest ölçüm sonuçlarına ait varyans analizi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 15. Su buharı geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri
Faktör					
Punta	27,920	2	13,960	10,245	0,001
Kesit	65,716	2	32,858	24,114	0,000
Punta * Kesit	4,884	4	1,221	0,896	0,4866
Hata	24,527	18	1,363		
Toplam	123,047	26			

Varyans analizi incelendiğinde P değeri 0,05'ten küçük olan punta ve kesitin su buharı geçirgenliği üzerine etkisi olduğu görülmüştür ancak punta ve kesitin birlikte P değeri 0,05'ten büyük olduğu için su buharı geçirgenliğine anlamlı etkisi olmadığı görülmüştür. Puntalama işleminin ve farklı enine kesitlerinin kendi içerisinde istatistiksel olarak farklı olup olmadığı LSD testi ile analiz edilmiştir.

Çizelge 4. 16. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama analizi

(I) Punta		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for	
					Lower Bound	Upper Bound
ft	img	,933	,550	,107	-,223	2,089
	soft	-1,533*	,550	,012	-2,689	-,377
img	ft	-,933	,550	,107	-2,089	,223
	soft	-2,467*	,550	,000	-3,623	-1,311
soft	ft	1,533*	,550	,012	,377	2,689
	img	2,467*	,550	,000	1,311	3,623

Punta işlemi için yapılan LSD testi sonucuna göre puntasız (ft) ile orta puntalı (soft), orta puntalı (soft) ile puntalı (img) ipliklerden yapılmış kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında anlamlı fark vardır. Puntalı (img) ile puntasız (ft) ipliklerden elde edilmiş kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında anlamlı fark yoktur.

Çizelge 4. 17. Su buharı geçirgenliği LSD kesit analizi

(I) Kesit		Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Confidence	
					Lower Bound	Upper Bound
Hollow-core	Round	,289	,550	,606	-,867	1,445
	Tetra	3,444*	,550	,000	2,288	4,601
Round	Hollow-core	-,289	,550	,606	-1,445	,867
	Tetra	3,156*	,550	,000	1,999	4,312
Tetra	Hollow-core	-3,444*	,550	,000	-4,601	-2,288
	Round	-3,156*	,550	,000	-4,312	-1,999

Enine kesit farklılığı için yapılan LSD testi sonucuna göre tetra ile round, tetra ile hollow-core kesitli ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenliği arasında anlamlı bir fark varken, round ve hollow-core kesitli ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

167 dtex 96 filamentte birinci fırın kullanılarak üretilen tetra ve round kesitli ipliklerden elde edilmiş kumaşların Permet sonuçlarının varyans analizi aşağıdadır. Varyans analizine göre P değerleri 0,05'ten küçük olduğu için punta, kesit ve punta ile kesit faktörleri su buharı geçirgenliği üzerinde etkilidir. Bu faktörler için LSD analizi yapılmıştır.

Çizelge 4. 18. Su buharı geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri
Faktör					
Punta	287,443	2	143,722	155,562	0,000
Kesit	956,302	1	956,302	1035,084	0,000
Punta * Kesit	804,548	2	402,274	435,414	0,000
Hata	11,087	12	0,924		
Toplam	123,047	17			

Çizelge 4. 19. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama analizi

		Mean Differen ce (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for	
					Lower Bound	Upper Bound
(I) Punta	ft					
	img	-3,833*	,555	,000	-5,042	-2,624
	soft	-9,717*	,555	,000	-10,926	-8,508
img	ft	3,833*	,555	,000	2,624	5,042
	soft	-5,883*	,555	,000	-7,092	-4,674
soft	ft	9,717*	,555	,000	8,508	10,926
	img	5,883*	,555	,000	4,674	7,092

Puntalama işlemi için yapılan LSD testi sonucuna göre tüm puntalama işlemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

Çizelge 4. 20. Su buharı geçirgenliği LSD kesit analizi

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
(I) Kesit						
Round	Tetra	14,578*	,453	,000	13,591	15,565
Tetra	Round	-14,578*	,453	,000	-15,565	-13,591

Kesit için yapılan LSD testi sonucuna bakıldığında tetra ve round kesit arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

Çizelge 4. 21. Su buharı geçirgenliği LSD puntalma ve kesit analizi

			Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for	
						Lower Bound	Upper Bound
Punta							
	ft						
	Round	Tetra	26,633*	,785	,000	24,923	28,343
	Tetra	Round	-26,633*	,785	,000	-28,343	-24,923
img	Round	Tetra	21,167*	,785	,000	19,457	22,877
	Tetra	Round	-21,167*	,785	,000	-22,877	-19,457
soft	Round	Tetra	-4,067*	,785	,000	-5,777	-2,357
	Tetra	Round	4,067*	,785	,000	2,357	5,777

Puntalama ve kesit işlemi için yapılan LSD testi sonucuna bakıldığında tüm puntalama ve tüm kesitler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ve bu faktörler kumaşların su buharı geçirgenliğini etkilemektedir.

78 dtex 48 filament tetra kesit ile 78 dtex 36 filament round kesitli iplikten birinci ve ikinci fırının birlikte kullanılarak tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilen kumaşların su buharı geçirgenliği varyans analizi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 22. Su buharı geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri
Faktör					
Punta	494,831	2	247,416	26,564	0,000
Kesit	42,014	1	42,014	4,511	0,055
Punta * Kesit	684,724	2	342,362	36,758	7,635E-06
Hata	111,767	12	9,314		
Toplam	1333,336	17			

Varyans analizi sonucuna göre P değeri 0,05'ten küçük olan punta ve punta ile kesit faktörlerinin su buharı geçirgenliğine etkisi vardır ve LSD analizi yapılmıştır, kesit faktörünün P değeri 0,05'ten büyük olduğu için su buharı geçirgenliğine anlamlı etkisi yoktur.

Çizelge 4. 23. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama analizi

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for Difference ^b	
(I) Punta					Lower Bound	Upper Bound
ftf	img	-11,900*	1,762	,000	-15,739	-8,061
	soft	-1,767	1,762	,336	-5,606	2,072
img	ftf	11,900*	1,762	,000	8,061	15,739
	soft	10,133*	1,762	,000	6,294	13,972
soft	ftf	1,767	1,762	,336	-2,072	5,606
	img	-10,133*	1,762	,000	-13,972	-6,294

Punta faktörüne yapılan LSD analizine göre puntasız (ftf) ile puntalı (img), orta puntalı (soft) ile puntalı (img) ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Orta puntalı (soft) ile puntasız (ftf) ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Çizelge 4. 24. Su buharı geçirgenliği LSD punta ve kesit analizi

Punta			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
ftf	Round	Tetra	-5,567*	2,492	,045	-10,996	-,137
	Tetra	Round	5,567*	2,492	,045	,137	10,996
img	Round	Tetra	20,500*	2,492	,000	15,071	25,929
	Tetra	Round	-20,500*	2,492	,000	-25,929	-15,071
soft	Round	Tetra	-5,767*	2,492	,039	-11,196	-,337
	Tetra	Round	5,767*	2,492	,039	,337	11,196

Puntalama ve kesit işlemi için yapılan LSD testi sonucuna bakıldığında tüm puntalama ve tüm kesitler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ve bu faktörler kumaşların su buharı geçirgenliğini etkilemektedir.

167 dtex 96 filament tetra ve round kesitli birinci ve ikinci fırının birlikte kullanılarak tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş kumaşların su buharı geçirgenliklerinin varyans analizi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. 25. Su buharı geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri
Faktör					
Punta	578,590	2	289,295	55,215	0,000
Kesit	136,676	1	136,676	26,086	0,000
Punta * Kesit	785,981	2	392,991	75,006	1,651E-07
Hata	62,873	12	5,239		
Toplam	1564,120	17			

Varyans analizi sonucu punta, kesit, punta ile kesit faktörlerinin P değerleri 0,05'ten küçük olduğu için kumaşların su buharı geçirgenlikleri üzerine etkili olduğu için LSD analizi yapılmıştır.

Çizelge 4. 26. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama analizi

(I) Punta		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for	
					Lower Bound	Upper Bound
ftf	img	,250	1,322	,853	-2,629	3,129
	soft	-11,900*	1,322	,000	-14,779	-9,021
img	ftf	-,250	1,322	,853	-3,129	2,629
	soft	-12,150*	1,322	,000	-15,029	-9,271
soft	ftf	11,900*	1,322	,000	9,021	14,779
	img	12,150*	1,322	,000	9,271	15,029

Punta için yapılan LSD sonucuna göre puntasız (ftf) ile orta puntalı (soft) ve puntalı (img) ile orta puntalı (soft) ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak fark varken, puntasız (ftf) ile puntalı (img) ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Çizelge 4. 27. Su buharı geçirgenliği LSD kesit analizi

(I) Kesit		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Round	Tetra	5,511*	1,079	,000	3,160	7,862
Tetra	Round	-5,511*	1,079	,000	-7,862	-3,160

Kesit için yapılan LSD sonucuna göre tetra ve round kesitli ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında istatistiksel olarak fark vardır.

Çizelge 4. 28. Su buharı geçirgenliği LSD puntalama ve kesit analizi

Punta			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
ftf	Round	Tetra	-2,100	1,869	,283	-6,172	1,972
	Tetra	Round	2,100	1,869	,283	-1,972	6,172
img	Round	Tetra	-5,467*	1,869	,013	-9,539	-1,395
	Tetra	Round	5,467*	1,869	,013	1,395	9,539
soft	Round	Tetra	24,100*	1,869	,000	20,028	28,172
	Tetra	Round	-24,100*	1,869	,000	-28,172	-20,028

Punta ile kesit faktörleri için yapılan LSD sonucuna göre puntasız (ftf) ipliklerden üretilmiş kumaşların su buharı geçirgenliklerinde kesitler arası fark yoktur. Puntalı (img) ve orta puntalı (soft) ipliklerden üretilmiş kumaşların kesitleri arasında su buharı geçirgenliklerinde istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.



5. SONUÇ

Günümüzde sentetik iplik üretiminin miktarı ve önemi giderek artmaktadır. Doğal liflerin yerini almak için üretilen sentetik liflerden giderek daha fonksiyonellik istenmeye başlanmıştır. Bu fonksiyonellikler iplik üretim esnasında, kumaş terbiye işlemlerinde kazandırılmaktadır. Terbiye işlemleriyle kazandırılan özelliklerin kalıcılığı ve standartlığı yüksek olmamaktadır. İplik üretim esnasında kazandırılan fonksiyonellikler kumaşlara ve son kullanım halindeki ürünlere daha kalıcı ve standart bir şekilde kazandırılabilir. Özellikle iplik enine kesit şeklinin değiştirilmesiyle daha kalıcı bir şekilde istenen özellikler sağlanabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında da terbiye aşamalarında kumaşlara kazandırılan sıcaklık ve serinlik gibi hislerin ipliklerden elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla sıcak havalarda serin tutan hava geçirgenliği yüksek, spor esnasında terletmeyen, vücut ısını dışarı atan ve rahatlık hissi sağlayan durumlar için tetra kesitli, soğuk havalarda sıcak tutan, hava geçirgenliği az, vücut ısını koruyan durumlar için hollow-core kesitli polyester iplikler temin edilmiştir. Bu kesitlerdeki ipliklerin istenilen özellikleri sağlayıp sağlamadığının kontrolü için round kesitli ipliklerden üretilen kumaşlarla karşılaştırması yapılmış istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Tetra kesitli iplikler 78 dtex 48 filament ve 167 dtex 96 filament, hollow core kesitli iplikler ise 78 dtex 48 filamente sahiptir. Ayrıca karşılaştırma yapılabilmesi için yuvarlak (round) kesitte 78 dtex 36 filament ve 167 dtex 96 filamente iplikler üretilmiştir. Bu ipliklere yalancı büküm tekstüre işlemi uygulanmıştır. Bu aşamada tüm ipliklere birinci fırın kullanılarak orta puntalı (soft img), puntalı (img) ve puntasız iplikler üretilmiş ve birinci fırının ikinci fırınla birlikte kullanıldığı durum için de orta puntalı (soft img), puntalı (img) ve puntasız iplikler üretilmiştir. Toplamda 27 farklı özellikte iplik üretilmiştir. POY'lara ve tüm tekstüre ipliklere fiziksel testler yapılmıştır. Halat formunda numune örme kumaşlar bu ipliklerden elde edilmiş ve kumaşlar boyanmıştır. Kumaşlara hava geçirgenliği ve Permetest yapılmıştır.

Hava geçirgenliği test sonuçlarına bakıldığında ipliklerin tekstüre işleminde birinci fırın ve ikinci fırın kullanımının, puntalama efektinin arttırılması veya azaltılmasının, iplik

inceliğinin ve kesitinin kumaşların hava geçirgenlik değerlerini değiştirdiği istatistiksel olarak görülmüştür. Tüm kesitler için puntasız ipliklerden elde edilen kumaşlarda hava geçirgenlik değerleri düşmüştür. Puntasız ipliklerde filamentler punta ile bir arada tutulmadığı için dağınık durumdadır bu yüzden kapladıkları yüzey genişlemektedir. Geniş yüzeyden ve dağınık yapıdan havanın geçişi düşmektedir. Puntalı ipliklerden elde edilen kumaşların hava geçirgenliği orta puntalı ve puntasız ipliklerden elde edilen kumaşlara göre yüksektir. Puntalı ipliklerin filamentleri puntalama esnasında birbirlerine kenetlenmekte ve daha az yüzey alanı oluşturmaktadır. Yüzey alanının düşmesi ile daha az engel ile karşılaşan hava kumaş yüzeyinden daha rahat geçmektedir. En yüksek hava geçirgenlik değerleri tekstüre işleminde birinci ve ikinci fırının kullanıldığı 78 dtex iplikten elde edilen kumaşlarda çıkmıştır. İkinci fırının ipliğe formunu koruma özelliği kazandırması nedeniyle iplikler daha stabil halde kalmış, filamentler açılmamıştır ve iplik inceliği düşük olduğu için hava geçirgenlik değerleri yükselmiştir. İplik inceliğinin artarak 167 dtex olduğu ve birinci fırının ikinci fırınla birlikte kullanıldığı durumda ise hava geçirgenlik değerleri biraz düştüğü görülmüştür. Bu durumda iplik inceliğinin artmasının bu duruma neden olduğu söylenebilir. Kesit olarak bakıldığında tetra kesitin 78 dtex değerindeki sadece birinci fırının kullanıldığı durum ile 167 dtex değerinde birinci fırının ikinci fırınla kullanıldığı tüm puntalama çeşitlerinde hava geçirgenlik değerleri yüksek gelmiştir. 78 dtex değerinde iplik inceliğinin düşük olması kumaşa kaplanan yüzeyi düşürecek ve hava kumaş yüzeyinde daha az engel ile karşılaştığı için daha kolay geçecektir. 167 dtex değerine iplik inceliğinin artmasına rağmen ikinci fırın ipliklere stabil hale getirmesi ile filamentler daha az hareket edecek ve daha az yer kaplayarak kumaş üzerinden havanın daha kolay geçmesini sağlayacaktır. Ayrıca tetra kesitli ipliklerden elde edilen kumaşlarda hollow-core kesitli ipliklerden elde edilen kumaşlara göre iplik yapısında daha fazla boşluk oluşur. Bu boşluklar tetra kesitin şekli nedeniyle oluştuğu için iplik ve kumaş yüzeyindeki bu alanlara gelen hava daha az engelle karşılaşır ve daha rahat geçer. Hollow core kesit yapısının round ve tetra kesit yapılarına göre daha az hava geçirgenliğine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiş ve sonuçların istatistiksel olarak farklı veya aynı olduğu tespit edilmiştir.

Permetest sonuçları incelendiğinde ipliklerin tekstüre işleminde birinci fırın ve ikinci fırın kullanımının, puntalama efektinin arttırılması veya azaltılmasının, iplik inceliğinin ve kesitin kumaşların değerlerini istatistiksel olarak değiştirdiği görülmüştür. Tetra kesitli 167 dtex inceliğinde birinci fırının kullanıldığı orta puntalı iplik, 78 dtex inceliğinde birinci fırının ikinci fırınla birlikte kullanıldığı orta puntalı ve puntasız iplik, 167 dtex inceliğinde birinci fırının ikinci fırınla birlikte kullanıldığı puntalı ve puntasız ipliklerden elde edilen kumaşların su buharı geçirgenlikleri yüksek, dirençleri düşük çıkmıştır. Bu ipliklerden elde edilen kumaşlar teri ve vücut ısını daha rahat dışarı atar daha konforlu rahat his sağlar. Bu durum ipliği oluşturan filamentlerin kesit şeklinin oluşturduğu boşlukların kumaş dış yüzeyi ile daha rahat nem ve ısıyı atması nedeniyledir. Hollow-core kesitli ipliklerden elde edilmiş örme kumaşta 78 dtex inceliğinde ve orta puntalı iplik kullanıldığında geçirgenlik düşük çıkmıştır. Karaca ve ark. (2012) çalışmasında içi boş liflerle elde edilen kumaşların düşük su buharı ve hava geçirgenliği gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Hollow-core kesit yapısı geniş yüzey alanı sayesinde nemi hızlıca deriden kumaş yüzeyine aktararak hızlı buharlaşmayı sağlar. Aktif, hareketli durumlarda vücut terleme yapsa da nemin uzaklaştırılması nedeniyle soğuk havalarda dahi kuru ve sıcak bir his uyandırır. Ayrıca sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiş ve sonuçların istatistiksel olarak farklı veya aynı olduğu tespit edilmiştir.

Sentetik iplik üretimi ve önemi giderek artarken fonksiyonellik isteği ön plana çıkmaktadır. Mamullerden istenen özelliklerin artması nedeniyle tüm özelliklerin terbiye aşamasında kazandırılması mümkün değildir. Ayrıca terbiye aşamasında kazandırılan fonksiyonellikler kısıtlı olmaktadır. Bir mamulden birden fazla fonksiyonelliğin kalıcı ve standart bir şekilde istenmesi bu özelliklerin terbiye aşamasında kazandırılmasını güçleştirmektedir. Bu durumda bu özelliklere sahip hammaddelerle elde edilen mamullerde istenen birden çok özellik kalıcı ve standart bir şekilde sağlanabilmektedir. Bu çalışma kapsamında da sıcak havalarda serin tutan, vücut ısını ve nemi dışarı atan ayrıca rahatlık hissi sağlayan durumlar için tetra kesitli, soğuk havalarda sıcak tutan durumlar için hollow-core kesitli polyester POY'lar temin edilmiştir. POY'lara yalancı büküm tekstüre işlemi uygulanmış ve elde edilen ipliklerden örme kumaşlar üretilmiştir. Kumaşların hava ve su buharı geçirgenlikleri

analiz edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde yalancı büküm tekstüre işleminden dolayı tetra ve hollow-core kesitin beklenen özellikleri bazen yerine getirmediği görülmüştür. Bu durumda tekstüre işlemi esnasında ipliklerin kesit formunu kaybetmesiyle açıklanabilir. Bazı tekstüre üretim parametrelerinde orijinal kesit formunu koruyabilen iplikler beklenen özellikleri karşılamıştır. Bu çalışma kapsamında tekstüre üretim parametreleri aynı dtex değerlerindeki iplikler için sabit tutularak sadece kesit farklılığının etkisi araştırılmıştır. Bazı durumlarda tekstüre üretim parametrelerinin iplik kesiti ve inceliğine göre değiştirilerek orijinal kesit formunun kaybedilmeden üretilirse iplik ve kumaştan beklenen özelliklerin kaybedilmesi engellenebilir.

Bu konuda ileride yapılacak çalışmalar için öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- Yalancı büküm tekstüre işleminde parametre değişiklikleri yapılabilir,
- Kumaşlara farklı testler uygulanabilir (dikey ıslanma, nem transferi vb.)
- İpliklere yalancı büküm tekstüre yöntemi dışında farklı tekstüre yöntemleri uygulanabilir,
- İpliklere uygulanan farklı tekstüre yöntemleri karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Alston, P.V., Hansen, S.M. ve Duncan, P.J. (2002). Effect of fiber cross section on rotor spinning of polyester. *Textile Research Journal*, 72, 352-356.
- Anonim, (2020, Ekim 24). <https://tekstilkutuphane.blogspot.com/2011/08/kimyasal-lifler.html> (Erişim tarihi:24.10.2020).
- Anonim, (2020, Ekim 26). http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Filament%20%C4%B0pli%C4%9Fi%20%C3%9Cretimi.pdf
- Babaarslan, O., Hacıoğulları, S. Ö. (2013). Effect of fibre cross-sectional shape on the properties of POY continuous filaments yarns, *Fibers and Polymers*, 14(1): 146–151.
- Başer, İ. (1998). Tekstil Teknolojisi, M.Ü. Yayınları, İstanbul, Türkiye, s: 213- 216
- Bueno, M. A., Aneja, A. P., Renner, M. (2004). Influence of the shape of fiber cross section on fabric surface characteristics, *Journal of Materials Science*, 39, 557–564.
- Çimenlikaya, B. (2008). Besleme İpliği Türlerinin (POY ve FDY) ve Filament Kesit Şekillerinin Hava- Jeti ile Tekstüre Edilmiş İplik Özelliklerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Das, B., Das, A., Kothari, V. K, Fanguiero, R., Araújo, M. (2008). Effect of fibre diameter and cross-sectional shape on moisture transmission through fabrics, *Fibers and Polymers*, 9(2), 225-231.
- Demir, A. (2006). Sentetik Filament İplik Üretim ve Tekstüre Teknolojileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul,
- Demir, A. (2017). Yalancı Büküm Tekstüre Eğitim Notları, Butekom.
- Duran, S. (2019). PET ve PBT İpliklerinin Hava-Jetli Tekstüre Davranışlarının İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Harmancıoğlu, M. (1981). Rejenere ve Sentetik Lifler. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Hasan, M. M. B., Dutschk, V., Brüning, H., Mader, E., Haussler, L., Hassler, R., Cherif, Ch., Heinrich, G. (2009). Comparison of tensile, thermal and thermomechanical properties of polyester filaments having different cross-sectional shape, *Journal of Applied Polymer Science*, 111, 805–812.
- Karaca, E., Özçelik, F., (2007). Influence of the cross-sectional shape on the structure and properties of polyester fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 103, 2615–2621.
- Kara, Ş. (2011). Farklı Enine Kesit Şekillerinde Üretilen Kimyasal Liflerin Yapısal Davranışları ve Kullanım Özelliklerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Karaca, E., Kahraman, N., Ömeroğlu, S. (2012). Effects of fiber cross sectional shape and weave pattern on thermal comfort properties of polyester woven fabrics, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 92(3): 67–72.
- Kino, N., Ueno, T. (2008). Evaluation of acoustical and non-acoustical properties of sound absorbing materials made of polyester fibres of various cross-sectional shapes, *Applied Acoustics*, 69, 575–582.

- Koral Koç, S., Mecit D., Boyacı B., Örnek M., Hockenberger A. (2016). Effects of filament cross section on the performance of automotive upholstery fabrics, *Journal Of Industrial Textiles*, 46(3) 756–770.1
- Ömeroğlu, S., Karaca, E., Becerir, B. ve Akbaş B.E. (2011). Farklı Kesite Sahip Filamentlerden Oluşan Poliester İpliklerde Bükümün Mukavemet Özelliklerine Etkisi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(2):45-53.
- Özat, F.A. (2019). Polyester Tekstüre İpliklerde Filament Kesit Şeklinin ve Tekstüre İşlem Parametrelerinin İplik ve Kumaş Özelliklerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Özçelik, F. (2005). İçi Boş Lif Üretiminde Bazı Parametrelerin Lif Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Özkan, S. (2008). Filament Kesit Şeklinin, Sayısının ve Lineer Yoğunluğunun POY ve Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Özkan, E.T. (2013). Aktif Spor Giyimde Kullanılan Bazı Örme Kumaş Yapılarının Isı ve Nem Transferi Özelliklerinin İncelenmesi. *Yüksek lisans tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Roy, M.D., Sinha, S.K. (2014). Performance of Wicking through Yarn and Fabric Made from Polyester Fibres of Different Cross-sections, *International Journal of Textile Science*, 3(3): 44–50.
- Taşcan, M., Vaughn, E. A. (2008). Effects of fiber denier, fiber cross-sectional shape and fabric density on acoustical behavior of vertically lapped nonwoven fabrics, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 3(2): 32–38.
- Varshneya, R.K., Kothari, V.K. ve Dhamija, S. (2010). A study on thermophysiological comfort properties of fabrics in relation to constituent fibre fineness and cross-sectional shapes, *The Journal of The Textile Institute*, 101(6):495-505.
- Wang, N., Zha A. ve Wang J. (2008). Study on the wicking property of polyester filament yarns, *Fibers and Polymers*, 9(1), 97-100.