



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU KENEVİR LİFİ
İLE UV VE AŞINMA DAYANIMINA SAHİP
ANTİBAKTERİYEL ÇARŞAF VE DÖŞEME KUMAŞ
İPLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

NESLİHAN BOZAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2020

**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU KENEVİR LİFİ
İLE UV VE AŞINMA DAYANIMINA SAHİP
ANTİBAKTERİYEL ÇARŞAF VE DÖŞEME KUMAŞ
İPLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

NESLİHAN BOZAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

KAHRAMANMARAŞ 2020

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Neslihan Bozan tarafından hazırlanan “SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU KENEVİR LİFİ İLE UV VE AŞINMA DAYANIMINA SAHİP ANTİBAKTERİYEL ÇARŞAF VE DÖŞEME KUMAŞ İPLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ” adlı bu tez, jürimiz tarafından 04/02/2020 tarihinde oy birliği ile Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yasemin KORKMAZ (DANIŞMAN)

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Suat ÇETİNER (ÜYE)

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Esin SARIOĞLU (ÜYE)

Moda ve Tasarım Bölümü

Gaziantep Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. MUSTAFA YAZICI

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

NESLİHAN BOZAN



Bu çalışma TUBİTAK tarafından 3191237 proje numarası ile desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bilgilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU KENEVİR LİFİ İLE UV VE AŞINMA
DAYANIMINA SAHİP ANTİBAKTERİYEL ÇARŞAF VE DÖŞEME KUMAŞ
İPLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

NESLİHAN BOZAN

ÖZET

Havayı temizlerken toprağın verimini artıran kenevir lifi; yüksek nem emme kapasitesi ve hava geçirgenliğine, antistatik özelliğe, yüksek UV dayanımına, küf önleyici özelliğe ve özellikle Staphylococcus bakterilerine karşı antibakteriyel etkinliğe sahiptir. Ancak tüm bu üstün özelliklerine rağmen ülkemizde 2019 yılına kadar yasaklı bir bitki olması literatürde eğrilme prosesleri ve kullanım alanlarına ilişkin bir boşluk oluşturmuştur. Kenevir lifinin birçok mükemmel özelliğe sahip olmasına karşın elyafın sert olması ve liflerin birbirine tutunma özelliğinin zayıf olması sebebiyle iplik eğirme konusunda bazı zorluklar vardır. Bu çalışmada kısa lif eğirme teknolojisi kullanılarak, kenevir lifinin pamuk, viskon, tencel ve polyester gibi liflerle karışımları ile eğrilme prosesleri belirlenerek elde edilen ipliklerin mukavemet, uzama, düzgünsüzlük ve iplik hataları testleri incelenmiştir. Aynı zamanda hastanelerde kullanılan çarşaf vb. birçok tekstil yüzeyi enfeksiyonların yayılmasına katkı sağlamakta ve tehlike oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında antibakteriyel aktiviteye sahip kenevir lifinden elde edilen ipliklerle özellikle sağlık sektörüne yönelik dokuma kumaş üretimleri yapılarak, bu kumaşların antibakteriyel etki, UV dayanımı, boncuklanma ve tekrarlı yıkama sonrası antibakteriyel aktiviteleri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kenevir lifi, antibakteriyel, kısa lif eğirme teknolojisi, UV, antistatik, sürdürülebilir, çevreci, medikal sektörü, döşemelik kumaş sektörü

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimler Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Şubat/2020

Danışman: Prof. Dr. Yasemin KORKMAZ

Sayfa Sayısı:53

**DEVELOPING ANTIBACTERIAL LINEN AND UPHOLSTERY FABRIC YARNS
WITH SUSTAINABLE ECO-FRIENDLY HEMP FIBER
(M.Sc. THESIS)**

NESLIHAN BOZAN

ABSTRACT

The hemp fibers that increase the soil yield while cleaning the air; it has high moisture absorbency and air permability, high UV resistance, anstatic, anti-mould and especially having the property of antibacterial activity against Staphylococcus bacteria. However, despite all these outstanding features, being a banned plant until 2019 in our country has created a gap regarding the spinning processes and usage areas in the literature. Although hemp fibers have many excellent properties, there are some difficulties in spinning because of the stiffness and the poor adhesion of the fibers. In this study, using staple fiber technology, the spinning processes of hemp fibers blended with cotton, viscose, tencel and polyester were investigated and the strength and unevenness tests of the spun yarns were examined. At the same time, many textile surfaces such as bedsheets used in hospitals contribute to the spread of infections and constitute a danger. Within the scope of the study, yarns obtained from hemp fibers having antibacterial activity, especially woven fabric studies for the medical sector; antibacterial activity, UV resistance, pilling and antibacterial activity of these fabrics after repeated washing were investigated.

Key words: Hemp fiber, antibacterial, staple spinning technology, UV, antistatic, sustainable, eco-friendly, medical industry, upholstery industry.

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering, February/2020

Supervisor: Prof. Dr. Yasemin KORKMAZ

Page number: 53

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren ve yönlendiren saygıdeğer ve çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Yasemin Korkmaz'a, tez jürisinde bulunarak özgün fikirlerini ve tecrübelerini paylaşan kıymetli hocalarım Doç. Dr. Suat Çetiner ve Dr. Öğr. Üyesi Esin Sarıoğlu 'na, tezimin deneysel çalışmalarında benden yardımlarını esirgemeyen Yük. Müh. Şeyma Kanara ve Yük. Müh. Hidayet Bağcı'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1996 yılında kuruluşundan bu yana misyonumuzu Ar&Ge faaliyetlerimizi kalite anlayışımız ile harmanlayarak, sektöre yenilikçi ve ufuk açıcı ürünlerle hizmet vermek olarak belirleyen ve firmamız bu Ar&Ge faaliyetlerine öncü olduğu için "Aslında bizim adımız Deneme Tekstil olmalı diyerek latife yapan patronumuz, ağabeyimiz Karacasu Tekstil Yönetim Kurulu Başkanı Yük. Ziraat Mühendisi Mehmet Fethi Arifioğlu Bey'e, her türlü bilimsel çalışmada önümüzü açan ve bize enerji katan Karacasu Tekstil'in Ar&Ge Merkezi mimarileri Yönetim Kurulu Üyeleri Sn. Deniz Arifioğlu Hanım ve Sn. Burak Orhan Arifioğlu Bey'e, bilgi ve tecrübeleriyle bize hep yol gösteren Genel Müdürümüz Sn. Fatih Işık Bey'e ve Fabrika Müdürümüz Sn. Cengiz Çağlar Bey'e ve Karacasu Tekstil firmasının güzide çalışanlarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm çalışma hayatımda beni anlayışla karşılayan ve kariyerimi destekleyen annem, babam ve aileme; oğlum Enes ve kızım Zümra'ya teşekkürü kendime bir borç bilirim.

NESLİHAN BOZAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel Bilgiler	1
1.2. Kenevirin Tarihçesi	2
1.3. Dünya’da ve Türkiye’de Kenevir	2
1.4. Kenevir Lifinin Özellikleri	4
1.4.1. Kenevir lifinin fiziksel yapısı	4
1.5. Antibakteriyel Aktivite ve Kenevir	8
1.6. Kenevir Saplarından Lif Eldesi	10
1.7. Kenevirin Kullanım Alanları	13
1.8. Kenevir ve Pamuk Tarımının Karşılaştırılması	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	18
3. MATERYAL VE METOD	21
3.1. Materyal.....	21
3.2. Metod.....	23
3.2.1. İplik performans test metodları.....	23
3.2.1.1. İplik düzgünsüzlük ve iplik hataları test metodu.....	23
3.2.1.2. İplik mukavemet/uzama test metodu.....	24
3.2.2. Kumaş performans test metodları.....	26
3.2.2.1. Boncuklanma testi	26
3.2.2.2. UV dayanım testi	28
3.2.2.3. Antimikrobiyal etkinlik ölçümleri	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	30
4.1. İplik Performans Testleri	30
4.1.1. İplik düzgünsüzlük özellikleri	30
4.1.2. İplik mukavemeti özellikleri.....	36
4.2. Kumaş Performans Testleri	41
4.2.1. Boncuklanma dayanımı	41
4.2.2. UV dayanım testleri.....	43
4.2.3. Antibakteriyel aktivite testleri	45
4.2.3.1. Disk difüzyon metodu ile antibakteriyel ve antifungal aktivite testleri..	45

5. SONUÇLAR.....	48
5.1. İplik Performans Sonuçları.....	48
5.2. Kumaş Performans Sonuçları	48
KAYNAKÇA	50
ÖZGEÇMİŞ.....	53



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Bazı doğal liflerin fiziksel ve mekanik özellikleri	7
Çizelge 1.2. Liflerin çevresel yükleri	17
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan pamuk liflerinin özellikleri.....	22
Çizelge 3.2. İplik üretim parametreleri	23
Çizelge 3.3. Dokuma kumaş üretim parametreleri.....	26
Çizelge 3.4. Boncuklanma test parametreleri.....	27
Çizelge 4.1. %25/75 kenevir/pamuk karışımı farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans test sonuçları	31
Çizelge 4.2. %25/75 kenevir/tencel karışımı farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans analiz sonuçları.....	31
Çizelge 4.3. %50/50 kenevir/pamuk karışımı farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.4. %50/50 kenevir/tencel karışımı farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.5. %50/50 kenevir/viskon farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.6. %100 pamuk ve %100 keten karde ring ipliklerine ait düzgünsüzlüklerinin (CVm%) 2018 Uster dünya istatistikleri içindeki yeri.....	34
Çizelge 4.7. %100 Keten karde ring iplik mukavemeti (Rkm), kopma uzaması (%) ve kopma iş (Ncm) değerlerinin 2018 Uster dünya istatistikleri içindeki yeri	37
Çizelge 4.8. Seçilen farklı parametrelerdeki ipliklerin ring makinesi kopuş etütleri.....	40
Çizelge 4.9. Boncuklanma dayanım test sonuçları	42
Çizelge 4.10. UV yaşlandırma testi öncesi/sonrası spektrofotometre renk ölçüm sonuçları ...	44
Çizelge 4.11. Disk difüzyon metoduna göre atkı ipliği %50/50 kenevir/pamuk karışımı kumaşa ait antibakteriyal aktivite test sonuçları.....	45
Çizelge 4.12. Disk difüzyon metoduna göre atkı ipliği %50/50 kenevir/tencel karışımı kumaşa ait antibakteriyal aktivite test sonuçları.....	46
Çizelge 4.13. Disk difüzyon metoduna göre atkı ipliği %50/50 kenevir/viskon karışımı kumaşa ait antibakteriyal aktivite test sonuçları.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.2. Pamuk lifinin enine kesit görüntüsü	5
Şekil 1.3. Kenevir lifinin enine kesit mikroskop görüntüsü	5
Şekil 1.4. Sak liflerinden kenevir lifi	11
Şekil 1.5. Kurutmaya bırakılmış kenevir sapları.....	11
Şekil 1.6. Kenevir balyasından lif eldesi ve % fire oranları.....	13
Şekil 1.7. Kenevir lifinin otomotivde kullanım alanları.....	14
Şekil 3.1. Kenevir lifi boyuna yüzey görüntüsü.....	21
Şekil 3.2. Uster Tester 4 test cihazı.....	24
Şekil 3.3. Uster Tensojet-4 mukavemet ölçüm cihazı.....	25
Şekil 3.4. Martindale boncuklanma test cihazı.....	26
Şekil 3.5. UV yaşlandırma test cihazı	28
Şekil 3.6. Disk difüzyon testi	29
Şekil 4.1. Kenevir ile eğrilen farklı incelik ve karışım oranlarındaki ipliklerin düzgünlük (%CVm) değerleri	35
Şekil 4.2. Kenevir ile eğrilen farklı incelik ve karışım oranlarındaki ipliklerin mukavemet (Rkm) değerleri	38
Şekil 4.3. Kenevir ile eğrilen farklı incelik ve karışım oranlarındaki ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri.....	39
Şekil 4.4. Kenevir elyaf, iplik ve kumaş	41
Şekil 4.5. %50/50 kenevir/pamuk atkı iplikli kumaşların boncuklanma testi öncesi ve sonrasına ait kumaş görüntüleri.....	42
Şekil 4.6. %50/50 kenevir/tencel atkı iplikli kumaşların boncuklanma testi öncesi ve sonrasına ait kumaş görüntüleri.....	43
Şekil 4.7. %50/50 kenevir/viskon atkı iplikli kumaşların boncuklanma testi öncesi ve sonrasına ait kumaş görüntüleri.....	43

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Kenevir, ısırganıgillere yakın, cannabinaceae familyasına ait, tek yıllık odunsu bir bitkidir. Anavatanı Asya olan bu bitki çeşitli yollar izleyerek tüm dünyaya yayılmıştır. Kenevir ile ilgili özellikler aşağıda listelenmiştir:

- Ilıman ve tropik bölgelerde yetişir ve kültürü yapılıdır.
- Tür; sert, gövde içi boş, palmat yapraklı, dioik ve tek yıllıktır.
- Lifleri dayanıklı ve oldukça uzundur.
- Liflerde lignin maddesi biriktiğinde esneklik özelliği azalır.
- Cinsin lifleri, kaba dokumacılıkta (çuval, halat çanta, ağ yapımı gibi) kullanılır.
- Yapraklarının tıpta ve kozmetikte kullanımları vardır.
- Tohumu ise oldukça yağlı olması açısından yakıt ve oldukça besleyici olması açısından da gıda olarak kullanılmaktadır.
- Sabun yapımı ve boya yapımında da tohumlarından yararlanır. Tohumları kuşların en sevdiği besinlerden biridir.

Bugün iki alttürü bulunmaktadır. Bunlar; cannabis sativa ve cannabis indicadır. Lif üretimi için kullanılan ve endüstriyel öneme sahip olan cinsi cannabis sativadır (Şekil 1.1). Cannabis indica(Hind keneviri) türünde ise narkotik madde miktarı daha fazladır. Bu nedenle kenevir devlet kontrolünde üretilir, Hind keneviri üretimi ise yasaktır.(Başer, 2002).



Şekil 1.1. Kenevir bitkisi

Kenevir lifleri tarih boyunca tekstil üretiminde çok önemli yer tutmuş, ülke ekonomilerini şekillendirmiştir. Dünyada en çok kullanılan doğal lif olan pamukla ve petrol türevi sentetik liflerle karşılaştırıldığında kenevir lifleri, üstün ekolojik özellikleriyle ve organik tekstil üretimi potansiyeliyle dikkat çekmektedir (Gedik ve ark., 2010). Hastanelerde kullanılan çarşaf vb. birçok tekstil yüzeyinin enfeksiyonların yayılmasına katkı sağladığı ve tehlike oluşturduğu bilinmektedir. Yapılan bir araştırmada, hastane enfeksiyonları için en temel dirençli bakteri konumunda olan bir antibiyotik olan metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA)'un hemşire önlüklerinin %65'inde bulunduğu tespit edilmiştir. Bu nedenlerle, tıbbi amaçlı kullanılan kumaşların antibakteriyel fonksiyon kazanması gereklidir (Kim ve Sun, 2001; Pamuk, 2006).

1.2. Kenevirin Tarihçesi

Kenevir, insanlık tarihinde yetiştirilmiş ilk kültür bitkilerinden birisidir. Arkeolojik araştırmalar sonucunda M.Ö.8000 yıllarına ait kenevirden üretilmiş kumaş kalıntılarına rastlanmıştır. Çinliler keneviri M.Ö.3000 yıllarında kumaş yapmakta kullanmıştır. M.Ö. 1500'lü yıllarda Anadolu'da kenevir üretimi yapıldığı bilinmektedir. Kenevir lifleri tarih boyunca tekstil üretiminde çok önemli yer tutmuş, ülke ekonomilerini şekillendirmiştir. Öyle ki 19. yy. sonlarına kadar dünya üzerindeki tüm tekstil ürünlerinin %80'inin hammaddesini kenevir lifi oluşturmuştur. 20. yy. başlarında gelişen teknoloji ile birlikte pamuk lifinin kullanılmaya başlanmasıyla daha ince iplikler üretilmiş, daha hafif elbiselerin elde edilmesi mümkün olmuştur. 1930'lu yıllarda çıkarılan esrar karşıtı yasalarla kenevir tarımı büyük sekteye uğramış, buna ek olarak savaş sanayisine paralel olarak geliştirilen sentetik liflerle beraber kenevir tekstiller eski önemini yitirmeye başlamıştır (Kostic ve ark., 2008).

1.3. Dünya'da ve Türkiye'de Kenevir

Kenevirin; başta Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT) olmak üzere, Hindistan, Çin, Macaristan, Polonya, Romanya ve Sırbistan ve Karadağ'da tarımı yapılmaktadır. Çevre dostu ve son derece sürdürülebilir bir mahsul olarak görülen kenevirin ekim alanları, dünya genelinde 1990'da 63 bin hektarken, 2017'de 26 bin hektara gerilemiştir. Aynı dönemde kenevir tohumu üretimi 35 bin tondan 93 bin tona ulaşmıştır. Orta Anadolu Kalkınma Ajansı 2019 araştırmalarına göre kenevirin global pazarının 2016 yılından 2020 yılına kadar iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Şu anda, kenevir ticari veya araştırma amaçlı olarak en az 47 ülkede ekilmektedir. Kanada, Çin, Şili, Fransa ve Kuzey Kore şu anda en büyük kenevir üreticisi ülkeler konumundadır. ABD, tohum ve elyafının çoğunu sırasıyla Kanada ve Çin'den

alan en büyük kenevir ürünleri ithalatçısıdır. Kanada, 1998 yılında ülke genelinde kenevir ekiminin başlangıcının işareti olarak üretimi yasallaştırmıştır. 2014 yılı Tarım Kanunu'nda ABD hükümeti endüstriyel kenevir üretimi konusunda araştırmalara izin vermiştir. Sonuç olarak, kenevir üretimi ve araştırmaları çok sayıda ülkede hızla artmıştır. (Prospects of Hemp fiber for Sustainable Textiles, 2019),

Kenevir bitkisinden tekstil lifleri ve tekstil liflerinden kenevir ipliği elde edilirken 1 ton kenevir iplik üretimi için yaklaşık 1.2-1.4 ton gibi oldukça fazla miktarda kenevir bitki sapı atığı ortaya çıkmaktadır (Gao ve Ma, 2004).

2017 yılında Samsun'da yapılan Karadeniz Lif Bitkileri Çalıştayı'nda Nebahat Kılıç'ın yaptığı açıklamaya göre; 2000'li yıllardan itibaren özellikle Avrupa keneviri tekrar keşfetmiş, EHIA/Avrupa Endüstriyel Kenevir Organizasyonu kurulmuştur. Bu organizasyon sayesinde kenevir tarladan bitmiş ürüne kadar planlı bir şekilde üretilmiş ve istenilen sanayi ürünlerine nasıl dönüştürebileceği planlanmıştır. Yapılan bu ortak projeden çıkan sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- 10.480 ha alandan ekilmiş, bu ekimden 76.095 ton kenevir sapı alınmıştır (7.3 t/ha verim).
- 25.589 ton elyaf (2-25% odunsu kısım dahil)
- 43.621 ton odunsu kısım (odunsu kısım ve elyaf arasındaki oran %1,8)
- 11.439 ton talaş (20% preslenmek üzere ısınmak için)
- 5.991 ton tohum,
- 7.5 ton çiçek (tıbbi uygulamalar, yiyecek içecek esansiyel yağ için) üretilen kenevirler kullanılmıştır.

EİHA' nın Gelecek Trend tahmin sonuçlarına göre yapılan anketlerde kenevir üretiminin 4-6 kat, kenevirin odunsu kısım ve tozu ile kenevir tohumu ve gıda pazarının 6 kat, kenevir lifi ile güçlendirilmiş biokompozitlerin 4 kat, yatak malzemesinin 3 kat, kağıt üretiminin ise 2 kat artacağı öngörülmektedir. Lif konusu Avrupa için geleneksel tekstil olarak değil kompozit üretimi olarak öngörülmektedir. 2002 yılından bu yana sektörde yeni lif arayışları ön plana çıkmıştır, dünya çapında piyasa yapıcı tekstil organizasyonu olan EİHA gelecek projeksiyonuna yeni lif arayışlarını katmış ve kenevir, keten ve ısırgan konusunda çalışmalar başlatmıştır. Çalışmalarına ilk olarak kenevir ile başlamış ve 3 yıllık HEMP SYS AB projesini (Yaşam kalitesi ve canlı kaynakların yönetimi) tamamlamıştır.

Ülkemizde ise izin verilen il ve ilçelerin dışında kenevir yetiştiriciliği yapılamamaktadır. Bilimsel araştırma amacıyla ana veya tali bitki olarak kenevir yetiştiriciliği, belirlenen bölgeler dışında da Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Türkiye'de, tescilli ve üretim izinli kenevir çeşidi bulunmadığından ekim alanı yıllar itibarıyla gerilemiştir. 1989'da 42 bin dekar olan kenevir ekili alan, 1999'da 5 bin 360 ve 2009'da ise 66 dekara düşmüştür. Son olarak 2019 yılında 200 dekada lif ve tohum amaçlı kenevir ekimi gerçekleştirilmiştir.

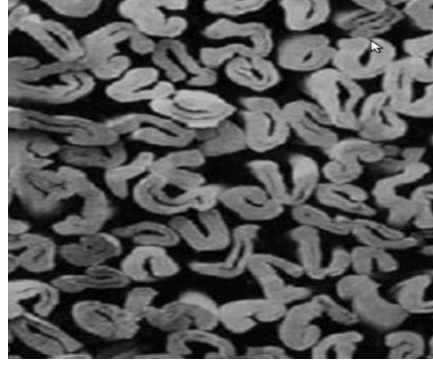
Kenevir endüstrisinin giderek zayıflaması nedeniyle ekim alanları hızla azalarak sadece lif ve tohum amaçlı kenevir ekimi 2014-2017'de Samsun'un Vezirköprü ilçesinde izinle gerçekleştirilmiştir. Vezirköprü'de 2018'de izinli kenevir yetiştiriciliğinde, 29 üretici 113 dekada ekim yaparak 54 dekada lif ve 59 dekada tohum için hasat gerçekleştirmiştir.

Kenevir yetiştirilecek yerlerde, ekiminin izne bağlanması, gerekli kontrollerin yapılması ve izinsiz ekimlere uygulanacak işlemlere ilişkin esaslar belirlenirken, 29 Eylül 2016 Tarihli ve 29842 Sayılı Resmî Gazete' de yayınlanan tebliğle İzmir, Uşak, Kütahya, Burdur, Antalya, Zonguldak, Bartın, Karabük, Kastamonu, Sinop, Samsun, Çorum, Amasya, Ordu, Tokat, Yozgat, Kayseri, Malatya ve Rize illerinde kenevirin ekimi izinle serbest hale getirilmiştir.

1.4. Kenevir Lifinin Özellikleri

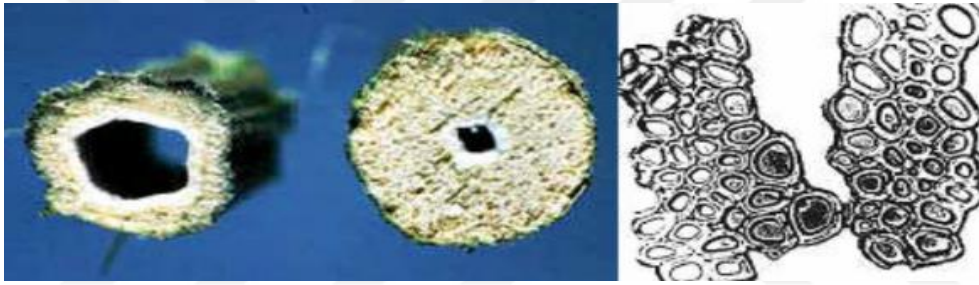
1.4.1. Kenevir lifinin fiziksel yapısı

Kenevir lifi, nem geçirgenliği, nefes alabilirlik gibi iyi fiziksel özelliklere sahip olmakla birlikte aynı zamanda ısı koruma, anti-ultraviyole ve antistatik gibi özel fonksiyonlara da sahiptir. Kenevir lifi içi boş, lümeni büyüktür ve yaklaşık toplam kesit alanının 1/2 - 1/3'ünü oluşturur ve rami, keten ve pamuktan daha büyüktür. Bu yapı kenevir lifinde üstün kılcallık etkisi oluştururken, kenevir lifi molekülünün hidrofilik grup içermesi ise nem adsorpsiyonu, gaz geçirgenliği ve ısı iletkenliği performansı gibi özellikler sağlar (Liu ve ark., 2011). İçerisinde su moleküllerini kolayca birleştirebilen birçok hidrofilik molekül bulunduğundan, kenevir lifi %10,8 ticari rutubet değeri ile iyi bir nem emme özelliğine sahiptir. Ayrıca %8,5 ticari rutubet değerine sahip olan ve enine kesit görüntüsü Şekil 1.2'de verilen pamuk lifinden çok daha yüksek bir nem tutma kapasitesi göstermektedir.



Şekil 1.2. Pamuk lifinin enine kesit görüntüsü (Tekstil sayfası, 2012)

Çokgen bir kesite sahip olan kenevir lifi, ısıl korumayı artırabilen ve aynı zamanda anaerobik bakteri oluşumunu etkin bir şekilde önleyebilen hava boşluklu yapıya sahiptir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Kenevir lifinin enine kesit mikroskop görüntüsü (Tekstil sayfası, 2012)

Çin Bilimler Akademisi'nin bir araştırmasına göre, doğal kenevir lifi, herhangi bir özel işlem görmeden % 90 oranında ultraviyole güneş ışığını engelleyebilir ve bunun nedeni, ultraviyole ışını emebilen yüksek lignin içeriğidir (Zhou ve ark., 2005). Elyafın gerilme mukavemeti yüksektir, uzama kabiliyeti azdır ve elastikiyeti zayıftır. Çizelge 1.1'de görüldüğü gibi kenevir lifleri Young Modülü 70 GPa olup, rami lifinden sonra gelen en kuvvetli doğal liftir. Yaş halde mukavemeti bir miktar daha artmaktadır. Sıcaklıktan çok az etkilenmekle birlikte yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Boncuklanma ve statik elektriklenme sorunu yoktur. 20°C'de %65 bağıl nem altında %12, %95 bağıl nem altında %30 nem çekme kabiliyetine sahiptir ve bu değerlerin pamuk ve ketenden daha yüksek olduğu görülmektedir (Mangut ve Karahan, 2006)

Kenevir lifinin eğim açısının küçük olması elyaf dizilim yassılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Işık, elyaf yüzeyini aydınlattığında, saçılma tabakası üretilmekte ve bu da parlak veya koyu olmamasına, açık renkli olmasına neden olmaktadır (Liu ve ark., 2011).

Ancak kenevir lifinin %1,6 kopma uzama değerine sahip olması %100 olarak kısa lif teknolojisinde eğrilmesini imkansızlaştırmaktadır.



Çizelge 1.1. Bazı doğal liflerin fiziksel ve mekanik özellikleri (Sabır, 2015)

Lif	Yoğunluk (gr/cm ³)	Kopma Mukavemeti (Mpa)	Young Modülü (Gpa)	Kopma Uzaması (%)	Çap (µm)	Fibriler Açı	Polimerizasyon Derecesi	Nem İçeriği (%)
Pamuk	1,5-1,60	287-800	5,5-12,6	7-8	11,5-17	20-300	2020-4700	8,5
Jüt	1,3-1,45	393-773	13-26,5	1,16-1,5	15,9-20,7	8°	1920-4700	12,6
Keten	1,5	345-1100	27,6	2,7-3,2	17,8-21,6	10°	2190-4700	10
Kenevir	1,48	690	70	1,6	17-22,8	6,2°	2200-4800	10,8
Rami	1,5	400-938	61,4-128	1,2-3,8	28,1-35	7,5°	2660-5800	8
Sisal	1,45	468-640	9,4-22	3-7	18,3-23,7	20°	2160	11
Hindistan Cevizi	1,15	131-175	4-6	15-40	16,2-19,5	39-49°	–	8
Ananas Yaprağı	1,52-1,56	413-1627	34,5-82,51	1,6	20-80	14°	–	11,8

Kristalin bölgesi ve oryantasyonu yüksek ancak kötü boyanma kabiliyeti olan kenevir lifi için daha iyi boya alımı ve fiksasyon derecesi elde etmek için çift bazlı aktif boya seçilmelidir. Kumaş, boyama sırasında sık sık karıştırılmalı ve sıvı yüzeyine çıkmamalıdır. Boyama sıcaklığının, tekstil elyafı üzerinde boyanın hareketini sabit tutacak ve mümkün olduğunca eşit olmasını sağlayacak şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir. Boya bağ yapmaya devam ettiğinde elyafla reaksiyona girerek, kaçınılmaz olarak hidroliz meydana gelir. Özellikle sıcaklık yanlış bir şekilde kontrol edildiğinde, fiksasyon derecesinin belirgin bir şekilde düşmesine neden olur (Liu ve ark., 2011).

1.5. Antibakteriyel Aktivite ve Kenevir

Mikroorganizmalar vücutta, havada, toprakta ve tüm yüzeylerde bulunabilmekte ve uygun şartlar sağlandığı takdirde üreyerek hızlı bir şekilde çoğalmaktadır. Bakteriler gelişmeleri için, yeterli nem ve sıcaklık ile bir besin kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Bu gereksinimler tekstil materyallerinde bulunabilmektedir. Genel olarak bakteriler kötü kokuya; mantarlar biyolojik olarak parçalanmaya ve lekelenmeye sebep olmaktadır. Birçok bakteri 30-37°C arasında optimal gelişme gösterirken, birçok mantar için optimal gelişme sıcaklığı 25-30°C'dir. Aktif faaliyet halinde iken, vücutta bölgesel sıcaklık değişimleri söz konusu olmakta ve bu da bakterilerin çoğalmasında tetikleyici bir unsur oluşturmaktadır. Üzerinde besin kaynağı (çeşitli gıda kirlilikleri, yağ, protein, şeker ve deri kalıntıları) mevcut olan tekstil materyalleri ise mikrobiyal üremeyi hızlandıran bir başka etkendir (Akaydın ve Kalkancı, 2014).

Tekstil ürünleri yapıları ve kullandıkları yerler açısından mikro organizmaların yaşaması ve çoğalması için uygun sıcaklık, nem ve besin maddesi sağlayan ortamlardır. Tekstil yapılarının aralarına yerleşen mikro organizmalar tekstil ürününün kendisine ve kullanıcıya zarar verebilmektedir. Antimikrobiyal tekstil ürünleri; antimikrobiyal maddenin lif çekimi esnasında eklenerek lif polimer yapısı içerisine hapsedilmesi veya bitim işlemleriyle tekstil mamulüne aktarılması ile elde edilmektedir. Lif çekim teknolojisinde antimikrobiyal madde, polimer ya da lif çekim çözeltisi içine düzeden geçirilmeden önce ilave edilmektedir. Katkı maddesinin özellikleri, lif çekim koşulları (partikül çapı, ısı ve kimyasal dayanımı, polimerle herhangi bir etkileşimlerinin olmaması) ile uyumlu olmalıdır. Lif dışına yerleşen antimikrobiyal maddelerin uzaklaşmasının ardından iç kısımda bulunan antimikrobiyal maddeler migrasyonla lif yüzeyine çıkmaktadır. Bitim işlemleri ile antimikrobiyal etki sağlanması için uygulanan en yaygın yöntemler püskürtme, emdirme ve kaplamadır. Ancak

bitim işlemleri ile sağlanan bu özelliklerin yıkama dayanımları düşük olduğundan antibakteriyel etki kalıcılıkları sınırlıdır.

Mevcut antibakteriyel tekstil kumaşları ağır metaller içermekte olup çoğunlukla gümüş kullanılmaktadır. Gümüşün ağır metal olması ve fiyatının yüksek olması onun yüksek konsantrasyonlarda kullanılmasını engellemekte böylece antibakteriyel etkiyi kısıtlamaktadır. Gümüşle birlikte antibakteriyel etkiye sahip birçok doğal malzeme de tekstil ürünlerinde kullanılabilir. Ancak kumaşa aplikasyon şeklinde kazandırılan antibakteriyel etkinin yıkama dayanımı düşük olmaktadır. Antibakteriyel kumaşlar, özellikle hastane ortamında kullanıldığı zaman hasta açısından enfeksiyonları engelleme potansiyelinden dolayı çok önemlidir.

Bu sebeple yapılan bu çalışmayla aşağıda detaylı bir şekilde anlatılan antibakteriyel aktiviteye sahip kenevir lifi ile herhangi bir kimyasal veya ağır metal ya da ajan kullanılmadan antibakteriyel kumaşların geliştirilmesi hedeflenmiştir. Kenevirin karmaşık bitki kompozisyonu ve bitki içindeki çok sayıda bileşik, antibakteriyel aktivite sergileme potansiyeline sahiptir. Kenevir, kannabinoidler, azotlu bileşikler, amino asitler, proteinler, glikoproteinler, enzimler, şekerler, hidrokarbonlar, basit alkoller, basit aldehytler, basit ketonlar, basit asitler, yağ asitleri, basit esterler, laktonlar, steroidler, terpenler kanabinoid olmayan fenoller, flavanoid glikozitler, vitaminler ve pigmentler gibi birçok kimyasal bileşen sınıfını içermektedir (Hemphil ve ark., 1980).

Kanabinoidler, kenevirde bulunan tipik C₂₁ bileşikleri grubudur ve karboksilik asitler, analoglar ve transformasyon ürünleri formundadır (Mechoulam ve ark., 1967). Kenevirde çıkarılan bazı kanabinoidlerin mükemmel antibakteriyel aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir (Appendino ve ark., 2008; Radwan ve ark., 2009; Lone ve ark., 2012). Kenevirdeki biyoaktif bileşiklerin konsantrasyonları ise doku tipine, yaşına, çeşitliliğine, büyüme koşullarına (beslenme, nem ve ışık seviyeleri), hasat süresine ve depolama koşullarına bağlıdır (Keller ve ark., 2001).

Kannabinoidler çiçeklerde en yüksek oranda bulunmakta, yapraklarda, saplarda, tohumlarda ve köklerde giderek azalmakta; ancak, erkek ve dişi çiçeklerin kannabinoid içeriğinde önemli bir farklılık gözlenmemektedir (Latta ve ark., 1975). Kenevir bitkisine ait farklı yaştaki yapraklar incelendiğinde, lif tipi suşların çiçekli bitkilerinin en üst düğümlerinden en genç yaprakların, karakteristik kannabinoidlerinin en üst seviyesini içerdiği görülmektedir. Lif tipi kenevir bitkilerinde kannabinoidlerin konsantrasyonları, eksen

boyunca ilerleyen oranda azalırken, olgun ve eski yaşlanma yapraklarında kannabinoid seviyesi en düşük düzeydedir (Hemphill ve ark., 1980).

Bitki dokularının biaktif bileşiklerini inaktif/inert bileşenden ayıran ekstraksiyon, bitki materyallerinin antibakteriyel etkisini değerlendirmek için en çok kullanılan yöntemdir. Aktif bileşen ekstraksiyonu için kullanılan yaygın çözücüler; su, etanol, metanol, kloroform, diklorometanol, eter ve asetondur (Cowan, 1999; Ncube ve ark., 2008).

Kenevir yapraklarından sulu olarak ekstrakte edilen kannabinoidler toplam 3.8 g verim gösterirken, aseton ekstraktından toplam 4,8 g verim elde edildiği görülmektedir (Lone ve ark., 2012). Kenevir yapraklarından sulu, etanolik ve petrol eteri ile ekstrakte edilerek in vitro antibakteriyel çalışmalar yapılmıştır (Wasim ve ark., 1995). Asidik fraksiyon etanolik ekstraktan ve % 2 sodyum hidroksit ekstraktından elde edilmiştir. Etanolik ekstre, petrol eteri ekstresi ve asidik fraksiyon hem gram pozitif hem de gram negatif bakterilere karşı ve ayrıca çalışmada kullanılan mantarlara karşı aktivite sergilemiştir. Bununla birlikte, sulu ekstre herhangi bir antimikrobiyal aktivite göstermemiştir. Ekstraksiyon yönteminin yanı sıra, bitkilerin büyüdüğü çevresel ve iklim koşulları, bitki ekstraktlarının seçimi, antibakteriyel test metodu ve kullanılan test mikroorganizmaları gibi faktörler antibakteriyel araştırmaların sonuçlarını etkilemektedir.

Araştırmacılar, kannabinoidlerin çok çeşitli bakterilere karşı antibakteriyel aktivitesi olduğunu bildirmiştir. Appendino ve ark. (2008), beş ana kanabinoidinin tümünü kenevirden çıkarmışlar: CBD, CBC, CBG, Δ^9 -THC ve CBN ve hepsinin, antibakteriyel etkinlikleri mevcut klinik alaka düzeyinin çeşitli metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) bakterilerine karşı güçlü aktivite gösterdiği bulunmuştur. Lone ve ark. (2012), kannabinoidleri sulu ve aseton ile özütlemiş ve antibakteriyel performanslarını test etmiştir. Aseton ekstresi, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Vibro kolera* bakterileri, mantar *Cryptococcus neoformans* ve *Candida albicansa* karşı sulu ekstraktından daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergilemiştir.

1.6. Kenevir Saplarından Lif Eldesi

Endüstriyel uygulamalarda kullanılacak lifler için olgunluk önemli bir parametredir. Bu amaç için özel olarak yetiştirilen kenevir genellikle tohumlamadan 70-90 gün sonra; çiçeklenme aşamasının başında ve tohum üretilmeden önce toplanmaktadır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Sak liflerinden kenevir lifi (Gedik, 2010)

Tek bir lifin olgunluğu ikincil duvarın gelişimiyle dıştan içe doğru gerçekleşmektedir. Olgunlaşmış sakta hücre duvarları incedir ve lümen küçük bir hacim kaplamaktadır. İkincil duvarın gelişimi bitkinin büyüme evresinde başlamakta olup çiçeklenmeden sonra da devam etmektedir. Lif karakteristiği bitkinin hasat edilme dönemine göre farklılıklar göstermektedir ve bu yüzden elde edilmek istenen lif kalitesine göre doğru hasat döneminin seçilmesi çok önemlidir. İstenen lif olgunluğuna göre kenevir şu zamanlarda hasat edilebilir;

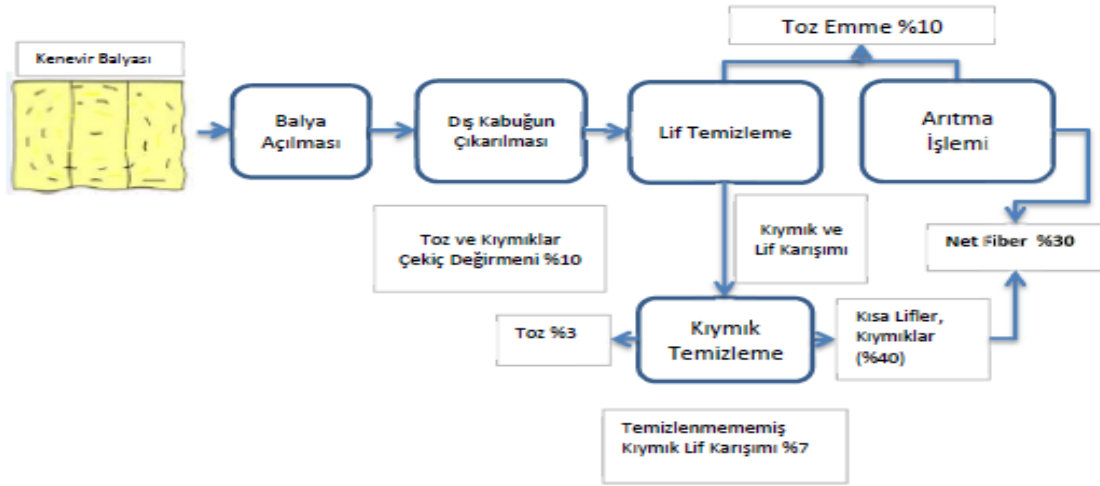
1. Erkek bitkilerin çiçeklenmesinden sonra erkek bitkiler hasat edilir.
2. Tozlaşmadan sonra erkek ve dişi bitkiler hasat edilir, böylece dişi bitkilerin lifinden de yararlanılabilir.
3. Tohum oluşumundan sonra dişi ve erkek bitkiler hasat edilir. Bu yöntemde lif üretimi ikinci plandadır, asıl amaç tohum elde edilmesidir.



Şekil 1.5. Kurutmaya bırakılmış kenevir sapları

Şekil 1.5’te görülen kenevir lifinin hasadından sonra saplardan liflerin ayrılması işlemi keten lifleriyle benzerlik göstermektedir ve bu işlem çürütme, dövme ve taraklama olmak üzere üç aşamada gerçekleşmektedir (Başer, 2002). Burada amaç, odunsu kısımların uzaklaştırılması suretiyle liflerin elde edilmesidir.

1. Çürütme: Kenevir liflerini yapışık olduğu diğer dokulardan ayırmak için çürütme işlemi yapılır. Çürütme işlemi çeşitli yöntemlerle uygulanabilir.
 - a) Çiğ ile çürütme: Nem oranı yüksek yerlerde, kenevir sapsarı çayırar üzerine serilerek nemli havaya bırakılır. Kenevir sapsarının çürümesi mikroorganizmalar yardımıyla gerçekleşir. Nem etkisiyle üreyen mikroorganizmalar, bu üreme sırasında lif demetlerini odunsu hücreye bağlayan pektin maddesini çözümlerler. İşlem 1-1,5 ayda tamamlanır. Bu yöntemle çok yumuşak lifler elde edilir.
 - b) Su ile çürütme: Kurak bölgelerde kenevir sapsarı su ile ıslatılarak çürütülür. Islatma işlemi ya havuzlar içinde durgun suda ya da akarsularda yapılır. Durgun suda havuzlamada, mikroorganizmaların faaliyetinden dolayı sıcaklık yükselir ve çürüme süresi kısılır. Bu şekilde çürütme 4-7 günde tamamlanır. Bu yöntemde dikkat edilecek husus havuzlamayı ve sıcaklığı kontrol altında tutmaktır. Aksi halde mikroorganizmalar dış pektini parçaladıktan sonra iç pektini de bozmaya başlarlar, lif demetlerini parçalarlar ve tek tek hücrelere ayrılırlar. Buna kenevirin pamuklaşması veya kotonize olması denir. Bu takdirde kenevirin kalitesi düşer. Akarsularda yapılan çürütme işleminde, su devamlı olarak değiştiği için sıcaklık yükselmesi görülmez. Akarsuyun sıcaklığına bağlı olarak işlem, 1 hafta ile 6 hafta arasında sürer.
 - c) Kimyasal çürütme: Kenevir sapsarı %3'lük Hidroklorik asit (HCl) ile havuzlarda 2-3 gün süre ile bekletilir daha sonrasında yıkanarak nötrale edilir. Diğer çürütme yöntemlerinden daha hızlıdır fakat bu yöntemle daha düşük kalitede lifler elde edilir.
2. Dövme: Çürütme işlemi bittikten sonra demetler dikine sıralanarak açık havada veya güneşsiz yerde kurutulur. Kurumuş sapsarı önce tokmakla dövülür, sonra mengenezlerde kırılır. Mengenezler bu iş için yapılmış küt ağızlı bir bıçaktan ibarettir. Mengenezde odunsu hücrelerin bulunduğu sap kısımları parçalanarak dökülür, geriye lif demetleri kalır.
3. Taraklama: Kenevir lifleri üzerinde kalmış odunsu parçaları uzaklaştırmak için önce çırpılır daha sonra uzun ve kısa lifleri birbirinde ayırmak üzere taraklanır. Daha sonra elde edilen bu lifler balyalanarak iplik üretilmesi için sevk edilir. Şekil 1.6'da kenevir balyasından lif eldesi ve % fire oranları şematik olarak açıklanmıştır.



Şekil 1.6. Kenevir balyasından lif eldesi ve % fire oranları

1.7. Kenevirin Kullanım Alanları

Endüstriyel kenevir (*Cannabis sativa*), dünyadaki en eski kültür bitkilerinden biridir. Yüzyıllar boyunca lifleri halat, yelken ve giysi yapmak için kullanılmıştır. Birleşmiş Milletler'de kabul edilen "Uyuşturucu maddelere dair 1961 Tek Sözleşmesi" uyarınca 1961'de dünyada kenevir bitkisinin üretilmesi ve kullanılması yasaklanmıştır.

Kanada, bazı kısıtlamalarla birlikte maksimum tetrahidrokannabinol (THC) konsantrasyonu %0,3'ü (AB %0,2) geçmemek üzere keneviri yasallaştırmış ilk ülkelerden biridir. Esrarın etken maddesi olan THC, kenevir bitkisinin ana psikoaktif bileşenidir. Diğer bir deyişle, THC, eğlence amaçlı esrar kullanımıyla ilgili doğrudan ilgili bir maddedir. Bundan dolayı sabıka kaydı kontrolünden geçirilen kenevir çiftçilerinin Kanada'nın Sağlık Otoritelerinden lisans almalarına izin verilmektedir. 1998'de Kanada, "Kontrollü İlaçlar ve Maddeler Yasası" kapsamında "Endüstriyel Kenevir Yönetmeliği" oluşturmuştur. Bu düzenlemelere, yönetmeliklerin getirdiği koşullara uyanlara, endüstriyel kenevir ve kenevir ürünlerinin kontrollü üretim, satış, hareket, işleme, ihracat ve ithalat izni verilmektedir (Laate, 2015).

Tekstil endüstrisi dışında, başka alanlarda da kenevirden yararlanılmaktadır. Tohumları yağ üretiminde ve hayvan yemi yapımında, lifleri kağıt yapımında kullanılmaktadır (Amaducci ve ark., 2005). Tarladan elde edilen kenevir lifleri tekstil sanayisinde, çekirdekleri ise kozmetik sektöründe kullanılmaktadır. Odunsu sapı ise, kâğıt ve kumaş üretiminde kullanılmaktadır. Ana ham maddesi kenevir olan giysiler, hafiflikleri ve terletmemesi nedeniyle, tüm dünyadaki modacıların kreasyonlarında yer almaktadır.

Hatta İsviçre'de "everythinghempstore.com" (her şey kenevirden) adlı mağazada, kitaptan şampuana ve biraya kadar birçok kenevirden elde edilen ürün satılmaktadır. Son olarak bir otomobil markası, kaplamasında kenevir kullanmıştır. Kâğıt, kumaş ve gıda ürünlerinin yapımına, endüstriyel ve özel enerji üretimine katkısı olan ve aynı zamanda havayı temizlerken toprağı besleyen doğal kaynağın kenevir olduğu bildirilmektedir (Anonymous, 2016).

Ülkemizde ise kenevir üretimi sonrası elde edilen tohumlar bir sonraki yıl ekilmek üzere veya çerezlik olarak değerlendirilmekte, bitkinin sapları ip, halat vb. amaçlı olarak kullanılmakta, saplarından ise belirli büyüklükte deste yapılarak yakacak amaçlı olarak da satılmaktadır. Kenevir tohumların çoğu ise gıdalarda, yağ veya kozmetik içerisine preslenerek kullanılabilir (Carus ve Sarmento, 2016).

Kenevir sapının iç kısmı, hayvanların altına yatak olarak veya inşaat malzemelerinde kullanılırken, dış kısımdaki bast lifleri kaliteye ve işlemeye bağlı olarak yüksek kaliteli kağıtlarda, yalıtım malzemesinde, biokompozitlerde, halatlarda ve tekstil ürünlerinde kullanılabilir (Piotrowski ve Carus, 2010). Kenevir, hâlihazırda otomotiv endüstrisinde kapı panellerinde ve panolarda kullanılmaktadır. Ford, GM, Chrysler, Saturn, BMW, Honda ve Mercedes gibi otomobil üreticileri son zamanlarda keneviri, kompozit kapı panellerinde, bagajlarda, başlık kaplamalarında kullanmaktadırlar (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Kenevir lifinin otomotivde kullanım alanları

1.8. Kenevir ve Pamuk Tarımının Karşılaştırılması

Kenevir, 6'nın üzerinde bir pH (asitlik) ile iyi drene olmuş, topaklı bir toprakta yetiştirilebilirken özellikle nötr ile hafif alkali (pH 7,0-7,5) topraklar tercih edilmektedir.

Toprağın kil içeriği arttıkça toprak kolayca sıkıştırılmakta ancak kenevir toprak sıkışmasına karşı çok hassas bir bitki olduğundan üretilen lif verimi düşmektedir. Kötü yapılandırılmış, kuraklığa eğilimli kumlu topraklar ise kenevir bitkisi için çok az doğal verimlilik veya destek sağlamaktadır. Bu topraklarda maksimum verim elde etmek için ekstra besin ve su gerekmekte olduğundan üretim maliyeti yüksektir.

Tekstil sektöründe en yaygın olarak kullanılan doğal hammadde olan pamuk üretiminde kullanılan su miktarı tarım sektöründe kullanılan toplam su miktarının %57'sinden fazladır. Ayrıca pamuk tarımında kullanılan pestisit miktarı, tarım sektöründe kullanılan toplam pestisit miktarının yaklaşık dörtte biri kadardır. Denim endüstrisinde yaşanan modern üretim ve tüketim eğilimi pamuk lifi kullanımının artmasına neden olması sonucunda su rezervlerini azaltmakta ve kirliliği de arttırmaktadır (Bécher ve ark., 2018). Pamuk endüstrisinin çevresel yükü göz önüne alındığında, denim üretiminde kullanılan hammadde ile ilgili yeniliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, ekolojik avantajları, yüksek küresel talebi karşılayabilecek verimli özellikleri ile pamuk lifine alternatif olarak kenevir lifi öne çıkmaktadır.

Liflerin çevresel yükleri ile ilgili "Made-By" firması tarafından yapılan bir çalışmada, tarımında az miktarda su ve pestisit gerektiren kenevir lifinin çevresel yükünün, pamuk lifinin çevresel yükünden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Made-By, 2013). Bu analize göre 28 lifin sera gazı emisyonları, insan toksisitesi, çevre toksisitesi, enerji, su ve toprak kullanımından oluşan altı ortak parametreye göre belirlenen çevresel yükleri Çizelge 1.2'te sıralanmıştır. Bu parametrelere dayanarak, her lif puanlanarak Sınıf A ile Sınıf E arasında beş sınıflandırmadan birine yerleştirilmiştir. Yeterli miktarda veri bulunmayan elyaflar sınıflandırılmamış olarak listelenmiştir (Made-By, 2013). Çizelge 1.2'ten de görüldüğü gibi en yaygın kullanıma sahip olan pamuk lifi E sınıfında yer alırken, Sınıf A sürdürülebilir lif kategorisinde, organik keten ve kenevir yer almaktadır. Organik pamuk lifi B sınıfında, en yaygın kullanıma sahip olan polyester, akrilik ve viskon da D sınıfı lifi olarak yer almaktadır. Bu durum çevre dostu kenevir lifinin sürdürülebilirlik açısından önemini ortaya koymaktadır.

Kenevir bitkileri, toprak altında yaklaşık 1 metre derinlikte bulunan kökleri nedeniyle toprak yapısının korunmasına yardımcı olmakta ve toprak kaymalarını engellemektedir. Kenevir, iyi drene olmuş, verimli topraklarda neredeyse optimum sıcaklık ve nem koşullarında ekilirse, hızlı bir şekilde çimlenerek ekiminden itibaren 3-4 hafta içinde 30 cm'ye ulaşmaktadır. Bununla birlikte, kenevir bitkisinin hızlı büyümesi ve güçlü yapısı,

pek çok hastalığa ve zararlıların saldırılara karşı dayanıklıdır. Kenevirin hektar başına düşen yıllık verim miktarı 3000 kg'a ulaşırken, pamukta 800-1000 kg, ketende 2000 kg ve jüt bitkisinde ise 2200 kg yıllık verim elde edilir (Gedik ve ark., 2010).



Çizelge 1.2. Liflerin çevresel yükleri

SINIF A	SINIF B	SINIF C	SINIF D	SINIF E	SINIFLANDIRILMAMIŞ
Mekanik olarak geri dönüştürülmüş Naylon	Kimyasal olarak geri dönüştürülmüş Naylon	Konvansiyonel Keten	Modal® (Lenzing Viscose Ürün)	Bambu Viscose	Asetat
Mekanik olarak geri dönüştürülmüş Polyester	Kimyasal olarak geri dönüştürülmüş Polyester	Konvansiyonel Kenevir	Poliakrilik	Konvansiyonel Pamuk	Alpaka Yün
Organik Keten	CRAILAR® Keten	PLA	Orijinal Polyester	Genel Viscose	Kaşmir Yün
Organik Kenevir	Dönüştürülmüş Pamuk	Rami		Rayon	Deri
Geri dönüştürülmüş Pamuk	Monocel® (Bambu Lyocell Ürün)			Spandex(Elastan)	Mohair Yün
Geri dönüştürülmüş Yün	Organik Pamuk			Orijinal Naylon	Doğal Bambu
	TENCEL® (Lenzing Lyocell Ürün)			Yün	Organik Yün
					İpek

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ross ve ark. (2000), hem esrar tipi hem de lif tipi kenevir tohumlarının Δ^9 -trans-tetrahidrokannabinol konsantrasyonunu analiz etmiştir. Yapılan çalışmada, tohumların temizliğinin kenevir tohumlarının Δ^9 -THC (Δ^9 -trans-tetrahydrocannabinol) konsantrasyonunda önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Kenevir tohumlarındaki Δ^9 -trans-tetrahidrokannabinol Δ^9 -THC kütleleri, tohumların dışında, tohum kabuğunda veya çekirdeğin kendisinde az miktarda bulunmaktadır. Kenevir çeşitlerinin Δ^9 trans-tetrahidrokanabinol (Δ^9 -THC) içeriği, lif türünde % 0,3, ara türde % 0,3 ile 1,0 arasında ve esrar türünde ise %20 oranındadır.

Liu ve ark. (2011), çalışmalarında %55 kenevir-%45 pamuk lif karışımından iplik ve bu ipliklerden örme kumaş üretimi gerçekleştirmiş ve örme kumaşın nem emme ve hızlı kuruma özelliklerini incelemişlerdir. Kumaşın iyi bir higroskopik özelliğe, boyama özelliğine ve belirli beyazlığa sahip olmasını sağlamak amacıyla pamuktaki ve kenevirdeki selüloz olmayan malzemeler kaynatma ve ağartma prosesleri ile uzaklaştırılmıştır. Kenevirin kristallliği ve her grup arasında bağlama kuvveti yüksek olduğundan, boya alımı da düşüktür; bu sebeple boya alma kabiliyetini geliştirmek için çalışmada katyonik modifikasyon yapılmıştır. Çalışma sonuçlarında kenevir/pamuk karışımli örme kumaşın kılcal emicilik, ıslanma alanı ve kuruma hızının, saf pamuklu kumaşa kıyasla birkaç kat daha yüksek olduğu bulunmuştur. Buna dayanarak, kenevir/pamuk karışımli örme kumaşın daha iyi nem emme ve difüzyon kabiliyetine ve damlayarak kuruma özelliğine sahip olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Ali ve ark. (2012), kenevir bitkisinden elde ettikleri tohum yağı, petrol eteri ve metanol ekstralarının gram pozitif organizmalarına (*B.subtilis* ve *S.aureus*), gram negatif organizmalarına (*E.coli* ve *P.aeruginosa*) ve mantarlara (*Aspergillus niger* ve *C.albicans*) karşı antibakteriyel aktivitelerini araştırmıştır. Elde ettikleri sonuçlara göre; tohum yağının, *B. subtilis* ve *S.aureus*'a karşı belirgin aktivite, *E.coli* bakterisine karşı orta derecede aktivite ve *P.aeruginosa* organizmasına karşı ise yüksek antibakteriyel aktivite gösterirken, mantarlara karşı inaktif özellik gösterdiği belirlenmiştir. Petrol eteri ekstresinin, *B. subtilis* ve *S.aureus*'a karşı belirgin, *E.coli*'ye yüksek aktivite gösterdiği, fakat *P.aeruginosa* ve mantarlara karşı inaktif özellik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Metanol ekstresi ise *B.subtilis*'e karşı belirgin ve *S.aureus*'a karşı düşük, *E.coli* ve *P.aeruginosa* organizmalarına karşı yüksek aktivite gösterirken, *A.niger* mantarına karşı inaktif ve *C.albicans* mantarına karşı düşük aktivite göstermiştir.

Khan ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada kenevir ve diğer doğal jüt, keten, kenaf, sisal ve bambu gibi lifli bitkilerin çeşitli patojenik bakterilere karşı antibakteriyel aktiviteye özelliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada, bu bitkilerin yapısında bulunan aktif bileşenlerin özellikleri ve konsantrasyonları, bitki özlerinin antibakteriyel aktivitesi ve olası uygulamalarda kullanımını ile ilgili araştırmalar derlenmiştir. Kannabinoidler, alkanoidler, tohum yağı, uçucu yağlar, metanol özütlü, etanolik özütlü, aseton özütlü ve kenevir bitkisinin tüm olarak veya yapraklarının petrol eteri çözücüsü ile elde edilen özütlü çeşitli bakterilere karşı antibakteriyel etkileri gözlemlenmiştir. Organik çözücülerle kullanılan kenevir özütlünün S.aureus'a karşı çok iyi antimikrobiyal aktivite sergilediği fakat sulu ekstresinin herhangi bir antimikrobiyal aktivite göstermediği bildirilmiştir. Aseton ekstresi, Pseudomonas aeruginosa ve Vibrio kolera bakterilerin, mantar Cryptococcus neoformans ve Candida albicans'a karşı ham sulu ekstraktından daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergilediği belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda ise doğal lifli bitkilerin potansiyel bir antibakteriyel bileşen kaynağı olabileceğini ve israf edilmeden etkin bir şekilde kullanılabilceğini önerilmiştir.

Yan ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada kenevir lifinin kullanıldığı karışımlardan elde edilen kumaşların nefes alabilirlik, renk haslığı, nem geçirgenliği ve mukavemet değerleri araştırılmıştır. Bu çalışmada, farklı örme yapıları kumaş geliştirmek için 2 farklı (%25 kenevir-%75 pamuk ve %35 kenevir-%45 pamuk-%20 tencel) kenevir karışımı iplik türü seçilerek, yuvarlak örme makinesinde üretilmiştir. Yapılan çalışmada, kenevir-pamuk-tencel karışımı iplik ile örülen kumaşların, kenevir-pamuklu karışımı kumaşlara göre daha iyi nem geçirgenliği, nefes alma kabiliyeti ve patlama direncine sahip olduğu, her iki tip kumaşın ise sıcak-soğuk hissi ve renk haslığı özelliklerinin benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kenevir lifi karışım oranının artırılması ve ipliğe tencel eklenmesi ile kumaşın nem geçirgenlik ve hava alabilirlik özelliklerinde artma, boncuklanma ve aşınma direncinde azalma olduğu belirlenmiştir. Bir rib örgü türevi olan 1*1 ribana örme kumaşın yüzeyinde kalan iplik uzunluğu arttıkça sıcaklık hissini arttırdığı ve düz örme kumaş yapısında yüzen iplik bulunmadığından yüzeyinin pürüzsüz ve dolayısıyla soğuk hissini yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Stankovic ve ark. (2019), kenevir içeren tekstillerin termal konfor özelliklerinin (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve ısı direnci) optimizasyonu üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, kenevir/pamuk karışımları, iki homojen ipliğin (%100 pamuk ve %100 kenevir ipliği) bükülmeden yan yana bobin üzerine sarılmasıyla elde edilmiştir. Bir

katında 50 tex doğrusal yoğunluğa ve 370 Tur/m büküme sahip % 100 kenevir ipliği, diğer katında, 50 tex doğrusal yoğunlukta, ancak farklı büküm seviyelerinde (490 tur/m, 590 tur/m ve 690 tur/m) üç farklı % 100 pamuk ipliği kullanılarak örme kumaşlar üretilmiştir. Open-end (OE) ipliklerinin spesifik gevşek yapısının, bu iplikten üretilen tekstil malzemelerinin tuşe özelliklerine katkıda bulunacağı öngörüsünden hareketle pamuk iplikleri OE eğirme sistemi kullanılarak üretilmiştir. Kenevir esaslı örme kumaşın, yüksek oranda açık gözenekli yapısı nedeniyle en yüksek hava geçirgenliği değerine sahip olduğu bulunmuştur. Kenevir/pamuk lif karışımli örme kumaşlarda ise pamuk lifinin kullanılması sebebiyle hava geçirgenliğinin azaldığı belirlenmiştir. Kenevir lifi ve 490 Tur/m bükümlü OE pamuk ipliğiyle yapılan örme kumaşın en düşük hava geçirgenliği değerine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, kenevir örme kumaşın en yüksek ısı dirence, kenevir/pamuk karışımli örme kumaşın ise daha düşük ısı dirence sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmaların sonucunda, kenevir tekstil ürünlerinin pamuk ile birleştirilerek modifiye edilmesiyle hava ve su buharı geçirgenliği azaltılarak ısı direncin düşürülmesine yol açtığını tespit edilmiştir. Bununla birlikte, tekstil materyallerinin transfer özelliklerinin en önemli belirleyicisinin büküm yoğunluğu olduğu belirlenmiştir. İplik içerisindeki lif toplanması örme kumaşın toplam hava hacmi yüzdesini ve gözenekliliğini sonuç olarak transfer özelliklerini etkilemiştir.

Yapılan bu çalışmayla, önceki çalışmalardan da elde edilen sonuçlara göre, antibakteriyel aktiviteye sahip kenevir lifinin üstün özelliklerinden faydalanılması öngörülerek herhangi bir kimyasal veya ağır metal ya da ajan kullanılmadan, kenevir lifi ile antibakteriyel kumaşların geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ancak bast liflerinden olan kenevir lif demetlerinin arasında düşük kohezyon olması sebebiyle eğrilebilir özelliğinin zayıf olması tekstil sektöründe kullanımını zorlaştırmakla birlikte bu konuda literatürde de kısıtlı bilgi bulunmaktadır. Çalışma kapsamında kenevir lifinin eğrilebilirliğinin araştırılması amacıyla farklı hammaddelerle, farklı karışım oranlarında ve farklı numaralarda ring iplik numuneleri üretilmiş ve iplik performans testleri yapılmıştır. Belirlenen iplik numarası, karışım oranı ve lif tipine göre kumaş numuneleri üretilerek bu kumaşların performans özellikleri analiz edilmiştir.

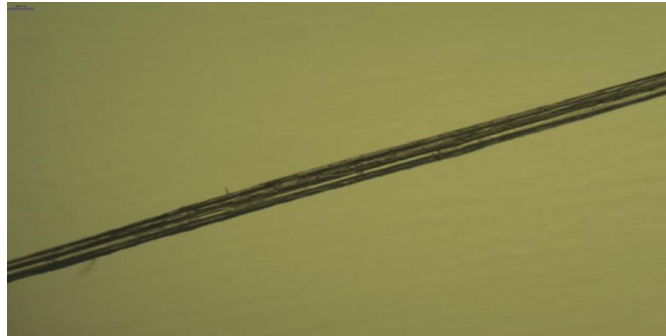
3. MATERYAL VE METOD

Dünyada 1930'lu yıllarda çıkarılan kenevir karşıtı yasalarla kenevir tarımı büyük sekteye uğramıştır. Bugüne geldiğimizde ülkemizde üretime izin verilmesiyle birlikte yetiştirilen kenevir için kullanım alanlarının oluşturulması sürdürülebilirlik açısından önem kazanmıştır. Çevresel kaygıların günbegün artışı, sürdürülebilir üretim kaynaklarının azalmaya başlaması, kenevire olan ilginin temel sebebi haline gelmiştir. Dünyada en çok kullanılan doğal lif olan pamuk ve petrol türevi sentetik liflerle karşılaştırıldığında kenevir lifleri, üstün ekolojik özellikleriyle ve organik tekstil üretimi potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Bu çalışma ile kenevir lifinin bu üstün özelliklerinden faydalanılarak herhangi bir kimyasal veya ağır metal ya da ajan kullanılmadan antibakteriyel tekstil ürünlerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu amaçla pamuk, viskon ve tencel lifleri ile farklı karışım oranlarında kenevir lifi harmanlanarak, ring kısa elyaf teknolojisi ile belirli üretim parametrelerinde iplikler elde edilmiş ve iplik performans testleri yapılmıştır. Elde edilen ipliklerden belirlenen iplik numarası ve lif kompozisyonlarıyla çarşaflık ve döşemelik kumaşlar üretilerek, bu kumaşlara performans testleri uygulanmıştır.

3.1. Materyal

İplik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biri kullanılan hammaddenin özellikleridir. Bu araştırmada kullanılan hammaddeler; viskon lifi 1,33 dtex incelik, 38 mm uzunluk; tencel lifi 1,33 dtex incelik, 38 mm uzunluğa sahiptir. Şekil 3.1'de mikroskop boyuna kesit görüntüsü verilen kenevir lifinin inceliği 17-22 ug/inch, uzunluğu ise 25-40 mm'dir. Çizelge 3.1'de ise çalışma kapsamında kullanılan pamuk lifinin özellikleri verilmiştir.



Şekil 3.1. Kenevir lifi boyuna yüzey görüntüsü

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan pamuk liflerinin özellikleri

Lif Özellikleri	Ölçüm Değerleri
İncelik (microner)	4-4,5
Uzunluk (mm)	28-31
Üniformite indeksi	83-85
Mukavemet (gr/tex)	29-34
Uzama (%)	5-6,5
Parlaklık (Rd)	69-72
Eğrilebilirlik indeksi	110-140
Kısa lif indeksi	9-12

Çalışma kapsamında kullanılacak olan ring ipliklere ait üretim parametreleri Çizelge 3.2’de verilmiştir. İplik üretimlerinde, kenevirin rejenere selülozik bir lif olan tencel ile %25/75 oranlarında harmanı yapıldığından dolayı ayrıca %25/75 karışım oranında kenevir/viskon ipliklerinin üretilmesine ihtiyaç duyulmamıştır. Yapılan ön çalışmalarda %50 oranındaki kenevir içeren karışımlarda eğirme güçlüğü söz konusu olduğundan, aynı oranda viskonla karışımlarının performansları incelenmiştir. Sonuç olarak Çizelge 3.2’de görüldüğü gibi 17 farklı tipte iplik üretimleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada yukarıda teknik özellikleri verilen kenevir lifinin, pamuk, tencel ve viskon lifleri ile homojen bir karışımı yapılmıştır. Bu hammadde kompozisyonlarında her bir karışım 150’şer kg hazırlanarak Rieter harman-hallaç makinelerinde açma, karıştırma ve temizleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Burada özellikle maxi flo, CXL ayarları kaba kenevir liflerini dökerek sistemden uzaklaştırmak için optimum olarak yapılmıştır. Temizlenen ve homojen bir şekilde karıştırılan hammaddeler Rieter C-70 tarak makinesinde tarama işlemine tabi tutulmuştur. Tarak çalışma hızları 150-180 m/dak’dır. Harman-hallaç ve tarak proseslerinde fire yaklaşık olarak %15-20 arasında gerçekleşmiştir. Daha sonra Rieter cer makinelerinde şeritlerin lif uçlarındaki kancalar açılarak, homojen bir yapı kazandırılmıştır. Cer çıkış hızları ise 500-600 m/dak arasında olup şerit üretimleri gerçekleştirilmiştir. Cer makinelerinden çıkan şeritler Zinser Z670 fitil makinesinde çekim, büküm ve sarım işlemlerinden geçerek fitil formuna getirilmiştir. Ne 6/1, 10/1 ve 14/1 iplik numarasına sahip iplikler 50 mm bilezik çaplı Zinser Ring makinesinde; Ne 18/1 numarada iplikler ise 46 mm bilezik çapına sahip Zinser ring makinesinde 14,5-15,5 m/dak arasında çıkış hızı olacak şekilde büküm ve iğ devirleri

belirlenerek eğirme işlemi yapılmıştır (Çizelge 3.2). Kopslar, Schlafhorst AC 338 bobin makinesinde 450 gr/cm^3 bobin yoğunluğunda ve 800-1000 m/dak çıkış hızında Quantum temizleme ünitesinde kaba hatalar temizlenerek bobinlenmiştir. Bobinlenen ipliklerin büküm stabilizasyonu ve ticari rutubet değerlerini sağlamak amacıyla basınç altında, %55 bağıl nem, 65°C sıcaklıkta, ortalama 60-80 dakika süre ile fikse işlemi uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. İplik üretim parametreleri

Deney No	Karışım Lif Tipi	Karışım Oranı (%)	İplik Numarası (Ne)	İplik Bükümü (T/m)	Ring İğ Devri (Rpm)
1	Kenevir/Pamuk	25/75	6	433	6500
2	Kenevir/Pamuk	25/75	10	560	8300
3	Kenevir/Pamuk	25/75	14	680	9900
4	Kenevir/Pamuk	25/75	18	770	11250
5	Kenevir/Pamuk	50/50	6	500	7300
6	Kenevir/Pamuk	50/50	10	660	9600
7	Kenevir/Pamuk	50/50	14	780	11000
8	Kenevir/Tencel	25/75	6	424	6500
9	Kenevir/Tencel	25/75	10	550	8400
10	Kenevir/Tencel	25/75	14	660	10000
11	Kenevir/Tencel	25/75	18	750	12000
12	Kenevir/Tencel	50/50	6	460	6800
13	Kenevir/Tencel	50/50	10	610	9000
14	Kenevir/Tencel	50/50	14	720	10500
15	Kenevir/Viskon	50/50	6	424	6500
16	Kenevir/Viskon	50/50	10	610	9000
17	Kenevir/Viskon	50/50	14	770	11200

3.2. Metod

3.2.1. İplik performans test metodları

Performans testleri öncesinde iplik numuneleri standart atmosfer koşullarında ($20\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık, 65 ± 5 rutubet) 24 saat kondisyonlanmıştır.

3.2.1.1. İplik düzgünlük ve iplik hataları test metodu

İplik numunelerine ait düzgünlük (%Cvm) ve iplik hataları (ince yer (-50%/km), kalın yer (+50%/km) ve neps (+200%/km) ise “TS 628” standardı kullanılarak Uster Tester-4 cihazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Çalışma kapsamında her bir kenevirli iplik karışımı kendi içinde birer test olmak üzere 400 m/dak test hızında ve 1 dakika test süresi belirlenerek toplam 10 adet bobin teste tabi tutulmuştur.



Şekil 3.2. Uster Tester 4 test cihazı

İplikte düzgünlük ölçümünün amacı, çeşitli etkenlerden (hammadde, teçhizat, işçilik, çalışma metodu) kaynaklı iplik kütlesinde meydana gelen değişimin kapasitif ölçme yöntemine göre belirlenmesidir. İpliğin kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden düzgünlük; hem görünümü bozmakta hem de ipliğin kullanılacağı sektörlerdeki prosesleri etkilemektedir.

Düzgünlük; gerek incelik ve numara, gerekse diğer yapısal özellikler açısından iplik boyunca meydana gelen değer sapmalarını tanımlar. %CV (varyasyon katsayısı) olarak ifade edilmektedir. Prensipte düzgünlük, birbirinden belirli uzaklıkta bulunan iki paralel levha arasından, materyalin (iplik) geçişi sırasında kütleli varyasyonlar nedeniyle oluşan elektrik alanının ölçülmesi esasına dayanır. İplikteki düzgünlükler iplik mukavemetinin düşmesine ince, kalın noktaların oluşmasına ve bu iplikte oluşan kumaşların boyanmasında abraj hatalarına sebep olmaktadır.

3.2.1.2. İplik mukavemet/uzama test metodu

İplik numunelerinin mukavemet/uzama analizi “TS 245 EN ISO 2062” standardına uygun olarak Uster Tensojet-4 cihazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Bu deneyin amacı, iplik kopma mukavemetinin ve kopma uzamasının tayin edilmesidir. İplik, kumaş haline gelinceye kadar pek çok gerilimlere maruz kalır. Ayrıca tekstil ürünü kullanıcıya sunulmaya hazır hale geldikten sonra da kullanım esnasında maruz kalacağı fiziksel yüklemelere ve zorlanmalara karşı dayanıklı olmalıdır. İpliğin kopma dayanımı bir kalite kriteri olarak ifade edilmektedir. Yapılan testlerde sabit uzama prensibi (CRE) esas alınarak, bir ucu hareketsiz olan numune, diğer ucundan sabit hızla hareket eden bir çene ile tutulup çekilerek ölçüm gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.3. Uster Tensojet-4 mukavemet ölçüm cihazı

İplik numuneleri Uster Tensojet-4 cihazının besleme kısmına yerleştirilir. İplik uçları bulunarak bir kılavuzdan geçirilir. İplik uçları daha sonra cihaz üzerine yerleştirilen numuneler tek tek test edileceği için numune değişimini sağlayan hareketli kılavuzdan geçirilir ve hareketli olan kılavuzun üzerindeki tutturucuya sabitlenir. Ölçüm yapılmadan önce test edilecek iplik için tanıtıcı bilgiler (numara, parti no vb. değerler) cihazın hafızasına kaydedilir. Hazırlanan numuneler çeneler arasına yerleştirilir ve ön gerilme ($0,5 \text{ cN/tex} \pm 0,1 \text{ cN/tex}$) uygulanır. Bu cihazda ölçüm hızı 400 m/dak'dır. Her bir denemeden 10 adet bobin numunesi teste tabi tutulmuştur ve her bir numuneden 300 test yapılmıştır. Bu şekilde her bir çalışmadan $10 \cdot 300 = 3000$ teste göre değerlendirmeler yapılmıştır. Uygulanan kuvvetle iplik, dayanma noktasına kadar uzatılarak, mukavemet değeri doğrudan cihaz tarafından hesaplanmaktadır. Kopma dayanımı testi tamamlandıktan sonra cihazın bilgisayarına kaydedilen sonuçlar standart değerlerle karşılaştırılmakta ve cihazdan alınan mukavemet (cN/tex), uzama (%) ve standart sapma (% CV) sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Çalışmada Uster Tensojet-4 cihazının tercih edilmesinin sebebi kenevir ile üretilen ipliklerden dokuma kumaş sektöründe numunelerin ve bu kumaşların performans testlerinin yapılmasıdır. Çözgü çekme ve atkı atma hızları 500-900 m/dk olan dokuma sektöründe kullanılacak ipliğin performansı, 400 m/dk'da Uster Tensojet-4 cihazından elde edilen değerler sayesinde daha doğru yorumlanmıştır. Ölçülen mukavemet değerleri ve bir sonraki proseste çalışma performansını belirleyen kopma işi (B-Work) değerleri aynı hammadde karışımlarında iplik numarasına bağlı olarak değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Yine aynı iplik inceliğinde, %25 ve %50 oranında kenevir lifi kullanılan çalışmalar özellikle mukavemet ve kopma işi ölçümleri değerlendirilerek karşılaştırılmıştır.

3.2.2. Kumaş performans test metotları

Optimum iplik numarası ve lif kompozisyonu tespit edilen iplikler atkı ipliği olarak kullanılarak Picanol marka armür tertibatı ile ağızlık açma sistemine sahip hava jetli dokuma tezgahında 1/1 bezayağı dokuma kumaşlar üretilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Dokuma kumaş üretim parametreleri

Deney No	Çözümlü İpliği	Atkı İpliği	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atkı Sıklığı (tel/cm)
1	%100 Tencel Ne 30/1	%50/50 Kenevir/Pamuk Ne 10/1	28	12
2	%100 Tencel Ne 30/1	%50/50 Kenevir/Tencel Ne 10/1	28	12
3	%100 Tencel Ne 30/1	%50/50 Kenevir/Viskon Ne 10/1	28	12

3.2.2.1. Boncuklanma testi

Boncuklanma, kumaş yüzeyindeki liflerin takılarak ayrılması ve kullanımları sırasında bu liflerin karışması, kumaş üzerinde hoş olmayan bir görüntü meydana getirmesi ile oluşmaktadır. Boncuklanma seviyesi; boncuklanmaya sebep olan lif dolaşması, fazla yüzey lifi oluşması ve zamanla gelişen lif ve boncuk azalması işlemlerinin hızı ile belirlenmektedir. Bunların hızları ise lif, iplik ve kumaş özelliklerine bağlıdır. Bu deneyde Martindale cihazını kullanarak kumaşların boncuklanmaya ve yüzey değişimine karşı gösterdiği direnci tayin etmek amaçlanmıştır. Martindale cihazı hem boncuklanma direncinin ölçülmesinde hem de kumaşların aşınma dayanımının ölçülmesinde kullanılmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Martindale boncuklanma test cihazı

Boncuklanma olayı iki kumaşın birbirine sürtülmesi ile gerçekleşmektedir. Cihazda ikisi yanlarda ve diğeri iç kısımda olmak üzere üç tahrik tekerleği bulunmaktadır. Bunların hareketiyle numune tutucuların bulunduğu üst plaka yatay doğrultuda, her bir noktası Lissajous hareketi yapacak şekilde hareket eder. Bu hareket, önce bir daire şeklinde gerçekleşmekte ve daha sonra giderek daralan elipsler şeklini almakta ve en son ise doğrusal hareket yaptıktan sonra tekrar aynı şekilde dairesel harekete dönüşmektedir.

Çizelge 3.4. Boncuklanma test parametreleri

Kategori	Tekstil Türü	Aşındırıcı Tipi	Yükleme kütlesi (g)	Değerlendirme aşaması	Aşındırma sürtme hareketinin sayısı
1	Döşemelik kumaşlar	Aşındırıcı yünlü kumaş	415 ±2	1	500
				2	1000
				3	2000
				4	5000
2	Dokunmuş kumaşlar	Deneye tabi tutulan dokunmuş kumaş yüz yüze gelecek şekilde	415 ±2	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000

Testte kumaş numunesi tutturucu ve boncuklanma masasına ön yüzleri birbiri üstüne gelecek şekilde tutturulur. Burada alt tutturucular için hazırlanan numuneler üstü keçe kumaşı ile kaplı alt diske, üst tutturucular için ise üst diske yerleştirilir. Yünlü aşındırıcı kumaş kullanıldığında numune tutucular için üç adet numune gereklidir. Ağırlık tutturucuların üzerine konularak yüklenir ve tutucu bileziği ile sıkıştırılır. Cihaz çalıştırılmadan önce sürtme hareket sayısı ve periyotları Çizelge 3.4'te verilen değerlere göre belirlenir (TS EN ISO 12945-2). Test sonunda ışık kabinde filiskop cihazı kullanılarak numunelerin boncuklanma düzeyleri göz ile Çizelge 3.5'teki değerlere göre bulunur.

Çizelge 3.5. Boncuklanma dereceleri

Derece	Tanımı
5	Değişme Yok
4	Hafif bir tüylenme
3	Orta düzeyde tüylenme ve/veya boncuklanma
2	Belirgin bir tüylenme ve/veya belirgin bir boncuklanma
1	Yoğun yüzey tüylenmesi ve /veya boncuklanma

3.2.2.2. UV dayanım testi

Kumaş numuneleri “TS EN ISO 4892-2” standardı kullanılarak ultraviyole (UV) dayanım testine tabi tutulmuştur. UV yaşlandırma testleri, ürünlerin normal koşullarda depolanması ile karşı karşıya kalınacak daha uzun süre güneş ışığına maruz kalma süresini simüle etmeyi amaçlayan testlerdir. Bu testlerde normal güneş ışığı yerine özel cihazlarla sağlanan ultraviyole (morötesi) ışınlar kullanılmaktadır (Şekil 3.5). Dolayısıyla güneş ışınlarının uzun sürede oluşturduğu etkiler daha kısa süre içinde elde edilmektedir.



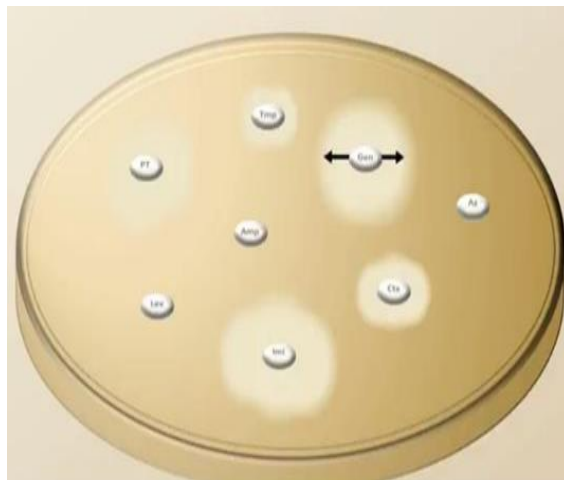
Şekil 3.5. UV yaşlandırma test cihazı

UV yaşlandırma testlerinde amaç, olası görsel ve fiziksel değişikliklerin laboratuvar ortamında oluşturulmasıdır. Ultraviyole ışınlar, çıplak gözle görülemeyen, farklı dalga boylarına sahip güneş ışınlarına denmektedir. Genelde bu cihazların çalışma sistemleri iki aşamalıdır. Önce belirli sürelerde ortamın sıcaklığı, soğukluğu ve nem miktarı değiştirilerek

dış hava koşulları oluşturulur ve test edilen ürün üzerine sıcak buhar verilerek genişmesi sağlanır. Genel olarak ürün bu koşullarda belirlenen saatte bekletilir. Sonrasında ürün belirlenen zamana göre farklı süreler boyunca ultraviyole (UV) ışınlarına maruz bırakılır. Bu aşamada ürünlerde 50, 100 ve 150 saatlik bir yaşlandırma gerçekleştirilmiş olmaktadır. Belirlenen saatlerde yaşlandırma yapılan numuneler cihazdan alınmakta ve renkli materyallerin yansıma veya geçirgenlik değerlerini ölçen spektrofotometrede CieLab* renk ölçümleri yapılmaktadır. 1976 yılında CIE tarafından tanımlanan renk ölçüm metodlarından en yaygın kullanılanı ve en popülerini $L^*a^*b^*$ metodudur. Bu renk aralığında, L^* açıklığı/koyuluğu, a^* ve b^* ise kromatiklik koordinatlarını göstermektedir. $+a^*$ yönde kırmızı, $-a^*$ yönde yeşil, $+b^*$ yönde sarı ve $-b^*$ yönde ise mavidir. Merkez akromatiktir; a^* ve b^* değerleri artarken ve merkezden uzaklaşarak hareket ederken, rengin canlılığı da artmaktadır.

3.2.2.3. Antimikrobiyal etkinlik ölçümleri

İplik performans testleri sonucunda belirlenen optimum iplik numarası ve lif kompozisyonları seçilerek dokunan çarşaflık kumaş numunelerine "disk difüzyon metodu" ile ISO 20743 standardına göre antibakteriyel etkinlik testleri Ekoteks laboratuvarında uygulanmıştır. Antibakteriyel etkinlik testinde, test edilmesi istenen bakteriler kabın içerisine homojen olarak yayılır. Numuneler için disk (disk difüzyon metodu) şeklinde yerler açılır ve numuneler bu bölgelere koyularak 37°C sıcaklıkta ve 24 saat bekletilir (Şekil 3.6). İnkübasyona bırakıldıktan sonra oluşan inhibisyon zonları kumpas yardımıyla ölçülür ve örneklerin üzerinde bakteri çoğalması esas alınarak test sonuçlandırılır. Antibakteriyel etkinlik testleri 3 kez tekrar edilerek zon kalınlıklarının ortalaması alınır.



Şekil 3.6. Disk difüzyon testi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kenevir lifinin eğrilebilir özelliğinin zayıf olması tekstil sektöründe kullanımını zorlaştırmaktadır. Bu çalışma ile birlikte kenevir lifinin eğrilebilmesini sağlayabilecek lif karışımlarının tespit edilmesi ve elde edilecek ipliklerden çarşaflık ve döşemelik kumaşların üretilmesi amaçlanmıştır.

4.1. İplik Performans Testleri

4.1.1. İplik düzgünsüzlük özellikleri

Kısa lif eğirme sistemlerinde kenevir lifinin eğrilebilirliğini araştırabilmek için ilk önce %25/75 oranında kenevir/pamuk ve %25/75 kenevir/tencel karışımlarından Ne 6/1, Ne 10/1, Ne 14/1 ve Ne 18/1 inceliğindeki iplikler ring eğirme makinesinde üretilmiştir. Bu iplik numunelerinin fiziksel özelliklerine dair performans test sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.

Kenevir, pamuk lifine göre daha kalın ve sert karakterde olan bir lif olup lifler arasında kohezyonu azdır. Pamuk ise enine kesitinin şekli ve inceliği sayesinde yüksek eğrilebilirliğe sahiptir. %75 pamuk içeren karışimli bu ipliklerde sert kenevirin eğilmeye karşı göstermiş olduğu dirençten dolayı ince yer, kalın yer ve neps sayısının konvansiyonel pamuk ipliklere kıyasla oldukça fazla ölçülmüştür. Diğer denemede kullanılan rejenere selülozik ve 38 mm elyaf uzunluğuna sahip bir lif olan tencelin uzun ve homojen uzunluk dağılımına sahip olması elde edilen ipliğin ince yer, kalın yer ve neps sayısının pamuk karışimli olan ipliklerden daha iyi olmasına yol açmıştır.

Çizelge 4.1. %25/75 kenevir/pamuk karışımı farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans test sonuçları

İplik Özellikleri	İplik Numara (Ne)			
	Ne 6	Ne10	Ne14	Ne18
Düzensüzlük (%CVm)	19,61	25,03	25,59	27,92
İnce Yer (-50%)	53,8	1033	1133	1254
Kalın Yer (+50%)	826	2333	2554	3478
Neps (+200%)	901	3059	4298	5782
Mukavemet Rkm (kgf.Ne)	15,61	14,96	14,62	13,86
Mukavemet (%CV)	8,13	9,84	10,05	10,74
Kopma uzaması (%)	8,84	6,16	6,1	4,89
Kopma işi (N.cm)	29,67	13,56	9,37	5,91

Çizelge 4.2. %25/75 kenevir/tencel karışımı farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans analiz sonuçları

İplik Özellikleri	İplik Numara (Ne)			
	Ne 6	Ne10	Ne14	Ne18
Düzensüzlük (%CVm)	16,76	20,27	22,54	25,1
İnce Yer (-50%)	0	4	46	107
Kalın Yer (+50%)	548	1415	2063	2836
Neps (+200%)	809	2445	408	5487
Mukavemet Rkm (kgf.Ne)	25,9	25,86	25,42	24,1
Mukavemet (%CV)	8,78	10,4	8,09	11,1
Kopma uzaması (%)	12,14	10,6	10,33	8,27
Kopma işi (N.cm)	82,9	45,6	30,99	19,61

İplik kompozisyonu içindeki kenevir oranını daha da artırmak için çalışmanın bir sonraki aşamasında %50 kenevir içerecek şekilde pamuk, tencel ve viskon lifleri ile 3 farklı harman hazırlanmıştır. Bu harmanlardan, Ne 18/1 hariç Ne 6/1, Ne 10/1 ve Ne 14/1

inceliğinde 3 farklı incelikte iplikler eğrilmiş ve bu ipliklerin düzgünsüzlük ve mukavemet özellikleri araştırılmıştır. (Çiz. 4.3, 4.4 ve 4.5).

Çizelge 4.3. %50/50 kenevir/pamuk karışımı farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans analiz sonuçları

İplik Özellikleri	İplik Numara (Ne)			
	Ne 6	Ne10	Ne14	Ne18
Düzensüzlük (%CVm)	29,97	35,03	37,24	-
İnce Yer (-50%)	3063	5543	8906	-
Kalın Yer (+50%)	3274	4694	5701	-
Neps (+200%)	4788	7831	10720	-
Mukavemet Rkm (kgf.Ne)	9,97	9,52	9,49	-
Mukavemet (%CV)	11,99	13,69	15,48	-
Kopma uzaması (%)	5,82	4,2	3,95	-
Kopma işi (N.cm)	14,01	6,4	4,31	-

Çizelge 4.4. %50/50 kenevir/tencel karışımı farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans analiz sonuçları

İplik Özellikleri	İplik Numara (Ne)			
	Ne 6	Ne10	Ne14	Ne18
Düzensüzlük (%CVm)	26,8	31,4	34,91	-
İnce Yer (-50%)	1039	2637	5774	-
Kalın Yer (+50%)	2721	4136	5252	-
Neps (+200%)	4750	8600	11020	-
Mukavemet Rkm (kgf.Ne)	16,5	16,4	15,89	-
Mukavemet (%CV)	14,4	14	13,2	-
Kopma uzaması (%)	8,5	7	6,48	-
Kopma işi (N.cm)	38	20,2	13,05	-

Çizelge 4.5. %50/50 kenevir/viskon farklı incelikteki ipliklere ait fiziksel performans analiz sonuçları

İplik Özellikleri	İplik Numara (Ne)			
	Ne 6	Ne10	Ne14	Ne18
Düzensüzlük (%CVm)	27,09	31,6	34,61	-
İnce Yer (-50%)	903	2502	5128	-
Kalın Yer (+50%)	2782	4280	5180	-
Neps (+200%)	4145	8056	9912	-
Mukavemet RKm (kgf.Ne)	10,05	9,61	9,75	-
Mukavemet (%CV)	11,75	9,94	11,02	-
Kopma uzaması (%)	6	8,5	6,81	-
Kopma işi (N.cm)	27,09	15,8	9,27	-

Tüm iplik numunelerinin düzensüzlüklerini bir arada değerlendirebilmek için hazırlanan grafik Şekil 4,1'de sunulmuştur. İplik düzensüzlük (%CVm) değerleri tüm karışım oranlarında iplik numarası inceldikçe artmış ve %50 kenevir karışımlı ipliklerin düzensüzlüğü %25 kenevirin kullanıldığı karışımlara göre daha yüksek ölçülmüştür. Dolayısıyla iplik kesitindeki kenevir oranı yükseldikçe düzensüzlük de artmaktadır. İplik hatalarında ise %50 ve %75 pamuk içeren ipliklerin ince yer, kalın yer ve neps sayıları arasında pamuk içeriğinin azalmasıyla birlikte hata sayılarında hızlı bir artış oluşmuş olup özellikle ince yer sayısındaki artış dikkat çekicidir. Tüm iplik inceliklerinde tencel ve viskon liflerinin kullanıldığı %50 kenevirli karışımların düzensüzlük değerlerinin birbirine çok yakın olması, rejenere selülozik lif grubundan olan tencel ve viskonun lif uzunluğunun ve inceliğinin aynı olmasıyla açıklanabilir. Çizelgelerde görüleceği üzere iplik hata sayıları tencel ve viskon karışımlı iplikler için birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Kenevirin pamuk ile eğrilen tüm iplik incelik ve karışımlarındaki iplik düzensüzlüklerinin tencel ve viskon içeren karışımlara göre daha yüksek olduğu ölçülmüştür. Bunun nedeni, tencel ve viskona kıyasla, pamuk lifinin daha kısa (28-31 mm) ve fazla miktarda kısa life (%11) sahip olmasıyla açıklanabilir.

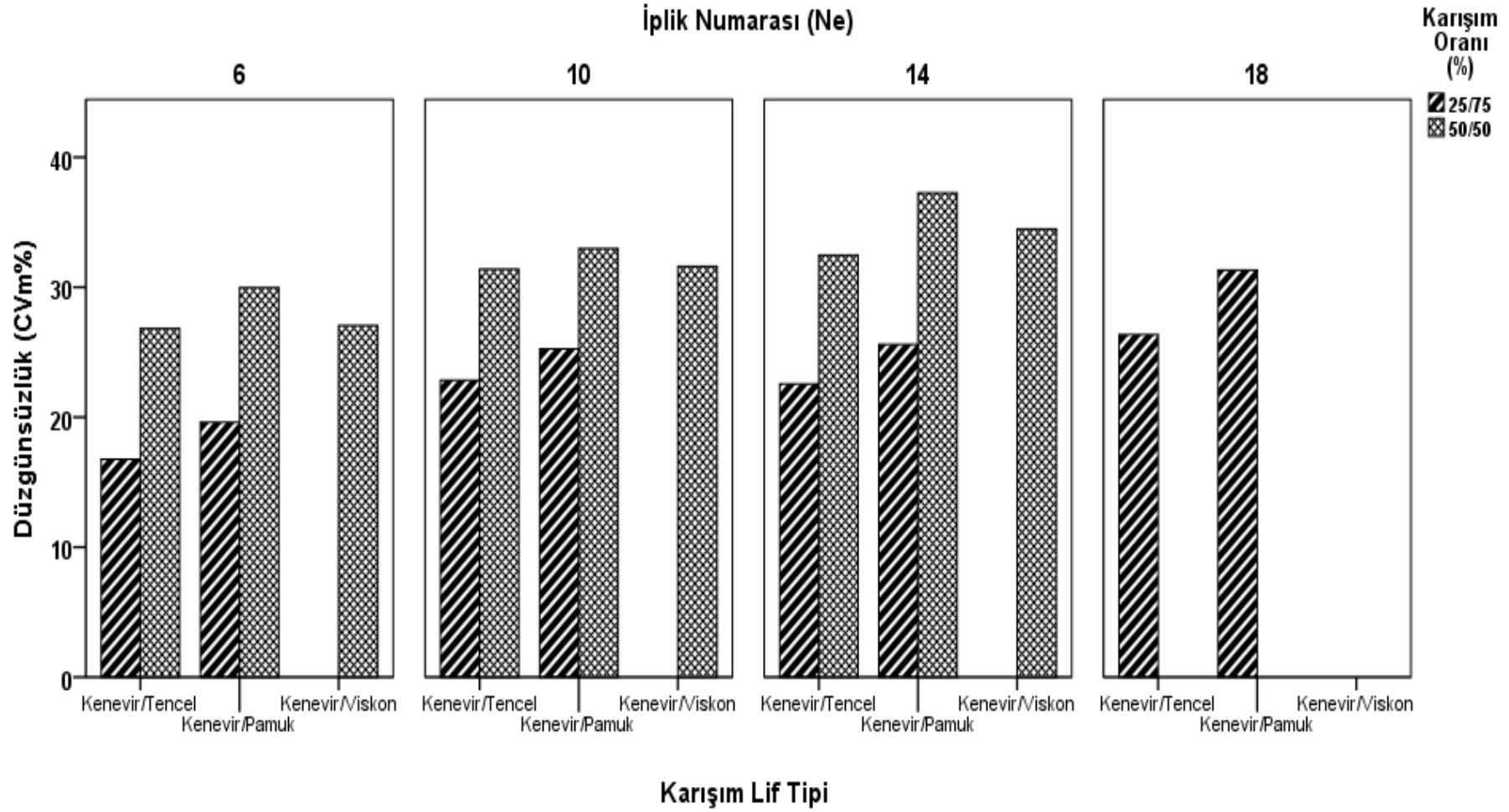
Bulunan bu düzensüzlük değerlerini mukayese edebilmek için, pamuk ve bir başka bast lifi olan keten ipliklerine ait 2018 Uster İstatistik değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Uster kalite çizelgelerine göre, bu çalışmada elde edilen %25 kenevir karışımlı ipliklerin düzensüzlüğü ile %100 pamuk ve %100 keten iplik düzensüzlük değerleri kıyaslandığında;

ölçülen değerlerin %100 keten ipliklerden daha iyi fakat karışım oranının %50'ye çıkması ile keten ipliklerinin kalite standart değerleri arasında yer aldığı sonucuna varılabilir (2018 Uster İstatistikleri).

Bulunan sonuçlar ile Lawal A.S ve Weiyng Tao ve ark.(2011) yaptıkları iki farklı bast lifi ile yaptığı çalışmaları doğrular nitelikte olup iplik içindeki bast lif oranının artmasıyla düzensizlik artmaktadır. Pamuk lifinin içeriğinde yer alan yabancı maddeler ve kısa lif oranları da iplik düzensizliğini olumsuz etkilemektedir. Bu liflerin harman karışımlarında kullanım oranları arttıkça mukavemet değeri düşerken ve düzensizlik ve iplik hata değerleri yükselmektedir.

Çizelge 4.6. %100 pamuk ve %100 keten karde ring ipliklerine ait düzensizliklerinin (CVm%) 2018 Uster dünya istatistikleri içindeki yeri

	% 100 Pamuk			% 100 Keten		
	%25	%50	%95	%25	%50	%95
Ne 6/1	%11,68	%13,00	%16,02	%25,68	%27,21	%30,66
Ne 10/1	%12,46	%13,78	%16,81	%27,36	%28,96	%32,43
Ne 14/1	%13,01	%14,32	%17,34	%28,52	%30,18	%33,65
Ne 18/1	%13,43	%14,73	%17,76	%29,42	%31,12	%34,59



Şekil 4.1. Kenevir ile eğrilen farklı incelik ve karışım oranlarındaki ipliklerin düzensüzlük (%CVm) değerleri

4.1.2. İplik mukavemeti özellikleri

Bu çalışmada kısa lif iplikçiliğinde yeni bir hammadde olarak kullanılmaya başlanan kenevir ile yapılan harmanların iplik mukavemetine olan etkisi araştırılmıştır. Çünkü bu değerler daha sonraki süreçlerde iplik ve kumaşın göstereceği performansı etkilemektedir. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, en mukavim iplik 25,91 Rkm ile kenevir karışımı ipliklerin arasında %25/75 kenevir/tencel karışımı Ne 6/1 inceliğindeki iplik tespit edilmiştir. Diğer %25/75 kenevir/pamuk karışımında ise 15,6 Rkm ile daha düşük mukavemet ölçülmüştür. İpliğin incelmeye bağlı olarak, %75 pamuk karışımlarda %11’e, %75 tencel karışımlarında ise %7’ye varan mukavemet kayıpları tespit edilmiştir. Karışım içindeki kenevir oranının %50 olması ile birlikte daha fazla bir mukavemet kaybı oluşmakta olup, %50/50 kenevir/tencel karışımında Ne 6/1’de inceliğinde mukavemet 16,5 Rkm ölçülmüştür. %50/50 kenevir/viskon karışımında 10,05 Rkm, %50/50 kenevir/pamuk karışımında bu değer 9,97 Rkm ile viskon ipliğin mukavemetine çok yakın olduğu görülmektedir. İplik numarasının artmasına bağlı olarak mukavemet kayıpları %3 ile %5 arasında değişmektedir.

Genel olarak mukavemet değerleri ile düzgünlük arasında bir ilişki söz konusudur. İplik yapısı oluşurken liflerin iplik içinde düzgün ve homojen yerleşmemesi iplik hataların artmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda iplik mukavemet özellikleri olumsuz etkilenmektedir. Çizelge 4.7’de sunulan 2018 Uster istatistik raporlarında yer alan %100 keten karde ring iplik mukavemeti (Rkm) değerlerine göre bu çalışmada elde edilen ipliklerin mukavemet değerleri oldukça düşük bulunmuştur.

Şekil 4.3’de görüldüğü gibi kalın ipliklerin kopma uzama değerleri ince ipliklere göre daha iyidir. Kesitteki lif sayısının artması iplik elastikiyetine olumlu etki yapmaktadır. %75 tencel içeren ipliklerin kopma uzaması iplik numarası incelidikçe %12,14 ile %8,27’e azalmıştır. %50 tencel içeren kenevir karışımlarının elastikiyetleri %8,5-6,48 değerleri arasında olup %50 viskon karışımı ipliklerle benzeşmektedir. Hazırlanan her iki pamuk karışım oranında eğrilen ipliklerin kopma uzamaları rejenere selüloz liflere kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu kopma uzama değerleri ile 2018 Uster dünya istatistikleri içindeki yer alan %100 keten karde ipliklerinin mukayesesi sonucunda çalışmada elde edilen ipliklerin kopma uzamalarının keten ipliklerinin kalite sınırları içinde yer almakta olduğu görülmektedir.

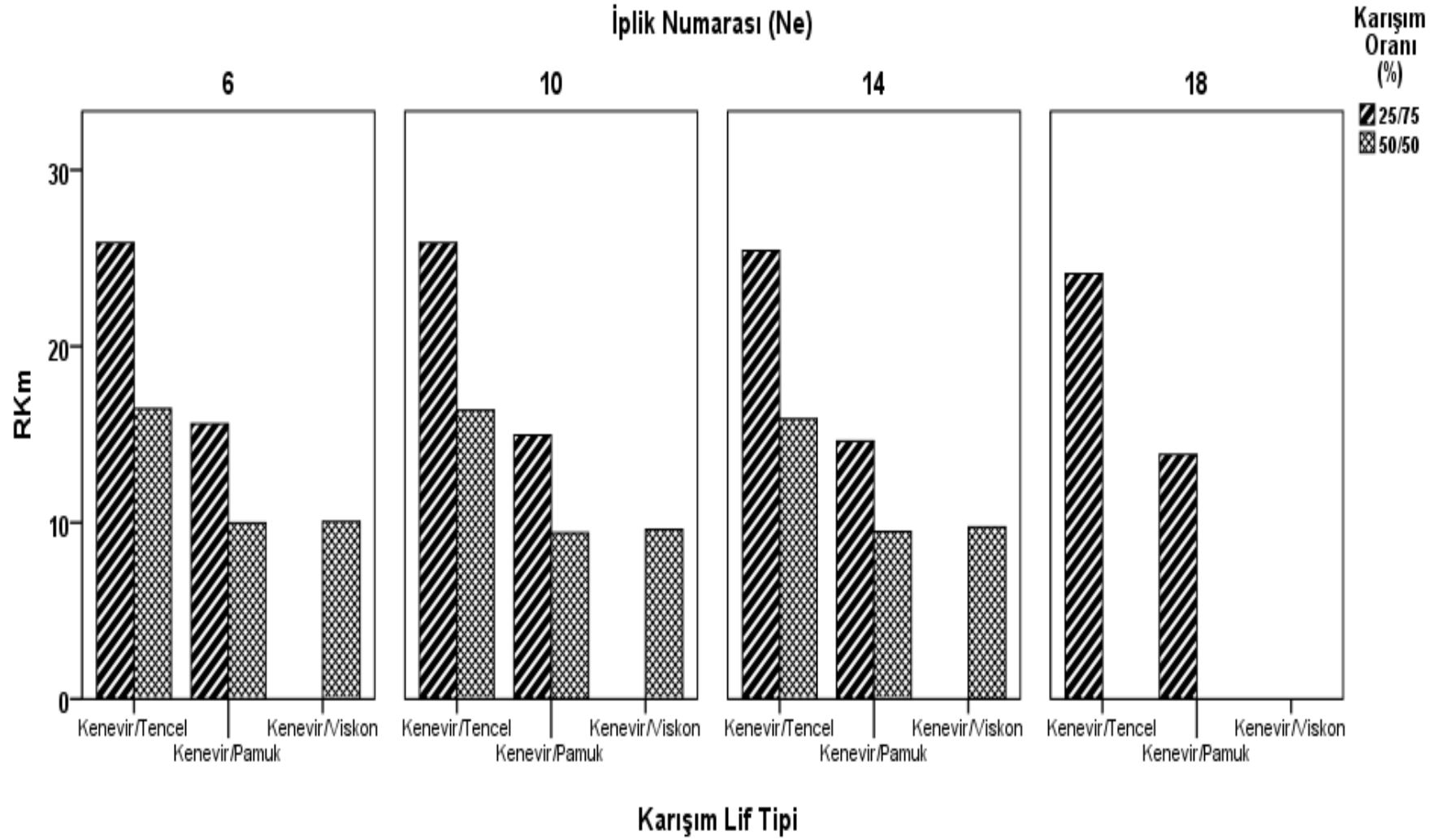
Kopma uzaması iplik mukavemetinin diğer önemli bir özelliği olup kullanılan lifin uzama özelliklerine bağlıdır. Bast lifleri içinde kenevir en yüksek mukavemete fakat %1,6 kopma uzaması ile en düşük elastikiyete sahiptir. Kenevir, keten ve kenaf gibi bast liflerinin

yüksek mukavemete sahip olmalarına rağmen, % uzamalarının düşük olması bu liflerin iplik içindeki göç (migrasyon) davranışını pamuk ve diğer ince liflere göre daha farklı kılmakta ve liflerin iplik içindeki yerleşik konumunu etkilemektedir. Bunun sonucunda yüksek young modulüne sahip kenevir lifi iplik içindeki yerleşiminden dolayı uygulanan çekme kuvvetine büyük bir direnç göstererek esneymeden kopmaktadır.

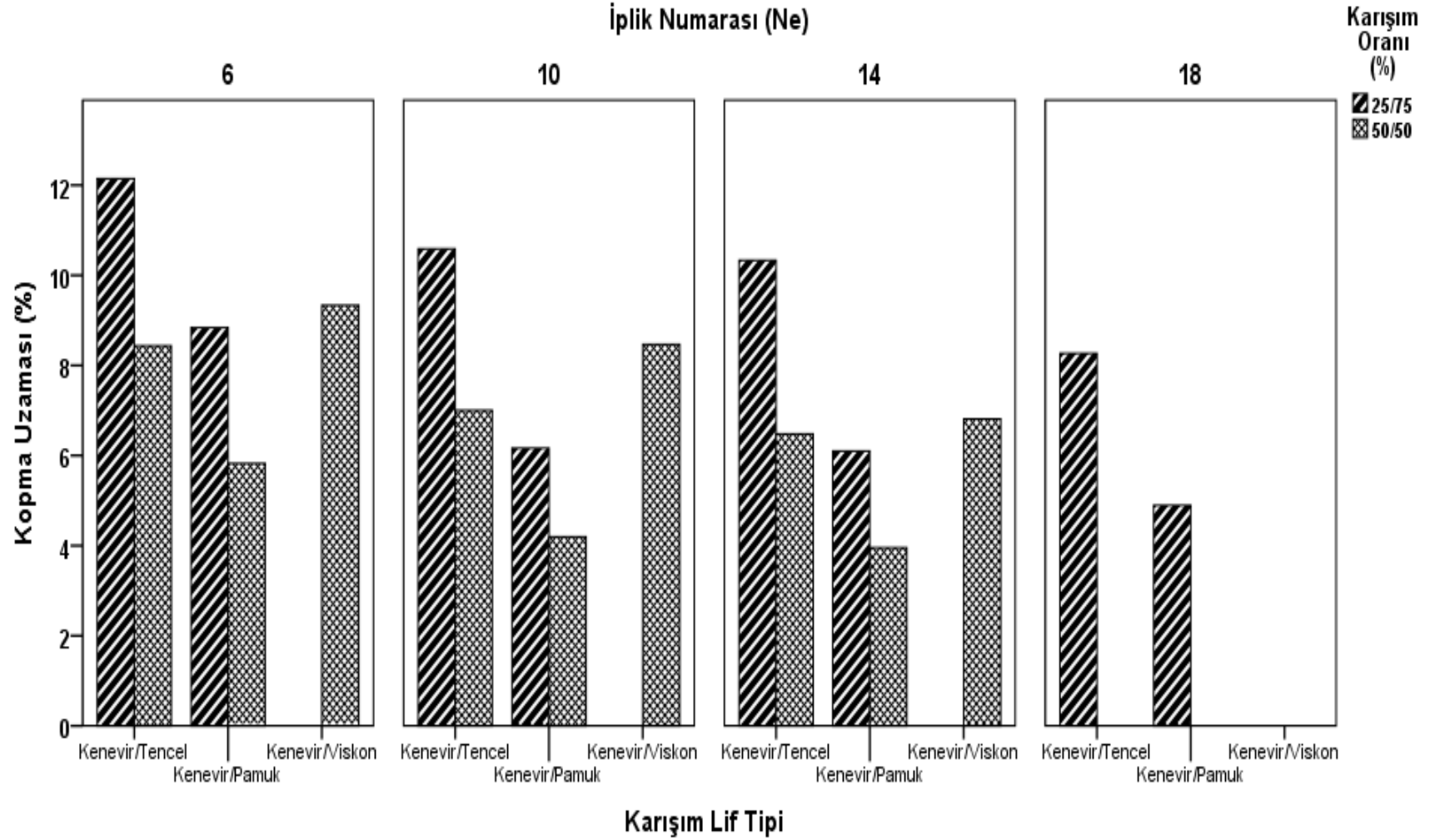
Kopma işi uygulanan kuvvet altında ipliğin ne kadar miktarda enerjiyi absorplayebileceğini gösteren, dokuma işleminin verimliliğini etkileyen önemli bir göstergedir. Uster Tensojet-4 cihazında 400m/dk. ölçüm hızı, dokuma sektöründe kullanılan üretim hızlarına yakın olduğu için ölçülen bu mukavemet ve kopma işi (B-Work) değerleri ipliğin dokuma tezgah performansını öngörmek amacıyla kullanılmaktadır. Yapılan denemeler arasında %25/75 kenevir/tencel karışımli ipliklerin Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi en yüksek kopma iş değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. İplik numarasının azalması ile kopma iş değerlerinin de azaldığı görülmektedir. Fikir vermesi amacıyla %100 keten karde ipliklerinin Uster istatistik kalite değerleri ile kıyaslandığında, üretilen ipliklerin kalite sınırları arasında kaldığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.7. %100 Keten karde ring iplik mukavemeti (Rkm), kopma uzaması (%) ve kopma iş (Ncm) değerlerinin 2018 Uster dünya istatistikleri içindeki yeri

	Mukavemet (Rkm)			Kopma uzaması (%)			Kopma işi (Ncm)		
	%5	%50	%95	%5	%50	%95	%5	%50	%95
Ne 6/1	32,0	26,0	21,4	2,4	26,0	21,4	16,6	9,4	5,9
Ne 10/1	31,1	25,0	20,3	2,3	25,0	20,3	10,0	6,2	4,1
Ne 14/1	30,6	24,4	19,7	2,2	24,4	19,7	7,1	4,7	3,3
Ne 18/1	30,2	23,9	19,2	2,2	23,9	19,2	5,5	3,8	2,8



Şekil 4.2. Kenevir ile eğrilen farklı incelik ve karışım oranlarındaki ipliklerin mukavemet (RKm) değerleri



Şekil 4.3. Kenevir ile eğrilen farklı incelik ve karışım oranlarındaki ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri

Ayrıca Tensojet-4 mukavemet testlerine ek olarak yapılan ring makinesinde kopuş etütleri bu ipliklerin sonraki proseslerde nasıl çalışacağını hakkında fikir vermektedir. Çizelge 4.8'de uygulanan çıkış hızı ve alfa değerlerinde belirlenen 1000 iğ/saatteki kopuş etütlerinin sonuçları sunulmuştur. Kopuş etütleri çalışmanın yapıldığı ring makinelerinde 1 takım çalışma (kops üretimi başlama ve bitişi esas alınmıştır) süresinde yapılmıştır. Gözlenen kopuşlar 1000 iğ/saat olarak hesaplanmıştır. Kenevir oranının aynı olduğu karışımlarda, çıkış hızı ve büküm katsayıları değiştirilmeden yapılan denemeler incelendiğinde iplik numarası inceldikçe kopuş sayısının arttığı ve %50/50 kenevir/pamuk karışimli Ne14/1 ipliklerin 198 (1000 iğ/saat) ile en yüksek kopuş sayısına sahip olduğu anlaşılmıştır. Kenevirin %50 oranında kullanıldığı Ne 14/1 tencel ve viskon karışım tiplerinde ring makinesinde tespit edilen 85 ve 78 adet 1000 kopuş iğ/saat değeri ile yakın olduğu görülmüştür. Burada harman kompozisyonundaki kenevir oranının ve iplik numarasının artmasının sınırlayıcı üretim faktör olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.8. Seçilen farklı parametrelerdeki ipliklerin ring makinesi kopuş etütleri

Karışım Lif Tipi	Karışım Oranı (%)	İplik Numarası (Ne)	İplik çıkış hızı (m/min)	Büküm katsayısı (α_e)	Kopuş sayısı (1000iğ/h)
Kenevir/pamuk	%25/75	14/1	11,5	5,3	30
Kenevir/pamuk	%25/75	18/1	11,5	5,3	62
Kenevir/pamuk	%50/50	14/1	11	5,6	198
Kenevir/tencel	%25/75	14/1	12	4,8	45
Kenevir /tencel	%25/75	18/1	12	4,8	70
Kenevir/tencel	%50/50	14/1	11,5	5,1	85
Kenevir/viskon	%50/50	14/1	11,5	5,1	78

Bu çalışmada kullanılan kenevir lif inceliğinin kalın olmasında dolayı iplik enine kesitindeki lif sayısının azalması düzensizlik ve mukavemet sonuçlarını, aynı zamanda ring makinesindeki 1000 iğ/saat kopuşlarını olumsuz etkilediği anlaşılmaktadır. İplik parametrelerinin limitlerinin test edilmesiyle %50/50 kenevir/pamuk Ne 14/1 ipliğın eğrilmesi esnasında tespit edilen 198 kopuş değerinin sınırlayıcı bir nitelikte olduğu değerlendirilmiş ve Ne 18/1 denemelerinde %25 kenevir oranının üzerine çıkılmamıştır. Yapılan deneylerde ölçülen mukavemet değerleri ve ring makinesindeki kopuş etütleri incelendiğinde, kenevirin %25 oranında kullanıldığı tüm iplik numaralarının dokuma tezgahında verimli bir çalışma

sergileyeceği görülmüştür. Kenevirin %50 oranında kullanıldığı tencel ve viskon karışımı ipliklerin de dokuma tezgahında yüksek verimlilikle çalışabileceği, ancak pamuk karışımı ipliklerin kopuş sayısının yüksek ve verimliliğinin de diğer karışımlara göre düşük olacağı öngörülmektedir.

4.2. Kumaş Performans Testleri

Çözümlü ipliği sabit tutularak değişken olarak %50/50 kenevir/pamuk, %50/50 kenevir/tencel ve %50/50 kenevir/viskon karışımı Ne 10/1 inceliğinde üç farklı atkı ipliği ile aynı çözgü ve atkı sıklığında 1/1 bezayağı örgü kumaşlar dokunmuştur (Çizelge 3.3). Daha sonra bu kumaşların kullanım özelliklerini belirlemek amacıyla çeşitli testler yapılmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Kenevir elyaf, iplik ve kumaş

4.2.1. Boncuklanma dayanımı

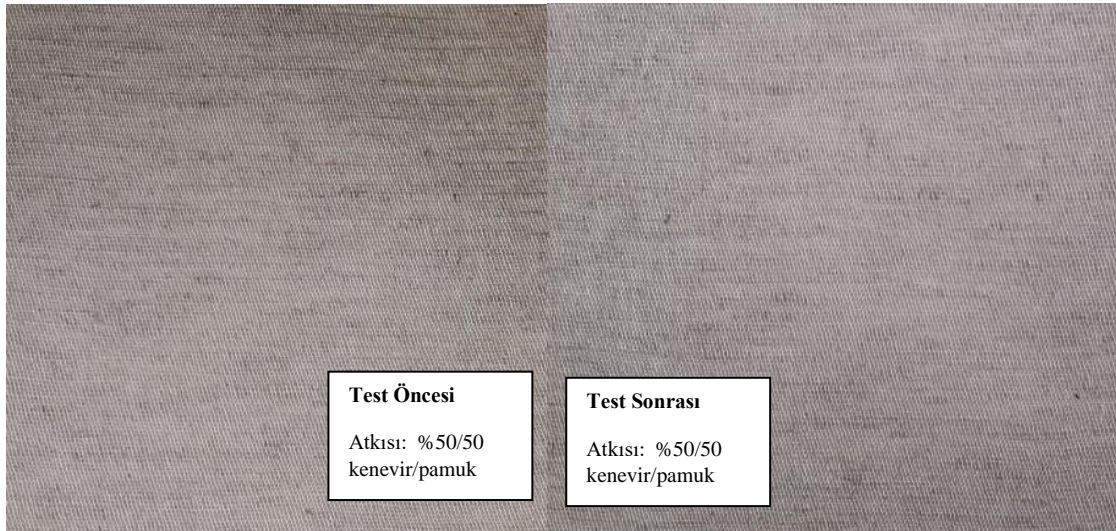
Boncuklanma kumaş görünümüne etki eden en önemli faktörlerden biridir. Atkısı %50 kenevir karışımı ipliklerden dokunan kumaş numuneleri TS EN ISO 12945-2 standartlarında Martindale boncuklanma cihazında testlere tabi tutulmuştur. Test sonuçları Çizelge 4.9'da ve kumaş numunelerinin test öncesi ve sonrası görüntüleri Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.9'da görüldüğü üzere boncuklanma test sonuçlarına göre 1500 devire kadar üç farklı atkının kullanıldığı kumaş numunelerinde yüzeyde tüylenme olmadığı ve boncuklanmaya yatkınlığı olmadığı görülmüştür. %50/50 kenevir/pamuk atkı ipliğinin kullanıldığı kumaşın 3500 devire kadar aynı skalada devam ettiği, 4000 ve 5000 devirlerde çok hafif tüylenmelerin olduğu görülmektedir (Şekil 4.5). %50/50 kenevir/tencel atkı ipliğinin

kullanıldığı kumaş numunelerinde 1500 devire kadar yüzeyde tüylenmenin olmadığı, 2000 devirde çok hafif tüylenmelerin başladığı 4000 devre kadar devam ettiği ve 5000 devirde ise orta düzeyde tüylenme ve boncuk oluşumu görülmektedir (Şekil 4.6). %50/50 kenevir/viskon atkı ipliğinin kullanıldığı kumaş numunesinde ise 2000 devire kadar kumaş yüzeyinde hiçbir değişimin olmadığı, 2500 devirde çok hafif tüylenmelerin başladığı 4000 devire kadar devam ettiği ve 5000 devirde hafif tüylenmelerin daha belirgin olduğu görülmektedir (Şekil 4.7).

Çizelge 4.9. Boncuklanma dayanım test sonuçları

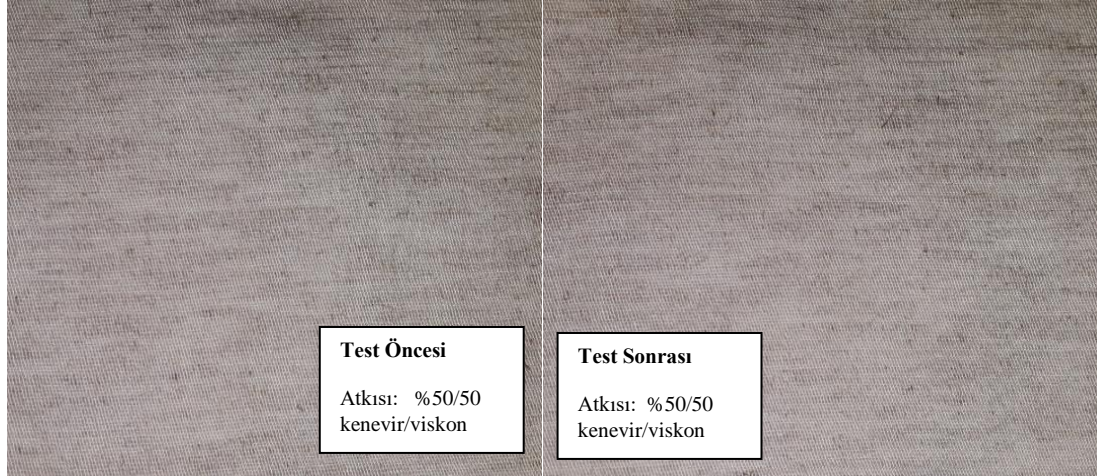
DEVİR	Kenevir/pamuk	Kenevir/Tencel	Kenevir/Viskon
250	5	5	5
500	5	5	5
1000	5	5	5
1500	5	5	5
2000	5	4/5	5
2500	5	4/5	4/5
3000	5	4	4/5
3500	5	4	4/5
4000	4/5	4	4/5
5000	4/5	3/4	4



Şekil 4.5. %50/50 Kenevir/pamuk atkı iplikli kumaşların boncuklanma testi öncesi ve sonrasına ait kumaş görüntüleri



Şekil 4.6. %50/50 Kenevir/tencel atkı iplikli kumaşların boncuklanma testi öncesi ve sonrasına ait kumaş görünümleri



Şekil 4.7. %50/50 Kenevir/viskon atkı iplikli kumaşların boncuklanma testi öncesi ve sonrasına ait kumaş görünümleri

Kenevirin viskonla karışımındaki tüylenmenin pamuklu karışıma göre yüksek olması viskonun lif boyunun pamuğa göre daha uzun ve daha az kısa life sahip olmasıyla açıklanabilir. Kenevirin tencel karışımı kumaşın tüylenmesinin diğer denemelere göre yüksek olmasının nedeni tencel lifinin yüksek lif mukavemetinden dolayı boncuklanmaların yüzeyden kolayca koparak ayrılamamasından kaynaklanmaktadır.

4.2.2. UV dayanım testleri

Çalışma kapsamında üç farklı kenevir karışımı atkı iplikli 1/1 bezayağı dokuma kumaş numuneleri 72 saat boyunca UV yaşlandırma testine tabi tutulmuştur. Test sonrasında numune kumaşların test öncesi ve sonrası renk ölçümleri spektrofotometre cihazında yapılmış olup sonuçları Çizelge 4.10'da sunulmuştur.

Çizelge 4.10. UV yaşlandırma testi öncesi/sonrası spektrofotometre renk ölçüm sonuçları

	Test Öncesi L*	Test Sonrası L*	Test Öncesi a*	Test Sonrası a*	Test Öncesi b*	Test Sonrası b*
Kenevir/pamuk	73,00	73,00	0,79	0,62	6,77	7,01
Kenevir/tencel	73,78	72,57	0,87	0,44	6,18	7,01
Kenevir/viskon	77,21	74,34	0,18	0,94	4,64	5,86

UV yaşlandırma testi öncesi ve sonrasında spektrofotometrede yapılan CIELAB renk ölçüm sonuçları incelendiğinde %50/50 kenevir/pamuk atkı ipliği kullanılarak dokunan kumaş numunesinde test öncesinde 73 olarak ölçülen L* değerinin test sonrasında hiçbir değişime uğramadan yine 73 olduğu, test öncesinde 0,79 olarak ölçülen a* değerinin 0,17 birim yeşile doğru kayma ile 0,62 olduğu ve test öncesinde 6,77 olarak ölçülen b* değerinde ise 0,24 birim sararma ile 7,01 olduğu görülmüştür.

%50/50 kenevir/tencel atkı iplikli kumaş numunesinde test öncesine göre renginde test sonrasında L* değerinin azalmasıyla 1,21 birimlik renginde bir miktar koyulaşma olduğu, test öncesinde 0,87 olarak ölçülen a* değerinin 0,43 birim daha fazla yeşile doğru kaymıştır. UV yaşlandırma testi öncesine göre 6,18 olarak ölçülen b* değerinde ise 0,83 birim ile sararmanın artmış olduğu görülmüştür.

%50/50 kenevir/viskon atkı ipliğinden dokunan kumaş, test öncesinde 77,21 olarak ölçülen L* değerinin test sonrasında 2,87 birim ile en fazla koyulaşmanın olduğu numunedir. Bu karışımda diğer iki denemeden farklı olarak test öncesinde 0,18 olarak ölçülen a* değerinin test sonrasında 0,76 birim kırmızıya doğru kaydığı, yaşlanmanın etkisi ile test öncesinde 4,64 olarak ölçülen b* değerinde ise 1,22 birimlik bir sararma değerinde artış ile 5,86 olduğu; bütün elde edilen bu sonuçların ticari kabul edilebilir bir noktada olduğu görülmektedir. Bulunan bu sonuçlar Yongkai Zhou ve ark. (2005)'nin çalışmalarını desteklemektedir. Bast liflerinin UV radyasyonuna karşı mükemmel koruma göstermesi içermiş olduğu yüksek lignin oranından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, kenevirin bu özelliği sayesinde bu lif ile harmanlanmış ipliklerinden dokunan kumaşlar herhangi bir özel kimyasal işlem görmeden yüksek UV dayanımına sahip olabilecektir.

4.2.3. Antibakteriyel aktivite testleri

4.2.3.1. Disk difüzyon metodu ile antibakteriyel ve antifungal aktivite testleri

Kenevir içeren kumaşların antibakteriyel ve antifungal aktiviteye karşı olan özelliklerini belirlemek için disk difüzyon metoduna göre test yapılmıştır. %50/50 kenevir/pamuk atkı ipliğinin kullanıldığı kumaşların *E. coli*, *S. aureus* ve *P. aeruginosa* bakterilerine ve *C. albicans* mantarına karşı aktivite değerlendirmesinde, test numunesinin çevresindeki bakterinin ve mantarın üremediği tespit edilirken numunenin altında herhangi bir mikroorganizma üremesi gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Disk difüzyon metoduna göre atkı ipliği %50/50 kenevir/pamuk karışımı kumaşa ait antibakteriyel aktivite test sonuçları

Mikrobiyolojik Testler	İnhibisyon Zonu (mm) (1)	Mikro organizma Üreme (2)	Sonuç
<i>Staphylococcus aureus</i> ATTC 6538 P Gram(+)	0	Yok	Etkili
<i>Escherchia coli</i> ATTC 8739 Gram(-)	0	Yok	Etkili
<i>Candida albicans</i> (fungal)	0	Yok	Etkili
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATTC 9027 Gram(-)	0	Yok	Etkili

Çizelge 4.12 ve 4.13’de görüldüğü gibi Ne 10/1 %50/50 kenevir/tencel ve %50/50 kenevir/viskon atkı ipliklerinin kullanıldığı kumaşların, *E. coli*, ve *S. aureus* bakterileri ile *C. albicans* mantarına karşı dirençli olduğu yapılan testlerde numunelerin çevresinde bakteri ve mantarı üremezken, numunenin altında mikroorganizma üremesi olmuştur. Her iki tipteki numunenin altında *P. aeruginosa* bakterisinin üremesi gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.12. Disk difüzyon metoduna göre atkı ipliği %50/50 kenevir/tencel karışımı kumaşa ait antibakteriyel aktivite test sonuçları

Mikrobiyolojik Testler	İnhibisyon Zonu (mm) (1)	Mikro organizma Üreme (2)	Sonuç
<i>Staphylococcus aureus</i> ATTC 6538 P Gram(+)	0	Yok	Etkili
<i>Escherchia coli</i> ATTC 8739 Gram(-)	0	Yok	Etkili
<i>Candida albicans</i> (fungal)	0	Yok	Etkili
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATTC 9027 Gram(-)	0	Var	Etkisiz

Çizelge 4.13. Disk difüzyon metoduna göre atkı ipliği %50/50 kenevir/viskon karışımı kumaşa ait antibakteriyel aktivite test sonuçları

Mikrobiyolojik Testler	İnhibisyon Zonu (mm) (1)	Mikro organizma Üreme (2)	Sonuç
<i>Staphylococcus aureus</i> ATTC 6538 P Gram(+)	0	Yok	Etkili
<i>Escherchia coli</i> ATTC 8739 Gram(-)	0	Yok	Etkili
<i>Candida albicans</i> (fungal)	0	Yok	Etkili
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATTC 9027 Gram(-)	0	Var	Etkisiz

Disk difüzyon metodu ile yapılan test sonuçlarına göre *E. coli*, *S. aureus* ve *P. aeruginosa* bakterilerine karşı antibakteriyel ve *C. albicans* mantarına karşı antifungal aktivitenin kenevir/pamukla dokunan kumaşta olduğu tespit edilmiştir. Kenevirin tencel ve viskonlu karışımlarında *E. coli*, *S. aureus* bakterilerine ve *C. albicans* mantarına karşı dirençli olduğu ancak sadece *P. aeruginosa* bakterisinde antibakteriyel aktivitenin olmadığı görülmüştür. Kim ve Sun (2001) ve Pamuk (2006) yaptıkları araştırmalarda hastane enfeksiyonları için en temel dirençli bakteri konumunda olan bir antibiyotik olan metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA)'un hemşire önlüklerinin %65'inde bulunduğu tespit edildiğinden dolayı tıbbi amaçlı kullanılan kumaşların antibakteriyel fonksiyon kazanmasının gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Bu tez kapsamında kenevirin pamuk, tencel ve viskon liflerle harmanlanmasından elde edilen ipliklerden dokunan kumaşların *Staphylococcus*

aureus bakterilerine karşı dirençli ve bu kumaşların hastane çarşaflarında ve toplu kullanımının olduğu döşemelik kumaşlarda antibakteriyel aktiviteyi sağlayabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar Khan ve arkadaşları ile Ali ve arkadaşlarının(2012) yaptıkları çalışmaları doğrulamakta olduğu gibi kenevirle yapılan kumaşların antibakteriyel özellikte olduğunu desteklemektedir.



5. SONUÇLAR

5.1. İplik Performans Sonuçları

İplik düzgünsüzlük (%CVm) değerleri tüm karışım oranlarında numara inceldikçe ölçüm değerleri yükselmektedir. %50 kenevir karışımlı ipliklerin düzgünsüzlüğü %25 kenevirin kullanıldığı karışımlara göre daha yüksektir. Dolayısıyla iplik kesitindeki kenevir oranı yükseldikçe düzgünsüzlük de artmaktadır. Tüm iplik inceliklerinde tencel ve viskon liflerinin kullanıldığı %50 kenevirli karışımların düzgünsüzlük değerlerinin birbirine çok yakın olması, rejenere selülozik lif grubundan olan tencel ve viskonun lif uzunluğunun ve inceliğinin aynı olmasıyla açıklanabilir. Kenevir ile pamuk ile eğrilen tüm iplik incelik ve karışımlarında düzgünsüzlük tencel ve viskona göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu da pamuk lifinin uzunluğunun ortalama 30 mm kısa lif yüzdesinin de %11 olmasıyla açıklanabilir.

Kopma Uzaması değerlerinde tüm numaralarda kenevirle yapılan karışımlarda, viskon lifinin %30 uzama değeriyle en yüksek uzama değerine sahip bir lif olması, tencelin de %14 uzama değeriyle viskonu takip ettiği görülmektedir. Kenevir/pamuk karışımlarında ise en düşük uzama değerine sahip olması ise pamuğun lif uzunluğunun %6 olmasıyla açıklanabilir. Mukavemet değerlerinde tüm numaralarda kenevirle yapılan karışımlarda, tencel lifinin 40 cN/tex mukavemet değeriyle en yüksek mukavemet değerine sahip bir lif olması, viskonun da 24 cN/tex mukavemet değeriyle tencelden düşük olduğu, kenevir/pamuk karışımlarında ise 30 cN/tex mukavemet değeriyle viskonla yapılan çalışmalara çok yakın olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda elde edilen mukavemet değerlerine göre 17-22 ug/inch lif inceliğine sahip kenevir kullanılarak %50 oranlarında Ne 14/1'den daha ince numaralar üretilmemelidir.

5.2. Kumaş Performans Sonuçları

Kenevir karışımlı iplilerden dokunan kumaş numunelerinin içinde kenevir/pamuğun en iyi boncuklanma performansına sahip olduğu ve kumaş yüzeyinde tüylenme olmadığı görülmüştür. Kenevir/viskon karışımlı kumaşlarda hafif tüylenme, kenevir/tencel karışımlı kumaşlarda ise orta düzeyde tüylenme olduğu görülmüştür.

UV yaşlandırma test öncesi ve sonrasında Spektrofotometre'de yapılan ölçümlerde elde edilen CIELAB sonuçlarında atkı ipliği %50/50 kenevir/pamuk kumaş numunesinde hiçbir renk farklılığı oluşmazken; en yüksek renk koyulaşması %50/50 kenevir/viskon ipliği ile dokunan kumaş numunesinde tespit edilmiştir. En düşük sararmanın olduğu %50/50

kenevir/pamuk kumaşların ve %50/50 kenevir/tencel ipliğinin atkıda kullanıldığı kumaşların renklerinde yeşile doğru kayma görülürken, %50/50 kenevir/viskon ipliği ile yapılan kumaş numunesinde ise rengin kırmızıya doğru kaydığı görülmüştür. numunesinde görülmektedir.

Disk difüzyon metodu ile yapılan test sonuçlarına göre kenevir/pamuk atkı iplikli dokunan kumaşta *E. coli*, *S. aureus* ve *P. aeruginosa* bakterilerine karşı antibakteriyel ve *C. albicans* mantarına karşı antifungal aktivitenin olduğu tespit edilmiştir. Kenevirin tencel ve viskonlu karışımlarını içeren numune kumaşların *E. coli*, *S. aureus* bakterilerine ve *C. albicans* mantarına karşı dirençli olduğu ancak sadece *P. aeruginosa* bakterisine antibakteriyel aktivitesinin olmadığı gözlenmiştir.

Yapılan bu çalışmanın kenevir lifinin ülkemizde yetiştirilmek üzere belirlenen politikanın ürün bacağına desteklemesi hedeflenmektedir. Bu şekilde kenevir lifinin kaba bir lif olması sebebiyle kısa elyaf teknolojisiyle eğrilebilme zorluğunun aşılmasıyla literatürün önünü açacağı ve yeni çalışmalara sebep olacağı öngörülmektedir. Özellikle çevresel kaygıların arttığı günümüzde medikal tekstil ve ev tekstili-otomotiv döşemelik kumaş sektörüne yönelik kumaşlarda antibakteriyel aktivite özelliğinin gümüş gibi ağır metaller kullanılmadan kazandırılması da çevre açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Ali, E. M. M., Almagboul, A. Z. I., Khogali, S. M. E., and Gergeir, U. M. A. (2012). Antimicrobial activity of Cannabis Sativa, L, *Chinese Medicine* 3, 64-64. Doi: 10.4236/cm.2012.31010
- Akaydın, M., Kalkancı, M. (2014). Hastane giysisi olarak kullanılan kumaşların antibakteriyel özellikleri üzerine bir araştırma, *Suleyman Demirel University Journal of Science (E-Journal)*, 9 (1): 20-34.
- Amaducci, S., pelatti, F., Bonatti. (2005). Fibre development in hemp (Cannabis sativa L. as affected by agrotechnique: preliminary results of a microscopic study, *Journal of Industrial Hemp*, Vol 10(1)
- Anonymous, (2016). <http://www.focusdergisi.com.tr/doga/00052/>. Erişim 10.05.2016
- Appendino, G., Gibbons, S., Giana, A., Pagani, A., Grassi, G., Stavri, M., Smith, E., Rahman, M. M. (2008). Antibacterial cannabinoids from Cannabis sativa: A structure-activity study. *Journal of Natural Products*, 71(8), 1427-1430.
- Başer, İ. (2002). *Elyaf Bilgisi*, Marmara Üniversitesi, No:687,21, ISBN:975-400-075-1, İstanbul,53s
- Béçir, W., Mohamed, B.H.,(2018). Industrial cotton waste: recycling, reclaimed fiber behavior and quality prediction of its blend, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 28(1),14-20.
- Carus, M., Sarmiento, L. (2016). the european hemp industry: cultivation, processing and applications for fibres, shivs, seeds and flowers, *European Industrial Hemp Association*.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents, *Clinical Microbiology Reviews* 12(4), 564-582
- Gao, Y., Ma, Y., (2004). The performance of hemp fiber and its applications, *Beijing Textile*, 6, 30–31.
- Gedik, G., Avinç, O. O., Yavaş, A. (2010). Kenevir lifinin özellikleri ve tekstil endüstrisinde kullanımıyla sağladığı avantajlar. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3) 39-48.
- Hemphill, J. K., Turner, J. C., and Mahlberg, P. G., (1980). Cannabinoid content of individual plant organs from different geographical strains of cannabis sativa L., *Journal of Natural Products*, 43(1), 112-122.
- Keller, A., Leupin, M., Mediavilla, V., Wintermantel, E. (2001). Influence of the growth stage of industrial hemp on chemical and physical properties of the fibres. *Industrial Crops and Products*, 13(1), 35-48.
- Khan, B.A., Warner P., Wang, H. (2014). Antibacterial properties of hemp and other natural fibre plants: a review, *Hemp Antibacterial Review, Bioresources*, 9(2),3642-3659.
- Kim, Y., H., Sun, G. (2001). Durable antimicrobial finishing of nylon fabrics with acid dyes and a quaternary ammonium salt, *Textile Research Journal*, 71(4), 318-323.

- Kostic, M. Pejic, B. Skundric, (2008). P. Quality of chemically modified hemp fibers. *Bioresource Technology*, 99, 94–99.
- Latta, R., and Eaton, B. (1975). Seasonal fluctuations in cannabionid content of Kansas marijuna, *Economic Botany* 29(2), 153-163
- Laate, E. A. (2015). Industrial Hemp Seed Production Costs and Return in Alberta, Alberta, Canada: Alberta Agriculture and Forestry Economics and Competitiveness Branch and Food and Bio-Processing Branch. <https://open.alberta.ca/publications/industrial-hemp-seed-production-costs-and-returns-in-alberta#detailed>
- Lawal A.S., Nkeonye P.O. and Anandjiwala R.D.(2011). Influence of spindle speed on yarn quality of flax/cotton blend. *The Open Textile Journal*, 2011 4, 7-12
- Liu, Y., Xu, R. C., Zhang, Y. P. (2011). Development of fabric knitted by hemp/cotton *Advanced Materials Research*, 332-334, 667-671.
- Lone, T. A., Lone, R. A., (2012). Extraction of cannabinoids from Cannabis sativa L. plant and its potential antimicrobial activity. *Universal Journal of Medicine and Dentistry*, 1(4), 51-55.
- Made-By. (2013). Environmental Benchmark for Fibres, (<https://www.commonobjective.co/article/made-by-environmental-benchmark-for-fibres>).
- Mangut M., Karahan, N. (2006). *Tekstil Lifleri*, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Mechoulam, R., Gaoni, Y. (1967). Recent advances in the chemistry of hashish. Fortschritte der Chemie Organischer Naturstoffe (progress in the chemistry of organic natural products/progrès dans la chimie des substances organiques naturelles), *Springer*, pp. 175-213.
- Ncube, N., Afolayan, A., and Okoh, A. (2008). “Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: Current methods and future trends.” *African Journal of Biotechnology* 7(12), 1797-1806.
- Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, (2019), Kenevir Üretimi, pp-25.
- Pamuk, O., (2006). *Cerrahi Personel ve Hastanın Kullanımına Yönelik İşlevsel Medikal Ürünlerin Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 233s.
- Piotrowski, S. & Carus, M., (2010). Natural fibres in technical applications: market and trends *Mussig*.
- Prospects of Hemp fiber for Sustainable Textiles ,(2019). Md. Reajul Islam (PhD Student).
- Ross, S. A., Mehmedic, Z., Murphy, T. P., and ElSohly, M. A. (2000). “GC-MS analysis of the total δ^9 -thc content of both drug-and fiber-type cannabis seeds”, *Journal of Analytical Toxicology* 24(8), 715-717.
- Sabır E.C. (2015). Kompozitler için doğal lif kullanımı, *IV.Uluslararası Polimerik Lifler Sempozyumu*.

- Stankovic S.B., Novakovic, M., Popovic, D.,M, Poparicb, G.B., Bizjak, M. (2019). Novel engineering approach to optimization of thermal comfort properties of hemp containing textiles, *The Journal of The Textile Institute*, 110(9), 1271–1279.
- Tekstil sayfası (2012). <https://tekstilsayfasi.blogspot.com/2012/12/bitkisel-lifler-mikroskop-goruntuleri.html>
- Wasim, K., Haq, I., Ashraf, M. (1995). Antimicrobial studies of the leaf of Cannabis sativa L. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 8(1), 29-38.
- Weying Tao And Timothy A. Calamari (1999). Preparing and Characterizing Kenaf/Cotton Blended Fabrics, *USDA, ARS, Southern Regional Research Center, New Orleans, Louisiana 70179, U.S.A.*
- Yan, Y., Wu, J., Jin, Z., Tao, J. (2016). Performance research of knitted hemp fabric and fuzzy comprehensive evaluation, *9th International Symposium on Computational Intelligence and Design*, 2016.
- Zhou, Y. K., Zhao, L., Zhang, J. C. (2005). Anti – UV property of hemp fiber fabric, *China's fiber and products. Changsha*, 27, 259–263.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk öğrenimini Gaziantep'te 30 Ağustos İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimini Gaziantep İmam Hatip Lisesinde tamamladı. 1997 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenime başladı. 2001 yılında bu bölümden mezun oldu ve Gaziantep Selçuk İplik A.Ş.'de Kalite Güvence Müdürü olarak görev yaptı. 2005'te Gaziantep Çelikaslan Tekstil işletmesinde Kalite Güvence Müdürü olarak görev yaptı. 2009'da Kahramanmaraş Karacasu Tekstil işletmesinde Kalite Güvence ve Proses Şefi olarak göreve başladı, 2015'te Kalite Güvence Müdürü ünvanını aldı. 2018'den bu yana Karacasu Tekstil Ar&Ge Merkezi'nde Ar&Ge Müdürü olarak görev yapmaktadır. 2018'de yine Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği programında yüksek lisansa başladı.