SELÜLOZ ESASLI SÜRDÜRÜLEBİLİR LİFLERDEN ÜRETİLMİŞ KUMAŞLARIN PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Buğçe SEVİNÇ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELÜLOZ ESASLI SÜRDÜRÜLEBİLİR LİFLERDEN ÜRETİLMİŞ KUMAŞLARIN PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Buğçe SEVİNÇ
Orcid No: 0000-0002-6168-4851

Doç.Dr. Serpil KORAL KOÇ

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SELÜLOZ ESASLI SÜRDÜRÜLEBİLİR LİFLERDEN ÜRETİLMİŞ KUMAŞLARIN PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Buğçe SEVİNÇ

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ

Bu çalışmada selüloz esaslı sürdürülebilir liflerinden üretilmiş bazı dokuma kumaşların performansları incelenmiştir. Bu amaçla viskon, pamuk ve bambu/viskon ipliklerden üretilmiş 3 farklı grup kumaş numunesi kullanılmıştır. Her grupta konvansiyonel ve sürdürülebilir liflerden üretilmiş kumaşlar bulunmaktadır. Kumaşların performansları; gramaj tayini; yıkama ve kurutma için boyutsal kararlılık; yıkamaya, suya, terlemeye ve sürtünmeye karşı renk haslığı; yırtılma mukavemeti; çekme mukavemeti; dikiş açma, boncuklanma direnci, aşınma direnci, spiralite, hava geçirgenliği; su buharı geçirgenliği ve eğilme rijitliği testleri ile analiz edilmiştir. Daha sonra sonuçlar sürdürülebilir ve konvansiyonel liflerden üretilen kumaşlar için kıyaslanmıştır.

Çalışmanın sonucunda selüloz esaslı sürdürülebilir ve konvansiyonel liflerden üretilen kumaşların performansları arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Bu çalışmada kullanılan kumaş numuneleri için her iki gruptaki kumaşların da bayan üst giyiminde kullanılabilecek yeterli özellikleri taşıdığı tespit edilmiştir. Maliyet açısından sürdürülebilir lifler konvansiyonellere oranla biraz daha pahalı olsa da, firmalar müşterilerin talepleri doğrultusunda bu alandaki çalışmalarına devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Selülozik lif, pamuk lifleri, viskon lifleri, organik pamuk lifleri, BCI pamuk lifleri, bambu lifleri, sürdürülebilirlik

2022, i + 57 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

PERFORMANCE ANALYSIS OF FABRICS PRODUCED FROM SUSTAINABLE CELLULOSE FIBERS

Buğçe SEVİNÇ

Bursa Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Associate Prof. Dr. Serpil KORAL KOÇ

In this study, the performances of some woven fabrics produced from cellulosic sustainable fibers were investigated. For this purpose, 3 different groups of fabrics produced from viscose, cotton and bamboo/viscose yarns were used. Each group contained fabrics produced from conventional and sustainable fibers. Performances of fabrics were determined by dimensional stability for washing and drying; color fastness to washing, water, perspiration and crocking; tear strength; tensile strength; seam strength; pilling resistance; abrasion resistance; spirality; air permeability; water vapor permeability and bending stiffness tests. The results were compared to fabrics produced from conventional fibers.

As a result of the study, no significant difference was observed between the performance analyses of fabrics produced from cellulose-based sustainable and conventional fibers. Considering the samples used in this study, it can be concluded that the fabrics in both groups had sufficient properties to be used in women's clothing. Although sustainable fibers are slightly expensive than conventional ones, companies continue to work in this field due to the demands of the customers.

Keywords: Cellulose fiber, cotton fibers, viscose fibers, organic cotton fibers, BCI cotton fibers, bamboo fibers, sustainability

2022, ii + 57 pages

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında selüloz esaslı sürdürülebilir liflerden üretilmiş kumaşların performanslarının incelenmesi istenmiştir.

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulunduran, çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında ve yürütülmesinde desteğini esirgemeyen, tecrübelerinden yararlandığım ve kendi yönlendirmeleri ile tez çalışmamı bilimsellik ışığında oluşumunu sağlayan değerli hocam Doç.Dr. Serpil KORAL KOÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak desteklerini benden esirgemeyen annem, babam ve abime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmaların sırasında bana sabrını ve desteğini esirgemeyen eşime çok teşekkür ederim.

Buğçe SEVİNÇ

18/02/2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ viii
1.GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
2.1. Sürdürülebilir Elyaf Tiplerinin Gelişimi 3
2.2. Sürdürülebilir Viskon ve Pamuk Liflerinin Tanımı ve Önemi 6
2.3. Sürdürülebilir Viskon Lifleri 6
2.4. Sürdürülebilir Pamuk Lifleri 8
2.4.1. Organik pamuk üretimi 9
2.4.2. BCI (Better Cotton Initiative) üretimi 11
2.5. Sürdürülebilir Ürünler İçin Oluşturulan Standartlar 13
2.5.1. C2C sertifikası 13
2.5.2. SAC-HIGG indeks 14
2.5.3. GOTS sertifikası 15
2.5.4. BCI sertifikası 15
2.5.5. OCS sertifikası 17
2.5.6. ECOVERO sertifikası 19
2.5.7. OEKO-TEX standart 100 20
2.5.8. FSC (bamboo) sertifikası 21
2.5.9. GRS sertifikası 24
2.5.10. EU sertifikası 27
2.6. Kumaşların Performans Özelliklerinin Belirlenebilmesi İçin Kullanılan Testler 28
2.6.1. Hava geçirgenliği testi 29
2.6.2. Su buharı teçirgenliği testi 30
2.6.3. Eğilme rijitliği testi 31
2.6.4. Birim alan başına kütle ölçümü 31
2.6.5. Yıkama ve kurutma için boyutsal kararlılık ve 1 yıkama sonrası 31
2.6.6. Yıkamaya karşı renk haslığı 31
2.6.7. Suya ve terlemeye karşı renk haslığı 31
2.6.8. Sürtünmeye karşı renk haslığı 32
2.6.9. Yırtılma mukavemet testi 32
2.6.10. Çekme mukavemet testi 32
2.6.11. Dikiş açma-kayma mukavemet testi 32
2.6.12. Boncuklanma-aşınma direnci 32
2.6.13. Spiralite testi 33
2.7. Literatür Çalışmaları 34
3. MATERYAL ve YÖNTEM 35
3.1. Materyal 35
3.2. Yöntem 36
3.2.1. Hava geçirgenliği testi 36
3.2.2. Su buharı geçirgenliği testi 38

3.2.3. Eğilme rijitliği testi 39
3.2.4. Kumaş gramajı ölçümleri 40
3.2.5. Yıkama ve kurutma için boyutsal kararlılık 40
3.2.6. Yıkamaya karşı renk haslığı 40
3.2.7. Suya ve terlemeye karşı renk haslığı 40
3.2.8. Sürtünmeye karşı renk haslığı 40
3.2.9. Yırtılma mukavemet testi 41
3.2.10. Çekme mukavemet testi 41
3.2.11. Dikiş açma-kayma mukavemet testi 42
3.2.12. Boncuklanma direnci ölçümü 42
3.2.13. Aşınma direnci ölçümü 42
3.2.14. Spiralite (dönme) testi 43
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 44
4.1. Kumaşlara Uygulanan Testlerin Sonuçları 44
4.2. Kumaş Numunelerinin İpliklerinin Maliyetleri 50
5. SONUÇ 52
KAYNAKLAR 53
ÖZGEÇMİŞ 57

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
B	Eğilme rijitliği
Pa	Basınç
I	Su buharı iletkenlik indeksi
%p	Bağıl su buharı geçirgenliği
Ret	Su buharı direnci
P	Su buharı geçirgenliği
q_s	Isı kaybı
q_0	Sıfırlanan ısı akış değeri
W	Kumaş gramajı
G_0	Kumaşın genel eğilme rijitliği
Ga	Atkı yönlü eğilme rijitliği
$Gç$	Çözgü yönlü eğilme rijitliği
%CV	Varyasyon katsayısı
%RH	Bağıl nem
den	Denye
Rct	Isıl dayanım

Kısaltmalar	**Açıklama**
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı (The United Nations Environment Program)
GOTS	Global Organik Tekstil Standardı
USEPA	Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency)
CTR	Tekstil Geri Dönüşüm Kurumu (Council for Textile Recycling)
FSC	Orman Yönetim Konseyi (Forest Stewardship Council)
GRS	Küresel Geri Dönüşüm Standardı (Global Recycling Standard)
BCI	İyi Pamuk Girişimi (Better Cotton Initiative)
EU	Avrupa Birliği Eko etiketi (EU Ecolabel)
OCS	Organik İçerik Standardı
EC	Ecovero
OR	Organik
IPUD	İyi Pamuk Uygulamaları Derneği
C2C	Cradle to Cradle Certified
TE	Textile Exchange
AB	Avrupa Birliği
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
ISO	Uluslararası Standartlar Örgütü
SAC-HIGG indeks	Sürdürülebilir Giyim Koalisyonu(Sustainable Apparel Coalition)

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Organik pamuğun üretim aşamaları……	10
Şekil 2.2.	C2C sertifikasının logosu...……...…….	14
Şekil 2.3.	BCI üretim sertifikasyon süreci……..	16
Şekil 2.4.	BCI üretim bölgeleri……	16
Şekil 2.5.	BCI logosu……...	17
Şekil 2.6.	OCS etiketi……...……..	18
Şekil 2.7.	Ecovero etiketi……..……...	19
Şekil 2.8.	OEKO-TEX sertifika logosu……...	21
Şekil 2.9.	FSC sertifika logosu…….……...	22
Şekil 3.1.	Çalışmada kullanılan numunelerin görüntüleri; a)A1, b)A2, c)B1, d)B2, e)B3, f)C1, g)C2 ……...	36
Şekil 3.2.	Hava geçirgenliği test cihazı ……...	37
Şekil 3.3.	Permetest cihazının ölçüm mekanizması ……..……..	39
Şekil 3.4.	Permetest ölçüm cihazı……	39
Şekil 3.5.	Elmatear marka yırtılma mukevemet test cihazı.....	41
Şekil 3.6.	Tinius Olsen model test cihazı …...…….	42
Şekil 3.7.	Martindale test cihazı ……..	43
Şekil 4.1.	Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerleri.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 2.1.	Konvansiyonel pamuk ve organik pamuğun üretim aşamalarının kıyaslanması.....	11
Çizelge 3.1.	Çalışmada kullanılan kumaşların özellikleri…….....	35
Çizelge 3.2.	Hava geçirgenliği testlerinde kullanılan standartlar.....	37
Çizelge 4.1.	Kumaş numunelerinin hava ve su buharı geçirgenliği test sonuçları……	44
Çizelge 4.2	Kumaş numunelerinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği test sonuçları……	46
Çizelge 4.3	Kumaşların gramaj tayini ve boyutsal kararlılık test sonuçları..	47
Çizelge 4.4	Kumaş numunelerinin renk haslığı test sonuçları.....	48
Çizelge 4.5	Kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti, kopma mukavemeti ve dikiş açma direnci değerleri…….....	49
Çizelge 4.6	Kumaş numunelerinin boncuklanma ve aşınma direnci test sonuçları……	49
Çizelge 4.7	Kumaş numunelerinin spiralite test sonuçları.....	50
Çizelge 4.8.	Kumaş numunelerinin üretiminde kullanılan ipliklerin fiyatları	51

1. GİRİŞ

Günümüzde çoğu alanda olduğu gibi tekstil sektöründe de hızlı bir tüketim yaşanmaktadır. Alınan tekstil ürünlerinin kullanım süreleri ve trendleri çok hızlı bir şekilde değişmektedir. Yapılan araştırmalar, üretilen her 5 tekstil ürününden 3'ünün her yıl çöpe gittiğini, dolayısıyla dünyadaki atığın %4'ünü tekstil ürünlerinin oluşturduğunu göstermektedir.

Çevre bilincinin gelişmesiyle ortaya çıkan sürdürülebilirlik kavramı tekstil sektöründe de her geçen gün önem kazanmaktadır. Dünyaca ünlü tekstil ve hazır giyim şirketleri için sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi öncelikli kriterler arasına girmiştir. Bu kriterler arasında sürdürülebilir ürünler, sürdürülebilir üretim ve yönetim, sosyal sorumluluk gibi alt basamakların benimsenmesi gerekmektedir. Daha fazla tekstil atığı oluşturmamanın ve sosyal sorumluluk adı altında gerçekleşen üretim yöntemlerinin kullanılması önem kazanmıştır.

Selüloz esaslı liflerden üretilen kumaşlar üst giyimde özellikle tercih edilmektedir. Sürdürülebilir tekstil lifleri alanında yapılan çalışmalar sonucunda çevreye duyarlı, sürdürülebilir selüloz esaslı liflerin üretim ve kullanımlarında da belirgin bir artış meydana gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı; tekstil sektöründe sürdürülebilirlik kavramı ve bu alanda kullanılan sertifikasyon sistemleri ile ilgili bilgi vermek ve selüloz esaslı sürdürülebilir viskon ve pamuk liflerinden üretilmiş kumaşların performanslarını incelemektir. Bu amaçla kumaşlara gramaj tayini; yıkama ve kurutma için boyutsal kararlılık; yıkamaya suya, terlemeye ve sürtünmeye karşı renk haslığı; yırtılma mukavemeti; çekme mukavemeti; dikiş açma-kayma, boncuklanma direnci, aşınma direnci, spiralite, hava geçirgenliği; su buharı geçirgenliği ve eğilme rijitliği testleri uygulanmış ve sonuçlar aynı üretim parametreleri ile konvansiyonel viskon ve pamuk liflerinden üretilmiş kumaşlarla kıyaslanmıştır.

Üreticiler için en önemli kriterlerden biri de maliyettir. Bu nedenle tezin bulgular ve tartışma bölümüne, çalışmada kullanılan sürdürülebilir ve konvansiyonel selüloz esaslı ipliklerin ortalama fiyatları ile ilgili bir bölüm de eklenmiştir.

Bu yüksek lisans tezinin, tekstil alanında her geçen gün önem kazanan sürdürülebilirlik çalışmaları, sürdürülebilir liflerden üretilen selüloz esaslı kumaşların performans özellikleri ve maliyetleri ile ilgili faydalı bir kaynak olacağına inanılmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sürdürülebilir Elyaf Tiplerinin Gelişimi

Son yıllarda Dünya nüfusundaki artış ile tekstil sektöründeki hızlı tüketim doğru orantılı olarak etkilenmiştir. Toplam tekstil ve hazır giyim üretiminin yıllık 80 milyon tonun üzerinde olduğu bilinmektedir. Moda sektörünün de hızlı koleksiyon yapmasıyla beraber tüketicilerin tüketim çılgınlığı denilen hastalığa yakalanması kaçınılmaz olmuştur. Modanın değişmesi ile tüketici taleplerine hızlı ve ucuz çözümler getirmek amacı ile yeni üretim metotları ortaya çıkmıştır. Üretim az gelişmiş, düşük, üretim maliyetli ülkelere kaymış ve sonuçta tedarikçilerin işçilik ve ekolojik faktörlere olan güveni ve bu faktörleri denetlemesi zorlaşmıştır. Bu zorluk beraberinde sürdürülebilirlik problemlerini ortaya çıkarmıştır (Eser, Çelik, Çay ve Akgümüş, 2016, s. 45).

Sürdürülebilirlik; "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yetenekleri ile uygunsuzluk oluşturmaksızın, bugünün ihtiyaçlarının karşılanması" olarak tanımlanabilir (Eser ve diğerleri 2016). Bu kapsamda sürdürülebilirlik, gelişen modaya rağmen doğal kaynaklarımıza zarar vermeden ve yenilenebilir kaynaklar ile üretim metotlarına dikkat ederek, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını dikkate alarak ve kalkınmaya yardımcı olarak ilerlemek anlamını taşımaktadır.

Gelişen tekstil hazır giyim sektörü ile ilgili birçok ileriye dönük tahminleme yapılmıştır. Bu tahminlemelerden birinde dünyadaki toplam elyaf üretiminin yıllar içerisindeki değişimi ve geleceğe ilişkin trendi incelenmiştir. Sonuçta, toplam lif üretiminin her yıl %3,7 artış sergileyeceği öngörülmüştür. Dünya pazarına bakıldığında sentetik liflerin (özellikle poliester lifleri) doğal liflere kıyasla daha fazla üretildiği görülmektedir (Eser ve diğerleri, 2016). Sentetik liflerin ana hammaddesi de yenilenemez bir kaynak olan petroldür. Bu durum hem tüketici hem de üretici için olumsuz çevre faktörleri sunmaktadır. Doğal ve sentetik elyaf türlerinin çevreye olan etkileri kıyaslandığında doğal liflerin de kendine özgü üretim prosesleri sırasında yüksek miktarda doğal kaynak sarfı yapmalarına rağmen sonuç olarak geri dönüştürülmüş veya organik üretim yöntemleri ile üretilmiş liflerin daha çevre dostu lifler olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca konvansiyonel üretim yöntemleri ile üretilen liflerin daha az çevre dostu olduğu

gözlenmiştir (Eser ve diğerleri, 2016). Birleşmiş Milletler Çevre Programı (The United Nations Environment Programme –UNEP), 2011 yılı raporunda doğal kaynak tüketiminin 2050'ye gelindiğinde günümüzdeki tüketimden üç kat daha fazla olacağını öngörmüştür (Vadicherla ve Saravanan, 2014). Lif üreticilerinin giderek artan çevresel sorunlara ve geri dönüştürülemeyen atıklara karşı önlem almaları önem kazanmıştır. Bu nedenle daha çevre dostu bir üretim için, sürdürülebilir malzemelerden ve sürdürülebilir kaynaklardan yararlanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir elyafların üretilmesi ve çevre dostu üretim yöntemlerine yönelinmesi gerekmektedir (Azizağaoğlu ve Aksu, 2018, s. 262).

Doğal kaynakların tükenmemesi için atılan adımlar arasında en önemlisi her alanda sürdürülebilirliğin benimsenmedir. Hazır giyim sektöründe gerek üretim sırasında kullanılan yenilenemeyen enerji kaynakları (örn. kömür, doğalgaz, benzin), gerekse de tüketicilerin ürünlerin temizlenmesi için kullandıkları petrokimyasal deterjanların çevreye verdiği zararlar çok fazladır. Bu sebeple insan kaynaklı birçok çevresel değişim söz konusudur. Tekstil ürünlerinde kullanılan kimyasallardan ve üretim prosesi sırasında gerçekleşen olumsuzluklardan sonra son yıllarda sürdürülebilir elyafların da üretimi önem kazanmış ve bu konuda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Türkiyede organik ürün üretilmesine olanak sağlayan bütün alt yapılar mevcuttur. Ayrıca, Türkiye ürünleri kendi bünyesinde üretebilecek ve işleyebilecek sanayiye sahip ve coğrafi açıdan organik ürün talep eden birçok ülkeye yakın olmasından dolayı avantajlıdır. Buna rağmen üreticilerin benzer üretim koşullarına bağlı olarak benzer ürünler üretmelerinden dolayı rekabet başka yönlere kaymıştır. Pazarlama ve marka yöneticileri bu rekabet stratejilerini organik ve sürdürülebilir ürünlere yöneltmeleri ile birlikte tüketiciler de bu ürünleri talep etmeye başlamışlardır. Tüketicilerin bu ürünleri tanıyabilmeleri ve güvenilirliğinden emin olabilmeleri için ürünlerin organik olduğunu sertifikalandırmak için bazı uluslararası standartlar bulunmaktadır. Bu standartlar firmaların hem uluslararası pazarda konumunu belirleyebilmeleri hem de tüketicilerin ürünlere güvenmeleri açısından çok önemlidir. En iyi bilinen standartlardan birisi Global Organik Tekstil Standardı (GOTS)'dır. Bu standart ile amaçlanan; tekstil ürününün

hammaddesinden etiketlenmesine kadar olan tüm üretim proseslerinde, insan ve çevre sağlığını etkilemeyen, sosyal sorumluluk kapsamında üretilmiş olmasıdır.

Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency – USEPA) tekstil atıklarının çöplük alanlarının %5'ini kapladığını, tekstil geri dönüşüm endüstrisinin ise tekstil atıklarının yılda sadece %15'ini geri dönüştürebildiğini ve geri kalan %85'lik bölümünü çöplüklere gönderdiğini belirtmektedir. Tekstil Geri Dönüşüm Kurumu (Council for Textile Recycling – CTR) dahil birçok organizasyon, tekstil atıklarına ilişkin farkındalık yaratmak amacıyla çalışmaktadır ve 2037 yılına gelindiğinde çöplüklerde hiç tekstil atığı olmamasını hedeflemektedir (Eser ve diğerleri, 2016). Yeni yeni üretilen ürünlerde bazı ekolojik etiketlerin ortaya çıkması ile tüketiciler artık bu etiketlere dikkat ederek alışveriş yapmaktadır. Geri Dönüştürülmüş Ürünler İçin Etiketler (FSC), Orman Yönetim Sistemi (GRS), Küresel Geri Dönüşüm Standardı (Global Recycling Standard), Textile Exchange kâr amacı gütmeyen tekstilde sürdürülebilirliği amaçlayan kuruluşlardır.

Bluesign denilen bir başka belgelendirmede üretim prosesleri, enerji girdileri ve hava emisyonu incelenmektedir. Bu belgelendirme sistemi üretim şeklinin ekotoksikolojik açıdan doğru bir şekilde uygulanmasını istemektedir. Günümüzde birçok önemli tekstil firmasında bu belgelere yönelik adımlar atılmıştır. İstenen belgeler arasında Ecovero, BCI, Oeko-Tex, GRS, FSC, Bamboo, Gots gibi sertifikalar yer almaktadır. İlk çevre dostu üretim yapan firma Levi's olmuştur. Ürün grubunu Levi's Eco® adı altında organik ve geri dönüştürülmüş pamuktan üreterek oluşturmuştur (Eser ve diğerleri, 2016). Bu hareketi H&M, Adidas, Esprit, Puma gibi birçok firma desteklemiş ve ürünlerinde sürdürülebilir kumaşları kullanmışlardır. Tüketicilerin de bu etiketlemelere dikkat etmeleri son yıllara göre daha çok artmıştır. Bunun en önemli sebebi tüketicinin çevreye karşı duyarlılığının artması ve bilinçlenmesidir. Doğal kaynakların gittikçe azalmasıyla birlikte önlem alınmaya çalışılması üreticiler için önem kazanmaya başlamıştır.

2.2. Sürdürülebilir Viskon ve Pamuk Liflerinin Tanımı ve Önemi

Tekstil endüstrisi, değişmenin yollarını aramaya ve popüler olan "sürdürülebilirlik" sözcüğü adı altında ekolojik girişimlerde bulunulmaya başlamıştır.

Viskon lifleri poliester gibi sentetik liflere göre daha sürdürülebilir bir alternatiftir. Bitkilerden elde edilir ve doğası gereği kirletici etkisi yoktur. Viskonun hammaddesinin doğadan elde edilmesine rağmen, üretim yönteminden kaynaklan bazı çevresel kirletici etkileri bulunmaktadır. Daha sürdürülebilir ve çevreye olumsuz etkisi çok daha az olan yeni üretim yöntemleri geliştirilmektedir.

Pamuk lifleri, pamuk bitkisinin kozalarının işlenmesi ile elde edilir. Tüketilen tüm lifler içerisindeki payı %28'dir. Ülkemiz için pamuk elyafının önemli bir yeri vardır. Üretilen ürün hem pamuğun çeşidine hem de üretimin yapıldığı çevresel koşullara bağlıdır. Ülkemizde pamuğun üretimi en çok Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Ege bölgesi olarak üç bölgede yapılmaktadır. Sürdürülebilir doğa dostu üretim için pamuğun da sürdürülebilir halde üretilmesine ihtiyaç vardır. Dünyada Çin, Hindistan, ABD, Tanzanya ve Türkiye'nin de içinde olduğu yaklaşık 20 ülkede 150.000 ton organik pamuk üretilmektedir (Çopur, 2018, s. 17). Ancak bu rakam toplam pamuk üretimi içerisinde çok küçük bir değerdir. Organik pamuğun verimi düşük olması nedeniyle sürdürülebilir bir yaklaşım olan Better Cotton Initiative (BCI) yani İyi Pamuk Girişimi başlamıştır. Daha iyi pamuk üretiminin amacı; pamuk tedarik zincirini tespit ederek ve denetleyerek, pamuk üretiminde çevresel, sosyal ve ekonomik boyuta dikkat edilerek sürdürülebilir üretim yapmaktır. Günümüzde BCI'lı üretimin hızla devam etmesinin başlıca sebebi tüketicilerin ve üreticilerin aynı zamanda dünyaca ünlü markaların BCI pamuğunu desteklemeleri ve koleksiyonlarında kullanmalarıdır. Doğal kaynakların devamlılığı için BCI pamuğunun desteklenmesi gerekmektedir.

2.3. Sürdürülebilir Viskon Lifleri

Lenzing firması viskon liflerinin üretimindeki sınırlamaları dikkate alarak sürdürülebilir pazar için daha temiz ve çevreye duyarlı viskon lifi üretimi girişiminde bulundu.

Ecovero adını verdikleri lif cinsi ile çevreye daha duyarlı, yüksek standartlarda, daha sürdürülebilir ve yenilenebilir ağaç kaynaklarından elde edilen bir viskon lifi üretmeye başladı. Bu lif, normal viskon liflerinin üretim yöntemi ile benzer özellik gösterse de en önemli özelliği sürdürülebilir doğal kaynaklardan elde edilmesidir.

Ecovero; sürdürülebilir ve sertifikalı ağaç ve hamurdan elde edilir. Hammaddenin üretilmesinden, satışından, mamul halinden imha olana kadarki döngüde dahi üzerindeki Avrupa Birliği Eko etiketi (EU Ecolabel) ile denetlenebilir. EU standartlarını çok sıkı bir şekilde takip eden Lenzing, Ecovero lifini sürdürülebilir ağaçlardan elde etmektedir. Firma, sürdürülebilir ağaç ve orman politikasını izleyebilmek için her kesilen ağacın yerine yenisini koyabilmek ve çevreye duyarlı üretim yaptığını belgelemek için FSC (Forest Stewardship Council) belgesi ile liflerini güvence altına almıştır. FSC'nin ana kuruluş amacı tüm dünyadaki orman kaynaklarının doğru şekilde idare edilmesini sağlamak ve bununla ilgili metotları belirlemek, standartları bildirip bu standartlar altındaki akredite olmuş kuruluşları denetlemektir. FSC belgesi sayesinde ürünler FSC etiketine sahip olurlar ve bu etiket sayesinde daha güvenli kullanılırlar. Bu etiket, mevcut orman ürünlerinin yasal ve gelecek nesillere sağlıklı bir şekilde devredilmesinin göstergesidir. Ayrıca uluslararası tanınma ve prestij göstergesi için gerekli bir belgedir. Sürdürülebilirlikte şeffaflık ve izlenebilirliğin önemli olması nedeniyle, Ecovero liflerini nihai ürüne kadar bile net bir şekilde tespit edilebilen ve böylece satın alınan ürün ile alakalı hiçbir güvensizlik bırakmayan bir izlenebilirlik söz konusudur. Bu liflerin en önemli avantajlarından bir başkası da jenerik viskona göre %50'ye varan oranda daha düşük su ve emisyon sağlamasıdır (Anonim, 2020a)

Ecovero liflerinin en önemli avantajları;
*Daha düşük su ve emisyon etkisi,
*Sürdürülebilir ormanlardan ağaç ve hamur üretimi,
*Daha şeffaf tedarik zinciri ile nihai üründe izlenebilirlik,
*Çevreye karşı duyarlı olan EU etiketi taşıması, olarak özetlenebilir.

2.4. Sürdürülebilir Pamuk Lifleri

Tekstil sektöründe en fazla kullanılan liflerden biri pamuktur. Pamuk lifleri hem tekstil sektöründe hem de diğer sektörlerde dünyanın birçok farklı bölgesinde uzun yıllardan beri yetiştirilip kullanılmaktadır. Özellikle tekstil sektöründe büyük bir istihdam sağlayarak yaygın olarak kullanılmakta ve yüksek stratejik bir öneme sahiptir. Türkiye, yetiştirilen yüksek kapasiteli ve kaliteli pamuk lifleri sayesinde tekstil ve giyim üretiminde dünyaya önemli bir katkı sağlanmaktadır.

Pamuk yetiştiriciliğinde önemli olan çevresel faktörler bakımından Türkiye olumlu çevresel şartlar sağlayan sıcak iklimlere sahiptir. Pamuk tarımı özellikle Ege, Çukurova, Güneydoğu Anadolu ve Antalya bölgelerinde yapılmaktadır. Tekstil sektöründeki çevresel sorunlar; doğal liflerin yetiştiriciliğinde kullanılan kimyasallar ile fazla miktarda su ve sentetik lif üretimindeki emisyonlar ile ortaya çıkmıştır. Pamuk üretiminde kullanılan zararlı kimyasallar ve geri dönüştürülemeyen aşırı su tüketimi nedeni ile ekolojik sorunlar artmaya başlamıştır. Liflerin üretiminde kullanılan kimyasallar daha sonra uzaklaştırılarak suya atık olarak geçmekte ve boşaltılan zehirli kimyasallar sudaki oksijen oranını düşürmektedir. Daha bir dizi işlem ile (boyama, baskı vb.) nihai ürün üzerine aktarılan kirliliğe yol açan kimyasallar ile birlikte koku da eklenerek yaşamı tehdit eden unsurlar ortaya çıkmaktadır. Pamuk yetiştiriciliğinde en önemli sorunlar; enerji tüketimi, hava kirliliği, katı atık ve kötü koku oluşumudur. Bu çevresel sorunlar sebebi ile geleneksel pamuk yetiştiriciliği yerini zamanla, sürdürülebilir pamuk ve bu pamuğun yetiştirilmesine bırakmaya başlamıştır.

Ekolojik kaynaklar için organik pamuk üretimi son derece önemlidir. Sürdürülebilirlik için, üretilen ürünlerin çevreye, insana ve ekonomiye karşı katkı sağlayacak özellikte olması gerekir. Günümüzde sürdürülebilirlik kapsamında yeşil tekstiller, organik tekstiller, ekolojik tekstiller, ekolojik tasarım, çevre için tasarım, sürdürülebilir tasarım (Design for Sustainability- D4S), yaşam döngüsü değerlendirmesi- YDD (Life Cycle Assessment- LCA)", gibi birçok kavram ortaya atılmıştır (İşmal ve Yıldırım, 2012, s. 009).

2.4.1. Organik pamuk üretimi

Doğal bir lif olan pamuk lifinin doğaya çabuk karışmasına rağmen üretiminde kullanılan pestisitin, sudaki canlılardan yer altı sularına kadar olumsuz etki etmesi nedeni ile avantajlı olan durumu dezavantaja dönüşmüştür. Her ne kadar sentetik liflerden olan poliesterlere göre daha kısa sürede bozulmayı gerçekleştirebilse de üretim şartları, pamuk liflerinin çevreci yönünü azaltmaktadır. Sürdürülebilir çevre dostu pamuk yetiştiriciliği için yeni üretim yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Organik tekstil malzemesi denildiğinde, üretiminin organik standartlara göre yapıldığı anlaşılmaktadır. Organik pamuk, tekstil sektöründe, küresel pamuk üretiminin %1'inden daha az bir miktarını oluşturmakta ve üretimin büyük bir bölümü Hindistan ve Çin merkezli yapılmaktadır. Bu ülkeler Dünya'nın itici güçleri ve kaynaklarıdır. Organik pamuğun üretim miktarı düşük olsada, bu üretim sisteminin toprağa, suya ve biyoçeşitliliğe olan olumlu etkileri nedeniyle artması beklenmektedir. Organik pamuk genetik olarak modifiye edilmemiş doğal bitkilerden, böcek ilacı, kimyasal ve sentetik gübre, toksik pestisitler veya genetiği değiştirilmiş tohumlar gibi zararlı toksik maddeler kullanılmadan üretilir. Ürünü yetiştirirken topraktaki verimlilik arttırılır ve biyoçeşitlilik korunur. Sürdürülebilir organik üretim için sadece belirlenen standartlara uygun maddeler kullanılmalıdır.

Organik üretim yapabilmek için öncelikle buna karar vermek daha sonrasında da sertifikasyon için başvurmak gereklidir. Sertifikasyon ile birlikte üretim için en doğru alan belirlenir ve organik doğal tohumdan üretim yapılır. Tohum üretiminden nihai ürüne kadar olan süreçte bu devam eder. Organik üretilen pamuklar; taşıma, çırçırlama, depolama ve nihai üründe kullanılma gibi tüm aşamalarda geleneksel pamuktan ayrı tutulur ve ayrı yerde işlem görür. Aynı türdeki organik ve konvansiyonel elyaflar birbirlerine karışmamalıdır. Sürdürülebilirlik standardı ile üretilmiş ürünler her zaman ayrı yerde tutulur ve karıştırılmaz. Ayrıca bir ürünün organik olabilmesi için ürün içerisinde en az %30 oranında organik ürün bulunmalıdır. Üreticilerden herhangi bir talepte bulunulmadan önce, tedarik zinciri açısından dikkat edilmesi ve uyulması zorunlu ilkeler vardır. Ürünlerin tedarik ve kontrol sırasındaki belgesi ve etiketi olmalıdır. Küresel Organik Tekstil Standardı (GOTS) ve Organik İçerik Standardı (OCS), saklama ve tedarik zinciri için kullanılan standartlardır. Bu standartlar ile üretimin yapıldığı yerin organik şartlara uygunluğu ve yetiştirilen ürünün organik malzeme yapısında olmasını

izlenebilir. 2016 yılında organik pamuğu kullanan firmalar arasında C&A, H&M, Tchibo, Nike, Inditex gibi markalar bulunmaktadır. Ürünün tüketiciler tarafından satın alma güvencesi için sertifikasyonlara ihtiyaç duyulmuştur. OCS ve GOTS gibi standartlar ile hem tüketici hem de üretici ürününü güvence altına alır.



Şekil 2.1. Organik pamuğun üretim aşamaları

Organik pamuk üretimine bakıldığında geleneksel pamuktan önemli bir farkının olmadığı görülür (Şekil 2.1, Çizelge 2.1). Geleneksel pamuklar için geçerli olan kriterler organik pamuklar için de geçerlidir. Bir üründe bulunan lifin organik olup olmadığından emin olabilmek için tüm ürünler OCS ve GOTS sertifikalarına sahip olmalıdır.

Organik pamuk liflerinin sürdürülebilirlik açısından önemli yararları;

*Çevre dostudur,

*Doğal organik üretim standardına göre üretildiği için su ve toprak kirliliğini azaltır,

*Toksik kimyasal ürün içermediği için biyoçeşitliliği korur,

*Tuşeye etkisi olumludur,

*Tıbbi tekstil kullanımı için uygundur,

*İnsan vücuduna etkisi olumludur, tahrişe neden olmaz,

*Üretim yönteminden dolayı kanserojen değildir,

*Organik pamuk, pamuk lifinden beklenen tüm performans özelliklerini karşılamaktadır.

Çizelge 2.1. Konvansiyonel pamuk ve organik pamuğun üretim aşamalarının kıyaslanması (Kalkancı, 2017, s. 19)

Yöntem	Konvansiyonel Pamuk	Organik Pamuk
Tohum hazırlama	Tohumlar fungisitler ile işleme alınır ve genetiği değiştirilmiş organizma tohumlarını kullanılabilir.	Kimyasal ile işlenmemiş tohumlar kullanılmaktadır ve genetiği değiştirilmiş organizma tohumları kullanılmaz.
Toprak ve su ile ilgili işlemler	Sentetik gübre uygulaması yapılmaktadır. Toprak kaybı söz konusu olup, yoğun sulama gerektirmektedir.	Mahsul çevirme yöntemiyle güçlü bir toprak zemin oluşturur. Zeminde artan organik maddeler nedeniyle topraktaki su korunur ve daha verimli bir şekilde kullanılabilir.
Yabani ot kontrolü	Yabani ot çimlenmesini önlemek için toprağa sürekli olarak herbisit uygulanmaktadır.	Kimyasal işlemlerden ziyade yabani otların uzaklaştırılmasında çapa ile veya elle yabancı otları kontrolü sağlanır.
Haşere kontrolü	Böcek öldürücüler ve pestisitler yoğun şekilde kullanılır. Genellikle havadan püskürtme yöntemi kullanıldığı için pamuk ekimi yapılan alanlara komşu olan bölgelerdeki doğal yaşama zarar verilmektedir.	Korunan toprak yapısı sayesinde zararlı böcekler ile bu zararlıları yok eden diğer böcekler arasında sağlıklı bir bir denge sağlanır. Zararlı böcekleri yok etmek için yararlı böcekler, biyolojik ve kültürel uygulamalar kullanılmaktadır.
Hasat	Toksik kimyasallarla yapraklar dökülmektedir.	Çoğunlukla yaprak dökümü için mevsimlik dondurma yöntemi kullanılmaktadır.

2.4.2. BCI (Better Cotton Initiative) üretimi

Pamuk üretimi 250 milyondan fazla insanın geçimini sağlamaktadır. Günümüzde yetiştirilen pamuğun insanı ve çevreyi dikkate alarak üretilen kısmı %25 oranından daha azdır. Bu oran çok düşük olduğu için yeni üretim metotları ortaya çıkmıştır. BCI yani Better Cotton Initiative, pamuk üretiminin gelenekselliğini bırakıp sürdürülebilirlik standardını arttırmak ve geleneksel pamuk fiyatından bir fark olmadan üretmek ve satışını gerçekleştirmek amacı ile çok paydaşlı bir girişimdir. Organik pamuk verimi düşük olduğu için istenen hedeflere ulaşamamıştır. Bu nedenle yeni yaklaşım modeli BCI üretim

uygulamaları geliştirilmiştir. BCI, organik pamuktan sürdürülebilir veya daha iyi pamuk üretimine geçiş imkânı sağlar. BCI üretimi, pamuğu üreten insanlar için iyi, çevre, toprak ve sektörün geleceği için daha iyi bir üretim şeklindeki misyonunu benimsemiştir (Anonim, 2020b).

Daha iyi pamuk anlamını taşıyan BCI, çiftçilerin bilgi paylaşımının desteklenmesini ve küçük çiftçilerin örgütlenmesini ve pazara daha adil bir şekilde ulaşabilmesi için fırsat oluşturur. Geleneksel pamuk üretimini benimsemeyen, sürdürülebilir pamuk üretiminin dünya çapında artmasına neden olur. Son yıllarda üretilen pamuğun BCI özellikte olmasına dikkat eden markaların sayısı artmıştır. BCI pamuk, dünya pamuk üretiminin %16'sını kapsamakta ve 2016 yılı itibari ile 5 kıtada, 20 ülkede gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2020c).

Türkiye'de de son yıllarda BCI pamuk üretimi alanında önemli gelişmeler olmuştur. Önde gelen kurumlar ile 2011 yılında başlanılan görüşmeler sonucunda 2013 yılında İyi Pamuk Uygulamaları Derneği (IPUD) kurulmuştur. IPUD'un kurulma amacı BCI üretimi yaparken belli standartlar çerçevesinde sunulan temel konulardaki toprak, ürün verimliliği, doğru ve bilinçli tarım, gerekli miktarda su ve ilaç kullanımı, yasal ilaç kullanımı, işçi sağlığı ve güvenliği, çocuk işçi çalıştırılmasının önlenmesi gibi konularda üreticinin bilinçlenmesini sağlamaktır. Türkiye'de ilk olarak 2013 yılında üretimine başlanmıştır ve üretim günümüzde artarak devam etmektedir (Anonim, 2020d).

BCI pamuk üretiminin klasik üretimle yetiştirilen pamuktan farkı dışarıdan bakıldığında kolay kolay anlaşılamamaktadır. Ancak sosyal, çevresel faktörler ve üretim şartlarının doğru ve standartlara uygun bir şekilde olması ile bu üretim farkını ortaya koymaktadır. Elde edilen liflerin ise fiziksel olarak klasik pamuktan bir farkı bulunmamaktadır.

BCI pamuk üretimi yapabilmek için üreticiler tarafından uyulması gerekli ilkeler;
*Ürünü koruma uygulamalarının etkilerini minimuma indirmeli,
*Su tüketimini etkin kullanmalı ve suya önem vermeli,
*Toprak yapısını bozmamalı ve verimliliğine zarar vermemeli,
*Üretim alanındaki doğal yaşamı bozmamalı ve desteklemeli,
*Pamuk lifi üretiminde kaliteye önem vermeli ziyanı minimuma indirmeli,

*İnsan sağlığına, güvenliğine ve sosyal haklarına önem vermeli, şeklinde özetlenebilir (Anonim, 2020c).

BCI'lı üretim yapmanın çevreye, ekonomiye ve sosyal sorumluluğa katkılarının yanı sıra üreticilere de bazı katkıları vardır. Üreticinin verimini düşürmeden girdi maliyetlerini (su, ilaç, gübre, mazot vb.) belirli bir seviyeye çekmeyi hedefleyerek maliyeti düşürür. Bununla beraber hem dünya pazarında rekabet edebilmesini kolaylaştırır hem de gelecek nesillere sağlıklı topraklar bırakabilmesini sağlar.

2.5. Sürdürülebilir Ürünler İçin Oluşturulan Standartlar

Üretilen bir ürünün çevresel, sosyal ve ekonomik olarak uygun şartlarda üretilmiş olduğunu belirleyen, sürdürülebilirlik kavramını kapsayan belirli standartlar oluşturulmuştur. Günümüzde artık tüketiciler daha sağlıklı ve çevreci tercihlere yönelmişlerdir. Doğaya ve insana saygı duyan üretim yöntemlerinden geçmiş ürünlerin diğer ürünlerden ayrılmasını sağlayan en önemli etken, ürünün üzerinde kullanılan etiketler ve bu etiket üzerinde yazan sertifikalardır.

2.5.1. C2C sertifikası

Cradle to Cradle Sertifikası (C2C) uluslararası alanda sürdürülebilir ürünlerin tanınması için oluşturulmuştur. Kâr amacı güdülmeyen, üretilen ürünlerin çevreye olan etkilerini inceleyen ve firmaların sürdürülebilirlik konusundaki yaptırımlarını yerine getirip getirmediklerini ölçen bir kuruluş olan The Cradle to Cradle Products Innovation Institute tarafından verilir. Tekstil sektörünün yanı sıra sağlık, otomotiv gibi sektörlerde de kullanılır. Bu sertifikayı alan firmaların belgelerini iki yılda bir yenilemeleri gerekir. Dolayısı ile bu enstitü firmaları kendilerini sürekli yenilemeye teşvik eder (Anonim, 2020e).

C2C sertifikasını alabilmek için gerekli kriterler;

*Üretilen ürünün içerisindeki hiçbir malzeme insan ve çevre sağlığı açısından olumsuz bir etki oluşturmaması. Olumsuz bir etki var ise, bu etki minimuma indirilerek yok edilmesi,

*Üründe kullanılan malzemelerin sürdürülebilirlik kavramına uygun şekilde tekrar ve tekrar geri dönüştürülerek kullanılması ve atık miktarının minimuma indirilmesi,

*Kullanılan enerjinin yenilenebilir olması ve karbon tüketiminin azaltılması,

*Oluşabilecek fazla su tüketiminin azaltılması ve suyu dengeli kullanımı,

*Sosyal sorumluluk kapsamında ürünü üreten insanlardan kullananlara kadar olumlu etkiler üzerinden süreç izlenmesi, olarak sıralanabilir.

C2C sertifikasının Basic, Bronze, Silver, Gold ve Platinium adını verdikleri seviyelendirme sistemleri vardır. Her bir seviye kendine ait kriterler barındırır. Tekstilde bu sertifikasyon sistemini Puma firması kullanmaktadır.



Şekil 2.2. C2C Logosu (Anonim 2021a)

2.5.2. SAC-HIGG indeks

Sürdürülebilir Giyim Koalisyonu'nun (Sustainable Apparel Coalition) içerisinde tekstil firmaları, ticari birlikler, akademik enstitüler, Amerika Çevre Koruma Dairesi gibi kâr amacı gütmeyen üyeler bulunmaktadır. Amaç, Higg Index denilen markaların, perakendecilerin ve farklı büyüklükteki firmaların sürdürülebilirlik aşamasındaki performansını ölçebilmesi için geliştirilen araç yoluyla tekstil sektöründeki firmaların çevresel ve sosyal etkilerini ölçmektir. Firmaların tedarik zincirleri incelenip raporlanır. Bu şekilde sürdürülebilirlik raporları ortaya konulur. Nike, Puma ve C&A gibi büyük

firmaların kullandığı bu sistemde Türkiye'den ISKO firması da bulunmaktadır (Anonim, 2020f).

2.5.3 GOTS sertifikası

Küresel Organik Tekstil standardı (GOTS), tekstil tedarik zincirinin hareketini inceleyerek son tüketiciyi doğru bir şekilde bilgilendiren ve üretimin sosyal ve çevresel olarak duyarlı yapıldığını gösteren bir standarttır. Girdi materyalinin izlenmesi ile tedarik zincirinin her bir adımında kullanılan kimyasal, çevresel ve sosyal kriterlere sahiptir. GOTS sertifikası alabilmek için üretilen üründe %70 oranında veya daha fazla organik materyal olmalıdır. Aynı zamanda kullanılan boyarmadde ve kimyasallar çevreye olumsuz etki bırakmamalıdır (Anonim, 2020g).

GOTS'a göre sertifikalandırmanın ilk adımına liflerin işlenmesi ile başlanır. Pamuk lifleri için çırçırlama, ilk işlem adımıdır. İpek lifleri için kozaların kaynatılması ilk adım olur. Yün lifi için ise yıkama ilk adımdır. İlk işlemde organik ve geleneksel liflerin aynı ortamda birbirine karıştırılmaması gerekir. Farklı depolama ve farklı üretim hatta ile bu sorun çözülebilir. Lifleri işleyen kişilerin organik ve geleneksel elyafı ayırt edebilecek seviyede olması gerekir.

Üretim yapılırken israftan kaçınılması, minimum su ve kimyasal kullanımı yapılarak bunun belgelendirmesi ve uygun koşullarda nakliye yapılması gerekmektedir. Nihai ürün elde edilene kadar bu belgelendirmeye ait koşullar yerine getirilmelidir.

GOTS tüketici ve üretici arasındaki güveni sağlayan bir sertifikasyondur. Üretici malını güvenceye alarak çevre dostu üretim yaptığının kanıtını bu sertifika ile sunar.

2.5.4. BCI sertifikası

Better Cotton Initiative (BCI) küresel kâr amacı gütmeyen pamuk üretiminde kullanılan dünyadaki en büyük pamuk sürdürülebilirlik standardıdır. Daha iyi pamuk platformuna erişimi sağlar. Markalardan gelen talepler üzerine üretilen pamuğun BCI sertifikalı

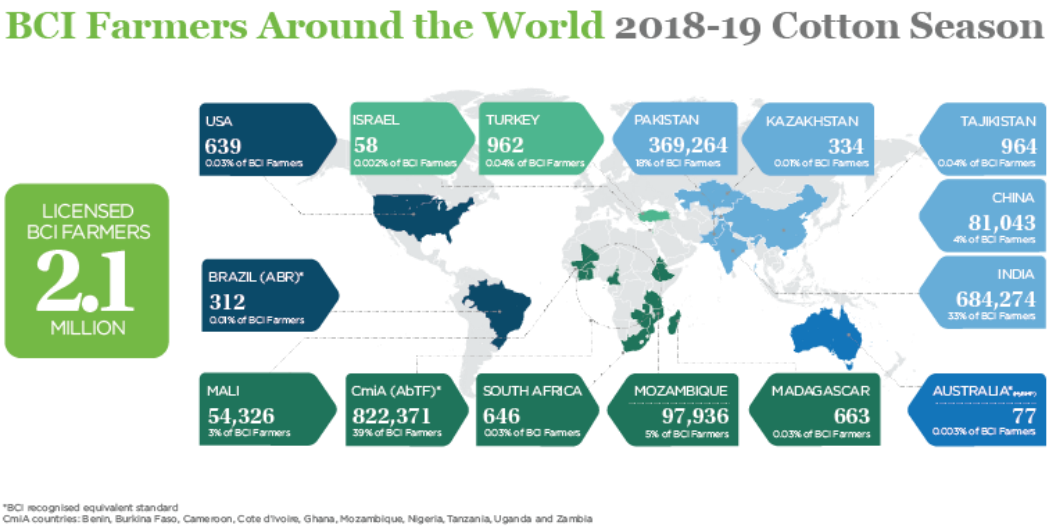
olması için adımlar atılmıştır. Bu standart en az %70'i organik sertifikalı doğal liflerden üretilmiş ürünlerin tüm üretim aşamalarını kapsamaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. BCI üretim sertifikasyon süreci (Anonim, 2021b)

BCI sistemi çevresel, sosyal ve ekonomik olarak sürdürülebilirliğin üç adımını da kapsayan bir uygulamadır. Daha önce bahsedilen temel ilkeler ile Better Cotton için gerekli küresel tanımların sağlanmasına yardımcı olurlar. Çiftçileri BCI yetiştirme konusunda geliştirir ve destekler. Çiftçiyi üretilen ürünü güvence altına alarak sürekli gelişmesi için destekler. Arz ve talebe göre tedarik zincirindeki izlenebilirliği kolaylaştırır.

Şekil 2.4'te 2018-2019 sezonlarında BCI üreten ülkeler gösterilmektedir. Bu pamuk sezonunda, 23 ülkede 2,1 milyon lisanslı BCI çiftçisi 5,6 milyon ton Better Cotton üretmiştir. Bu, küresel pamuk üretiminin %22'sine denk gelmektedir (Anonim, 2020h).



Şekil 2.4. BCI üretim bölgeleri (Anonim, 2021c)

İki ayrı etiketleme kriteri vardır;

“Organik” etiket sınıfı 1; üründe en az %95 oranında sertifikalı organik lif bulunmak zorundadır.

“Organik %’sı ile” etiket sınıfı 2; üründe en az %70 sertifikalı organik lif bulunmalıdır (Çetin, 2018).

BCI üretim sistemini uygulayan çiftçi Better Cotton satma sertifikasına sahip olabilmekte ve bu sertifikayı kullandığını belirten logoyu da ürünlerinde kullanabilmektedir. Bu logo, sürdürülebilir pamuk üretim sistemini benimseyen çiftçilerde üretilen ürünlerin kullanıldığı anlamını taşımaktadır (Şekil 2.5) (Anonim, 2019a).



Şekil 2.5. BCI logosu (Anonim, 2019a)

BCI logosu görülen ürünleri satın alarak BCI sertifikasına sahip üreticileri destekleyerek sürdürülebilirliğe az da olsa katkı sağlanabilir.

2.5.5. OCS sertifikası

Organik İçerik Standardı, organik ürün kullanımındaki güveni sağlamak amacı ile kurulmuştur. Nihai üründeki organik ürün miktarını doğrulayarak, üretimin başlangıcından itibaren tedarik zincirine kadar sertifikasyon yolu ile kolaylık sağlar. Üründeki organik materyal iddialarını ortaya çıkarmak için gönüllü üçüncü bir taraftır. Alınan bir üründeki organik madde miktarı için kurumlar OCS’den yararlanabilir (Anonim, 2020 i).

Organik girdi malzemelerin tekstil tedarik zinciri boyunca hareketini izleyerek, üreticileri, markaları, tüccarları ve organik girişimde bulunanları destekler. Textile Exchange tarafından oluşturulan bu gönüllü standart sistemi herhangi bir ülkenin veya kurumun iç işlerine karışmadan ve yasal düzenlemelerini değiştirmeden yardımcı olan bir kuruluştur. Herhangi bir problem yaşandığında sertifikasyon kuruluşu Textile Exchange ile kontağa geçerek pratik çözümler bulmalıdır.

Textile Exchange kuruluşu 2003 yılında Organic Exchange adı altında kurulmuş kar amacı hedeflemeyen, üyelerin desteği sayesinde çalışan bir uluslararası organizasyondur. Sürdürülebilirlik alanında insanlara ilham vererek ve yardımcı olarak tekstil istihdam zincirine değer kazandırmak hedefidir.

Tekstil Borsası ve GOTS arasında bir anlaşma vardır, bu da sertifikalı bir organik tedarik zincirinin OCS ve GOTS sertifikalı tesislerin bir karışımına sahip olabileceği anlamına gelmektedir. Bir tedarik zinciri sadece GOTS sertifikasına sahipse, GOTS olarak tanıtılabilir. Bir tedarik zinciri GOTS ve OCS sertifikalı bir kombinasyon ise, sadece OCS olarak etiketlenebilir. OCS sertifikasının etiketi Şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6. OCS etiketi (Anonim, 2019b)

OCS etiketleme gereksinimlerinde logoyu taşıyacak tekstil ürününün uyması gereken kriterler vardır. Bunlar; 'OCS 100'; logo sadece %95 veya daha fazla organik madde içeren ürün için kullanılır. 'OCS Blended'; logo, geleneksel veya sentetik hammaddelerle harmanlanmış en az %5 organik malzeme içeren ürünler için kullanılır.

2.5.6. ECOVERO sertifikası

Çevreye duyarlı viskon elyafı üreten Lenzing firması sürdürülebilirlik konusuna yeni bir standart getirmiştir. Bu, jenerik viskona kıyasla Ecovero elyaf üretiminin sürdürülebilirliğini takip eden bir sertifikasyon sürecidir. Yenilenebilir ağaç kaynaklarından üretilen ecovero markalı elyafdan üretilen kumaşlar da ecovero sertifikasını alabilir. Ecovero sertifikası, müşteriye kontrollü ve sertifikalı ağaç ve ağaç hamurundan hammadde sağlandığını, üretimin her aşamasından dağıtımına kadar olan süreçte AB Eko-Etiketini taşıdığını ve nihai üründe net bir şekilde tespit edilebilme olanağını sunar.

Özellikle çevreye duyarlı olması, sürdürülebilirlik açısından bu sertifikayı ve Ecovero viskon elyafını önemli bir konuma koymuştur. Yalnızca çok düşük su ve enerji kullanarak sertifikalı ve kontrollü ağaç kaynaklarından üretilen lifler uluslararası kabul görmüş AB Eko-Etiketini taşımaktadır. Lenzing firması sürdürülebilir ve yenilenebilir ağaç kaynaklarından elde edilen hamuru, kontrollü yönetilen ormanlardan ağaç tedarik ederek yapmaktadır. Ecovero sertifikalı viskon elyafı, jenerik viskona göre %50 daha düşük oranda emisyona ve su tüketimine neden olmaktadır (Mathur, 2019, s. 4). Ecovero etiketi Şekil 2.7'de verilmiştir.

Şekil 2.7. Ecovero etiketi (Anonim, 2021ç)

2.5.7. OEKO-TEX standart 100

Günümüzde artan sanayileşme ile birlikte tüketim ve üretim olanaklarının artması ve zaten kıt olan doğal kaynakların bilinçsizce kullanılması nedeniyle doğal denge bozularak çevre kirliliği oluşmuştur. Toplumun duyarlılığının artması ile beraber yeşil tüketiciler çevre hassasiyeti göstererek her geçen gün işletmelerinde duyarlılığının artmasına neden olmuştur. İthalat ve ihracat yapan firmaların uluslararası alanda ürünler üretebilmeleri ve yeni pazarlara çıkabilmeleri için çevre yönetim standardı belgelerine sahip olmaları zorunlu hale gelmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde ticaret yapabilmek için ülkemizdeki tekstil firmaları OEKO-TEX Standart 100 gibi çevre standardı sertifikalarına ihtiyaç duymaktadır. İşletmelerin bu sertifikaya sahip olma isteklerindeki en önemli etken ekonomidir. İhracatı arttırmak, müşteri tatminini sağlamak, sosyal sorumluluk ve sivil toplum kuruluşlarının baskısını hissetmemek için bu sertifikaya sahip olmaları gerekir (Şenocak ve Bursalı, 2018, s. 173-174).

OEKO-TEX Standart 100, uluslararası bir standart ve bağımsız bir sertifikasyon sistemidir. Bu standart, tekstil ürünlerinin tüm üretim basamaklarını (hammadde, ara ve mamul ürün) kapsayan uluslararası bağımsız bir denetleme ve sertifikasyon sistemidir. OEKO-TEX standardının geliştirilmesine etken olarak tekstil sektörü ve işletmelerine ürün temin eden tedarikçilerin ekolojik sistemi korumayı ve çevre kirliliğini azaltılmayı hedeflemesi görülmektedir (Anonim, 2021d).

OEKO-TEX Standart 100 sertifikasına (Şekil 2.8) sahip bir tekstil ürünü varsa, üründeki tüm iplikler, aksesuarlar (düğme, fermuar vs.) dahil olmak üzere ürünün tüm yapısının zararlı madde açısından test edilip onaylandığından ve sağlığa zararlı madde içermediğinden emin olunabilir. Test aşaması bağımsız OEKO-TEX enstitüleri tarafından kapsamlı olarak belirlenen kriterlere göre gerçekleştirilir. Prosedürde insan sağlığına zararlı olarak nitelendirilebilecek her türlü madde düzenlenip hesaplanmıştır. Standart içerisinde bulunan kriterler en az yılda bir kez güncellenerek yeni bilimsel bulgulara ve yasal gerekliliklere uyumluluğu denetlenip genişletilmektedir.



Şekil 2.8. Oeko-tex sertifika logosu (Anonim, 2021d).

OEKO-TEX laboratuvar testleri birçok farklı parametreyi içerir ve tekstillerin kullanım amacını hesaba katar. Bir tekstil ürününün cilt ile teması ne kadar fazla olursa, bu ürün için sınır değeri o kadar yüksek olur.

2.5.8. FSC (Bamboo) sertifikası

1993 yılında kurulmuş olan Orman Yönetim Konseyi (FSC), dünya çapında uluslararası bir organizasyondur. Orman yönetimi ile ilgili standartların belirlenmesi, orman ürünlerinin etiketlenmesi ve belgelendirilmesi amacıyla kurulmuş kar amacı gütmeyen bir sivil toplum kuruluşudur. Kurulma amacı ilk olarak dünya ormanlarının tahrip edilmesidir. Vizyonu uluslararası ormanlar ile ilgili karar mekanizması olarak işletmelere ve tüketicilere yön vermek olarak belirlenmiştir. Amaçları; dünyadaki ormanlardan elde edilen ürünlerin doğru kullanılma standardının belirlenmesi ve yönetilmesi, kurumların uyumluluğunun bağımsız olarak denetlenmesi ve FSC standardına uygun orman ürünleri ile üretim yapan firmaların denetlenmesidir. Belirlenen standartlar ile firmalara yetki verilerek bu standarda uygunluk denetlenir.



Şekil 2.9. FSC sertifika logosu (Anonim, 2021e).

FSC belgesi ile ormanların biyoçeşitliliği korunarak ekolojik sürece zarar verilmediği denetlenir. FSC sertifikasının logosu Şekil 2.9'da verilmiştir. Tekstil ürünlerinin yanı sıra tuvalet kağıtları, kitaplar, süt kartonu ve diğer gıda ürünlerine kadar birçok üründe bu standardı taşıyan etiketler görülebilir. Bu sertifikaya sahip olmak isteyen üreticinin öncelikle gözetim zinciri sertifikası alması gerekir. Bu sertifika ile ürünün FSC sertifikalı ormanlardan, yenilenebilir ve kontrollü kaynaklardan üretilen malzeme tedariği ve üretim süreci boyunca bu standart tarafından tanımlanan kriterlere sahip olduğu anlaşılır. Bu etiket sayesinde bitmiş üründe kullanılan malzemelerin menşei hakkında bilgi sahibi olunur.

100% FSC etiketini taşıyan ürünlerdeki tüm malzemelerin bu standardın bütün gerekliliklerini karşıladığı anlamına gelir. FSC geri dönüştürülmüş etiketini taşıyan ürünleinr, 100% geri dönüştürülmüş içeriklerden (geri kazanılmış malzemeler) yapıldığı anlaşılır. FSC Recycle ürünleri, geri dönüştürülmüş ürünlerin kullanımını arttırmaya yöneliktir (Anonim, 2021c).

FSC MIX etiketini taşıyan ürünler; hem FSC sertifikalı ormanlardan, hem geri dönüştürülmüş ürünlerden, hem de %100 FSC ile elde edilmiş malzemelerden karışım yapılarak üretilir.

Tekstil sektöründe kullanılan bambu ipliğinin yenilenebilir ve takip edilebilir ormanlardan elde edilmiş olduğunu gösteren bir belge olması nedeni ile üretici ve tüketiciler tarafından FSC belgesi istenmektedir. FSC belgesinin amacı kereste ve bunun dışındaki orman ürünlerinin; ormanın verimliliğine, biyolojik çeşitliliğine ve ekolojik süreçlerine zarar vermeden elde edilmesini sağlamaktır.

Bambu bitkisinin hızlı büyümesi ve erken olgunlaşması ile birlikte yenilenebilir malzeme olarak görülmesi yüksek verimliliğe sahip bir bitki olmasına sebep olur. Bu nedenle bambu, kâğıt, döşeme ve tekstil de dahil olmak üzere çeşitli ürünler için giderek artan kullanıma sahip bir elyaf kaynağı olmuştur. Bambu güçlü bir kök ağına sahiptir ve sadece dört yıl içinde odunsu/selüloz bakımından zengin elyafı için hasat için ekonomik olarak uygun olacak şekilde yeterli hacimlerde büyüyebilir. Hızlı büyüyen bambu bitkisinden elde edilen bu materyal, pamuğa nazaran daha az kimyasala ihtiyaç duyması ve daha ucuz olması nedeniyle gündeme gelmiştir.

Ancak bütün bambu bitkileri aynı özelliklere sahip değildir. Her ürüne benzer şekilde, bambu sürdürülebilir veya sürdürülemez şekilde yetiştirilebilir. Günümüzün çevresel beklentilerini karşılayacak şekilde yetiştirilen ve hasat edilen bambu ile sorunları daha da kötüleştiren bambu arasında ayrım yapmak önemlidir.

*Bambu ormanlarındaki ekosistemin doğal dönüşümünü destekleyen üretim ile doğru koşullarda yetiştirilmesi hedef alınmıştır. Tehlikeye girmiş ormanlardan hasat yapılmamalıdır. Hasadı yapılan bambu FSC sertifikalı olmalıdır.

*Sürdürülebilir lifler gibi bambu kaynağı da yasal olarak tedarik edilmelidir.

*Ekilecek bambu arazilerinin yerli ve geleneksel topluluklar tarafından önceden bilgilendirilmiş ve onaylanmış olması gerekir.

*Bambu, toksik emisyonları ve atık su sorunlarını gidermek ve ortadan kaldırmak için kapalı döngü kimyasal sistemine sahip sınıfının en iyi hamur tesislerinde işlenmelidir

*Bambu, ekiminin gıda ürünlerini değiştirdiği veya bölgesel su kaynakları üzerinde baskı oluşturduğu topraklarda yetiştirilmemelidir.

Sonuç olarak bambu, yukarıdaki beş kriter karşılandığı sürece, suni ve nesli tükenmekte olan ormanlardan yapılmış floş, viskon veya kâğıda güçlü bir alternatif olarak FSC sertifikalı üretilebilir.

2.5.9.GRS sertifikası

Global Recycled Standard (GRS) 2008 yılında Control Union tarafından oluşturulmuş bir standart olup 2011 yılında Textile Exchange'e devredilmiştir. Gözetim zinciri, sosyal ve çevresel uygulamalar ve kimyasal sınırlamalar ile geri dönüştürülmüş içeriğin üçüncü taraf sertifikasyon gerekliliklerini belirleyen uluslararası, gönüllülük esasına dayalı ürün standardıdır.

GRS, geri dönüşümün yapıldığı üniteden başlayarak nihai tüketiciye kadar olan zincirde sertifikasyona devam eder. GRS sertifikasına sahip ürünlerde en az %20 oranında geri dönüştürülmüş içerik olması gerekir. GRS logosunu kullanarak etiketleme yapabilmek için ise en az %50 oranında geri dönüştürülmüş içerik olmalıdır. Materyal toplama ve tasnif işlemi içerisinde olan birimler GRS sertifikasyonuna tabii değildir ve toplama aşamasındaki materyaller GRS'ye göre sertifikalandırılmayabilir. Uygulama alanı sadece tekstil ürünleri ile sınırlı olmayıp başta kâğıt, ambalaj, cam, plastik gibi ürünler olmak üzere çok geniştir.

GRS ürünlerinde kullanılmak üzere sağlanan tüm geri kazanılmış ürünler için yıllık bazında geri kazanım materyal formunun sunulması gerekir. Bu form GRS'ye göre akredite olmuş firmalara minimum 3 gün önceden haber verilerek denetim hakkı sağlanır.

Tüketim öncesi ve sonrası atıkların tanımlanması gerekir. Nihai tüketiciye ulaşıncaya kadar tüm üretim süreçlerinden çıkan atıklar ve ara ürün oluşturmada ortaya çıkan atıklar tüketim öncesi atık olarak tanımlanır. Son tüketiciye ulaşana kadar işlevini tamamlamış atıklar, tüketim sonrası atıklar olarak değerlendirilir. Kullanım dışı kalan geri dönüştürülebilir atık malzemeler çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler ile hammadde olarak tekrar imalat süreçlerine kazandırılır.

Doğal kaynakların tükenmesi ve atık imha maliyetlerinin artması sebebiyle tekstil atıklarının geri dönüşümü veya yeniden kullanımı tüm dünyada giderek önem kazanmıştır. Asıl amaç; ürünlerin yaşam sürelerini uzatarak azami ölçüde fayda sağlamaktır.

Firmalar geri dönüştürülmüş ürünlerin girişinden çıkışına kadar bütün aşamaları gösteren bir geri dönüşüm prosedürü oluşturur. Bu prosedürde, geri dönüştürülmüş ürünün satın alma süreci, üretimi, satış süreci, belgelendirme adımları ve sorumlu kişiler belirtilir. Firmaların depo alanlarında ve proseslerin hiçbir aşamasında geri dönüştürülmüş ve konvansiyonel ürünlerin karışmaması gerekir. Depoda bulunan GRS ürünleri açık bir şekilde etiketlenmeli ve işlem zincirinin tüm aşamalarında tanımlanmalıdır. Ürünlerin sağlanacağı alanlar ayrılmalı, üretimin tüm aşamasında GRS ürününü belirten görsel levhalar uygulanmalı, üretim öncesi makine temizlenmeli, refakat kartlarında GRS ürünü olduğu belirtilmeli, görsel levhalar ile bekleme, taşıma ve depo alanları tanımlanmalıdır.

Firma, enerji ve su kullanımını aylık olarak kayıt altına almalıdır. Yıllık bazda belirlenen hedeflere ulaşıp ulaşmadığı izlenmelidir. Atık sular, harici bir su arıtma tesisinde, yüzey suyuna boşaltılmadan arıtılmalıdır. Periyodik olarak atık su analizleri gerçekleştirilmelidir. Hava emisyonları ile ilgili yasal gereklilikler sağlanmalıdır (Diekel, Mikosch, Bach ve Finkbeiner, 2021, s. 3).

Sosyal gereklilikler;

•GRS'nin sosyal kriterleri ILO kurallarından yola çıkılarak düzenlenmiştir.
•Firma GRS'nin sosyal kriterlerine uyum için bir politika oluşturmalıdır.
•Sosyal uyumdan sorumlu en az bir kişi görevlendirilmelidir.
•Çocuk işçi çalıştırılmamalıdır.
•İşçilere sendikalara üye olma ve toplu pazarlık hakkı sunulmalıdır.
•Hiçbir şekilde ayrımcılık yapılmamalıdır.
•Zorla ya da borçlandırılmış işçilik uygulanmamalıdır.

•Çalışanın makul bir uyarı süresinden sonra işten ayrılma hakkına saygı duyulmalıdır. •İş sağlığı ve güvenliği açısından oluşturulan risk analizi, acil durum eylem planları ve acil durum ekip listeleri güncel olmalıdır.
•İş Güvenliğinden sorumlu atanmış personel bulunması gerekmektedir.

•Çalışanlara gerekli kişisel koruyucu donanımlar verilmelidir.

•İşyeri çalışanlarına tıbbi hizmet sağlamalıdır.

•Ücret asgari ücretten daha düşük olmamalıdır.

•Firmada sigortasız çalışan bulunmamalıdır.

•Tüm çalışanların haklarının anlatıldığı belirsiz süreli iş sözleşmeleri olmalıdır.

•Çalışma saatleri ve fazla mesailer ulusal yasaya uygun olmalıdır.

•Temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimi ve kimyasallar ile çalışan personellere kimyasal eğitimleri verilmelidir

•Çalışma ortamındaki tüm tehlikeler giderilmiş olmalıdır.

Kimyasal gereklilikler;

• Firmanın kimyasal yönetim sistemi olmalıdır. Sistemden sorumlu kişi belirlenmeli ve uygulanabilir yasal gerekliliklere uyum sağlanmalıdır.

• GRS ürünlerinin işlenmesi esnasında kullanılan kimyasallar Reach Substances of Very High Concern'de (SVHC) yer alan maddeleri içermemelidir.

• GRS yasaklı ürünler listesinde yer alan ürünler de kesinlikle kullanılmamalıdır.

Ayrıca bir konfeksiyon firması iplikten kumaşa kadar her biri bireysel kendi sertifikalarına sahip firmalar ile çalışabilir. Bir konfeksiyon firması kendi sertifikasına işletmiş olduğu alt ünite olarak görünen fasonları ile doğrudan çalışabilir. Firmalar arası taşıma sertifikasına gerek yoktur.

Girdi alımından itibaren konfeksiyon firması ara ürünleri kendi deposuna çekerek alt üniteye gönderimi yapabileceği gibi doğrudan alt üniteler arası da gönderimi yapabilir. Son aşamada ürünlere taşıma sertifikası alınır.

Sertifika denetimi için;
•GRS sertifikalı firma her sene düzenli olarak en az bir kez denetimden geçmelidir.
•Denetimden önce firmanın lisans numarası alınmış ve sistem plan formunun hazırlanmış olması gereklidir.
• Devam kontrolü olan firmalar işleyişlerinde herhangi bir değişiklik oldu ise ya da standartlarda revize olması durumunda sistem plan formunu güncellemelidir.

2.5.10. EU sertifikası

ECO Label™, ya da ekolojik etiketler, ürün ve hizmetlerin güvenilirliği için dünya çapında uygulanan gönüllü bir çevresel etiketleme ve belgelendirme yöntemidir. Ekolojik etiket, hammaddenin girişinden nihai ürüne kadar olan tüm süreçleri kapsamaktadır. Belirli bir ürün veya hizmetin genel olarak çevresel şartlara uygunluğu ve kullanım aşamalarındaki diğer ürünler ile kıyaslandığında çevreye daha az zarar vermesiyle birlikte önemli bir belgelendirme sistemidir.

ECOLABEL belgelendirme sisteminde farklı etiket sınıfları bulunmaktadır. Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından bu farklı etiket türleri sınıflandırılmıştır. Fakat hepsi genel olarak ortak bir hedefi paylaşır; çevresel etkisi doğrulanabilir ve yanıltıcı olmayan bilgiler olmalıdır. Amaç, çevre üzerinde daha az etki yapmak ve süreklilik açısından çevresel iyileştirme politikalarına teşvik etmektir. Akredite olmuş Ecolabel Enstitüsü, çeşitli belgelendirmeler ile bu yönde hizmet veren kuruluşları akredite eder ve yetkilendirir (Cordella, Alfieri ve Sanfelix, 2020).

Tekstil ürünleri dışında Ecolabel sertifikası alınan ürün grupları aşağıdaki gibidir;

•Temizlik ürünleri
•Boyalar ve vernikler
•Elektronik ürünler

•Zemin kaplamaları
•Mobilyalar bahçe işleri
•Evsel kullanım ürünleri
•Endüstriyel yağlar
•Yatak takımları
•Kâğıt ürünleri
•Otel ve turistik tesisler

Tüm bu ürün gruplarının hizmetlerinin "Ekolojik" olarak nitelendirdikleri ürünlerinin tüketiciye karşı beyanlarında en güvenilir etiket için ve yaşama dayalı şeffaflık çerçevesindeki kriterleri sağladığını üçüncü taraf olarak bağımsız bir şekilde Ecolabel belirler. Bu yüzden potansiyel ticari engelleri önlemek ve dünya genelinde daha sürdürülebilir üretim yapabilmek için belirli kriterler Ecolabel tarafından oluşturulur. Belgelendirme çalışmaları ile hem tüketicilere güvenilirlik sağlar hem de işletmeler için birçok avantaj sunar.

Ecolabel etiketlerini gören tüketiciler, toksik olmayan temizlik maddeleri hakkında veya geri dönüştürülmüş ürünler hakkında bilgilenmiş olurlar. Atık azaltma ve enerji verimliliği konusunda sürdürülebilirliği destekleyerek tüketicileri bilinçlendirirler.

2.6. Kumaşların Performans Özelliklerinin Belirlenebilmesi için Kullanılan Testler

Tekstilde üretilen kumaşlar daha sonra nihai üründe tüketiciye ulaşmadan bir takım performans testleri yapılır. Kumaşın mekanik özelliklerinin tamamına yakını performans özellikleri ile ilgilidir. Boyahane ve ön terbiye işlemlerinde yapılan apreler ile kumaşın dolgunluk, yumuşaklık ve kayganlık gibi özellikleri belirlenebilir. Tekstilde elbiselik, gömleklik, ceketlik, pantolonluk gibi örme ve dokuma kumaşlar için belirlenen standartlar bulunmakdadır. Bu standartlar kumaşların olması gereken değerleri, daha önceden belirlenmiş test metotlarına göre ortaya çıkarır (Gürarda, 2015, s. 42).

Giysilerin üretilme amaçları arasında en önemli olanı, tüketiciyi dışarıdan gelecek etkilere karşı fizyolojik olarak korumak, vücut sıcaklığını belirli bir stabiliteye getirmek ve estetik görünümüne katkı sağlamaktır.

Ürün geliştirme ve kalite güvencesi için giysi görünümünün değerlendirilebilmesi çok önemlidir. Üreticiler kumaşların üretim aşamalarından kolayca geçebilmesini sağlamalıdır. İyi dikilebilir ve en son aşamaya kadar stabilitesini koruyan ürünler üretilmelidir. Seri üretim yapılarak konfeksiyonda hızlı, kaliteli ve çok sayıda ürün üretilmektedir. Bunun için de kumaşların daha önceden belirlenmiş performans şartlarına uyum sağlaması gerekmektedir. Standartlara uyum sağlayan kumaş ile üretim yapan nihai üretici konfeksiyon firmaları da işlemler sırasında minimum hatalar ile karşılaşarak performanslarını kaybetmezler (Gürarda, 2015, s. 42).

2.6.1. Hava geçirgenliği testi

Hava geçirgenliği testi kumaşların performanslarının belirlenmesini etkileyen önemli bir parametredir. Üzerimize giydiğimiz giysilerin hava geçirgenliği, ısıl konforda ve ısıl stresi minimumda tutmada önemli bir kriterdir. Vücudumuz ile giydiğimiz giysi arasında oluşan boşlukta gerçekleşen hava hareketi, giysinin hava geçirgenliği, tasarımı, vücut stabilitesi, rüzgâr ve mikroklima ile belirlenir.

Hava geçirgenliği, filtreler, giysiler, yelkenler, paraşütler ve akustik alanlarda kullanılan bastırıcılar da dahil olmak üzere birçok ürünün performansında önemli bir değerdir. Hava geçirgenliği, havanın bir malzemeden (kumaştan) ne kadar kolay geçebileceğinin bir ölçüsüdür. Malzemenin yoğunluğu ve yapısı ile geçirgenlik çok ilgilidir. Bazı ürünlerde havanın geçmesine izin veren bir yapıya sahip olması istenir. Bazı dış mekânda kullanılan performans giysilerinde hava geçirgenliğinin düşük hatta sıfır olması istenir. Eğer bu değer sıfır olursa kıyafet üzerinde rüzgârın üşütme etkisi önlenebilir.

Hava geçirgenliğinin kumaş yapısı ile ilgili olduğunu ilişkilendiren Yoon ve Buckley (1984), hava geçirgenliğinin özellikle iplikler arasındaki katmanların gözeneklerinde gerçekleştiği bir model savunurlar (Tarafdar 1995, Kaplan ve Okur 2005). Dokuma bir

kumaş için hava geçirgenliğinde, iplik bükümünün bu modele dayanarak önemli olduğu anlaşılır. Büküm arttıkça ipliğin çapı azaldığı için hava geçirgenliği de artar.

Kumaşın hava geçirgenliği üzerinde etkili olabilecek bazı özellikleri bulunmaktasdır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır;

-Kumaşın konstrüksiyonu önemli bir etkendir. Kumaşta kullanılan ipliklerin özellikleri, örgü yapısı, kumaş kalınlığı ve kumaş tipi gibi faktörler ele alınarak hava geçirgenlik özelliği belirlenir. (Okur ve Turan 2015, s. 24).

-Hava geçirgenliği, kumaşı oluşturan ipliklerin ve liflerin içerisinden havanı geçebilmesine ve içindeki boşlukların miktarına ve dağılımına bağlıdır. Bu da giysi ve vücut arasındaki havanın dışarı iletilmesine katkıda bulunur. Örneğin, sık dokunmuş bir kumaşta havanın geçişi seyrek dokunmuş kumaşa göre daha zordur. İpliklerin tüylenmesine neden olan bitim işlemleri ile hava vücuda hapsedilip, sıcaklık sağlanabilir.

2.6.2. Su buharı geçirgenliği testi

Bir giysiyi ısıl açıdan konforlu sayabilmek için su buharı geçirgenliği test cihazı ile iyi geçirgenlik değerine sahip olup olmadığı test edilir. Isıl konfor, vücudun farklı iklim ve çevre koşullarına göre değişen ısı ve nem değişimini dengede tutabilmesine dayanır. Kişinin yüksek performans sergileyerek hareketliliğe bağlı oluşturduğu teri vücudundan kolayca atabilmesi su buharı direnci ile alakalıdır. Su buharı direnci düşük olmalıdır ki kişi teri hissetmemeli ve dışarıya iletebilmelidir. Eğer su buharı etkili bir şekilde iletilemezse deri yüzeyindeki bağıl nem artmakta ve kullanıcı ıslaklığı hissetmeye başlamaktadır (Namlıgöz, 2010, s. 1). Konforlu bir giysi, yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olmalıdır. Soğuk iklime sahip olan bölgelerde yaşayanlar için su buharı geçirgenliğinin yüksek olması, giysi üzerinde su birikmesini önleyebilmek ve azaltabilmek için önemlidir.

Su buharının geçiş miktarı, kumaşın gözenekli yapısı, üzerine yapılan apre işlemi, iplikler arası hava akışı ve elyaf tipi gibi birçok faktöre bağlıdır. Liflerin su absorblama kapasiteleri birbirinden farklı olduğu için kimyasal yapılarına göre su buharı absorblayan ve oranı yüksek olan liflerin su buharı geçirgenliği düşük olur. (Yasuda ve ark. 1992, Tarafdar 1995, Li ve ark. 2002).

2.6.3. Eğilme rijitliği testi

Eğilme uzunluğu, bir ucundan sabitlenmiş kumaşın kendi ağırlığı ile yataydan sapması olup “cm” birimi ile ifade edilmektedir. Eğilme rijitliği ise kumaşın eğilmeye karşı gösterdiği direnç olup, birimi “mg.cm”dir. Kumaş sertliği de rijitlik gibi kumaşın eğilmeye karşı gösterdiği direnç olup, birimi “cN” veya “grf”dir. Bu değerlerin yüksek olması, kumaşın sert tutumlu olduğunu göstermektedir.

2.6.4. Birim alan başına kütle ölçümü

Birim uzunluk başına kütle ve birin alan başına kütle basitçe ölçülür.

2.6.5. Yıkama ve kurutma için boyutsal kararlılık ve 1 yıkama sonrası

Bu testlerde belirli şartlar altında yıkama ve kurutma işlemine tabi tutulmuş tekstil kumaşlarının boyut değişimi tayin edilir. Çekme ve uzama değerleri kumaş üretimi için önemlidir.

2.6.6. Yıkamaya karşı renk haslığı

Yıkamaya karşı renk haslığı tespiti, tüketicinin bir tekstil ürününü aldığı zaman bu tekstil ürününün diğer ürünlere renk bırakmaması için yapılır. Bazı ürünlerde boyarmaddenin bir kısmı serbest halde olduğu zaman yıkama esnasında sıvıyı ve diğer ürünlerin açık kısımlarını boyayarak kirletme riski vardır.

2.6.7. Suya ve terlemeye karşı renk haslığı

Tekstil ürünlerinin kullanımı sırasında yıkama ve terleme gibi üretim dışı faktörler vardır. Bu faktörler karşısında tekstil ürünü rengini korumalı ve dayanıklı olmalıdır. Renginin solması veya atması durumunda üreticiler ve firmalar tüketiciye karşı zor durumda kalabilir. Yaz aylarında güneş ışığının ve terlemenin de etkisi ile boyarmaddenin solma etkisi daha fazladır. Buna göre uygun boyarmadde kullanılmalıdır.

2.6.8 Sürtünmeye karşı renk haslığı

Tüketicinin tekstil ürününü uzun bir süre kullanabilmesini belirleyebilmek için uygulanan bir testtir. Sürtünme ile hem kumaşın performansı kaybolur, hem de uzun süreli giyimde tekstil ürünü çabuk yıpranır.

2.6.9. Yırtılma mukavemet testi

Tekstil ürünlerinde yırtılmaya karşı dayanıklılık istenen bir özelliktir. Bazı tekstil ürünleri dışında (sargı bezi, bantlar vb.) yırtılma mukavemeti düşük kabul edilen tüm kumaşlar kalitesiz ve tüketici tarafından uygunsuz bulunur.

2.6.10. Çekme mukavemet testi

Tüketici tarafından alınan tekstil ürünü çeşitli kuvvet altında germelere ve çekmelere maruz kalmaktadır. Ürünün en ufak yerinde olan yırtık bazı çekmelere karşı daha büyük sonuçlar doğurabilmektedir. Kumaşların kullanımı sırasında bu etkiler göz önünde bulundurularak çekme mukavemet testi yapılır.

2.6.11. Dikiş açma-kayma mukavemet testi

Kumaşlarda dikiş dayanımı performans özellikleri için istenen bir durumdur. Dikilmiş ürünlerde bir veya birden fazla dikişin kopmaya karşı gösterdiği direnç tekstil ürününün performans özelliğini iyileştirir.

2.6.12. Boncuklanma – aşınma direnci

Bir tekstil ürününün diğer malzemeler ile tekrarlanan sürtünmelere karşı gösterdiği dirençtir. Boncuklanma direnci, tekstil ürünün doğrudan dayanıklılığına ve görüntüsüne etki eden bir parametredir.

2.6.13 Spiralite testi

Kumaşlarda birim ölçüde yüzde olarak oluşan dönmeyi veya bükülmeyi hesaplayan bir testtir. Dönme olmaması için terbiyede açık en, ipliklerin büküm yönüne uygun olarak aynı yönde işlem yapılması gibi durumlara dikkat edilmelidir.

2.7. Literatür Çalışmaları

Eser ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada sürdürülebilirlik ve geri dönüşümün sağlanabilmesi için hem üreticinin hem de tüketicinin çevreye karşı davranışlarının değişmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca sürdürülebilir malzeme kullanımının, üretim süreçlerinde daha az enerji tükettiği, işlenmemiş malzeme tüketimini azalttığı, daha az kirliliğe ve sera gazı emisyonuna yol açtığını belirterek daha fazla sürdürülebilir ürünler üretilmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır.

Azizağaoğlu ve Aksu (2018), çalışmalarında, organik tekstil ürünlerine yönelik tüketici tutumlarının incelenmesini ele almışlardır. Bu tutum faktörlerinden en önemlisi olarak insan sağlığını belirlemişlerdir. Bu faktörü daha sonra sırasıyla sosyal sorumluluk ve güvenilirlik, çevre sağlığı, değer ve ürün özellikleri takip etmiştir. Yaptıkları anketin sonuçlarına göre katılımcıların organik ürünler hakkında bilgiye sahip oldukları halde sertifikalı olmayan ürünleri de aldıklarını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak bu konuda tüketicinin bilinçlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Kalkancı (2017), geleneksel pamuk ile organik pamuğun üretimi sırasında ortaya çıkan çevresel etkileri incelemiştir. Sürdürülebilirlik açısından organik pamuk üretiminin yaygınlaştırılmasının önemini belirtmiştir. Ayrıca konvansiyonel pamuk tarımında kullanılan pestisitlerin yıkama ile kaybolmadığını ve insan cildi tarafından kolayca emildiğini, organik pamuğun çevre dostu olduğunu, toprak, su kirliliğine ve insan teninde alerjiye neden olmadığını, pamuklu ürünlerden beklenilen tüm konfor özelliklerini ve doku yapısını sağladığını belirtmiştir.

Deste ve Sever (2021), tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde kumaş tedarikinde dikkate alınması gereken kriterlerin sürdürülebilirlik çerçevesinde belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmada ana kriterler, sürdürülebilirlik çerçevesinde literatürde çoğunlukla kullanılan ekonomik, çevresel ve sosyal performans üzerinden değerlendirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada viskon, pamuk ve bambu/viskon ipliklerden dokunmuş 3 farklı grup kumaş kullanılmıştır. Her grupta konvansiyonel ve sürdürülebilir liflerden üretilmiş ipliklerden elde edilen kumaşlar bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı farklı gruplardaki kumaşları (farklı liflerden üretilen kumaşları) kıyaslamak değil, aynı grup içindeki (aynı lif cinsinin konvansiyonel ve sürdürülebilir olarak üretilmiş numuneleri) kumaşlar arasındaki farkı incelemektir. Çalışmada kullanılan tüm kumaşlar bezayağı dokuma örgüsü ile üretilmiştir. Kumaşların özellikleri Çizelge 3.1'de, kumaşlara ait görseller ise Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kumaşların özellikleri

Kumaş Kodu	Çözgü İpliği Numarası ve Cinsi	Atkı İpliği Numarası ve Cinsi	Kumaşta Bulunan Lifler	Mamül Kumaş Eni (cm)	Kumaş Gramajı (g/m^2)	Atkı sıklığı	Çözgü sıklığı
						Atkı/cm	Çözgü/ cm
A1	Ne 28/1 Viskon ring ecovera	Ne 28/1 Viskon ring ecovera	%100 Viskon	148	135	20,6	26
A2	Ne 28/1 Viskon ring	Ne 28/1 viskon ring	%100 Viskon	148	135	20,6	26
B1	Ne 60/1 Pamuk compact BCI	Ne 60/1 Pamuk compact BCI	%100 Pamuk	150	100	33	54
B2	Ne 60/1 Pamuk compact organik	Ne 60/1 Pamuk compact organik	%100 Pamuk	150	100	33	54
B3	Ne 60/1 Pamuk compact	Ne 60/1 Pamuk compact	%100 Pamuk	150	100	33	54
C1	120/30 den Yarımat çekmeyen bambo	Ne 20/1 Viskon S-Z 1300 Tur/m bükümlü ecovera	%57 Viskon + %43 Bambu	137	150	18,4	30
C2	120/30 den Yarımat çekmeyen bambo	Ne 20/1 Viskon S-Z 1300 Tur/m bükümlü	%57 Viskon + %43 Bambu	137	150	18,4	30



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan kumaş numunelerinin görüntüleri; a)A1, b)A2, c)B1, d)B2, e)B3, f)C1, g)C2

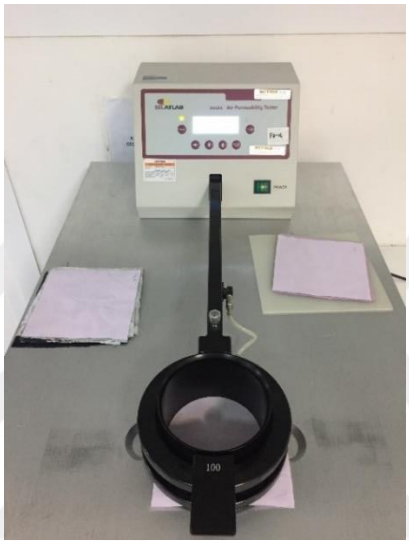
3.2. Yöntem

Bu çalışma kapsamında kumaşlara; gramaj tayini; yıkama ve kurutma için boyutsal kararlılık; yıkamaya suya, terlemeye ve sürtünmeye karşı renk haslığı; yırtılma mukavemeti; çekme mukavemeti; dikiş açma-kayma, boncuklanma direnci, aşınma direnci, spiralite, hava geçirgenliği; su buharı geçirgenliği ve eğilme rijitliği testleri uygulanmıştır. Tüm numuneler testlerden önce TS ISO 139 standardına göre 20 °C ±2 sıcaklıkta %65±4 bağıl nem ortamında kondisyonlanmıştır.

3.2.1. Hava geçirgenliği testi

Hava geçirgenliği testi, TS-391 EN ISO 9237 standardına göre, SDL Atlas Dijital Hava Geçirgenliği Test Cihazı'nda (M 021 A Model) (Şekil 3.2) gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde 100 Pa basınç ve 100 cm^2 test alanı kullanılmıştır. Test ölçümleri 3 tekrarlı yapılmıştır. Ölçüm sonuçları ($l/m^2/s$) biriminden tespit edilmiştir.

Hava geçirgenliğini hesaplamak için malzeme alanından geçen hava akış hızı ölçülür. Bu, malzeme alanı boyunca bilinen bir basınç farkı uygulanarak elde edilir. Kumaşın her iki yüzü arasındaki basınç farkı bulunarak birim kumaş yüzeyinden geçen hava akımının hacmi olarak tanımlama yapılır. Elde edilen değer sabit basınç değerinde (100 Pa), sabit yüzey alanında (100 cm^2), basınç farkı nedeni ile bir saniyede geçen hava hacminin $l/m^2/s$ cinsinden değeridir.



Şekil 3.2. Hava geçirgenliği test cihazı

Çizelge 3.2. Hava geçirgenliği testlerinde kullanılan standartlar

Test Standardı	Test Alanı (cm^2)	Basınç (Pa)	Birim
ANFOR $G_0$7-111	20 ya da 50	196	$l/m^2/s$
ASTM D 373	38	125	$cm^3/cm^2/s$
ASTM D 3574	25	125	dm^3/s
BS 5636	5	98	$cm^3/cm^2/s$
DIN 53887	20	200/160/100	l/m^2 ya da $l/dm^2/dk$
EDANA 1401	20 ya da 50	196	$l/m^2/s$
EN ISO 7231	25	125	dm^3/s
EN ISO 9237	20	200/100	mm/s ($l/m^2/s$)
JIS L 1096 -A	38	125	$cm^3/cm^2/s$

Hava geçirgenliğini hesaplamada farklı standartlardan yararlanılmaktadır. Çizelge 3.2'de hava geçirgenliği ölçümünde sıklıkla tercih edilen standartlardan bazıları yer almaktadır.

3.2.2. Su buharı geçirgenliği testi

Su buharı geçirgenliği testi, EN ISO 11092 standardına göre, modifiye edilmiş Permetest Test Cihazında (Şekil 3.3, Şekil 3.4) gerçekleştirilmiştir. Test ölçümleri 3 tekrarlı yapılmıştır. Su buharı geçirgenliği % olarak, su buharı direnci $Pa.m^2W^{-1}$ biriminden tespit edilmiştir. Su buharı geçirgenliği, kumaş yüzeyinden geçen hava ile dışarı çıkan buharlaşma ısısı cihaz üzerindeki sistemle ölçülür. Kumaşların su buharı geçirgenlik özelliklerini ifade eden parametreler aşağıda verilmiştir (Marmaralı ve diğerleri, 2006).

Su buharı geçirgenliği: Kumaşın su buharını geçirebilme yeteneğidir. Birim alandan birim zamanda bir Paskal basınç altında gram cinsinden geçen su buharı miktarı olarak verilir.

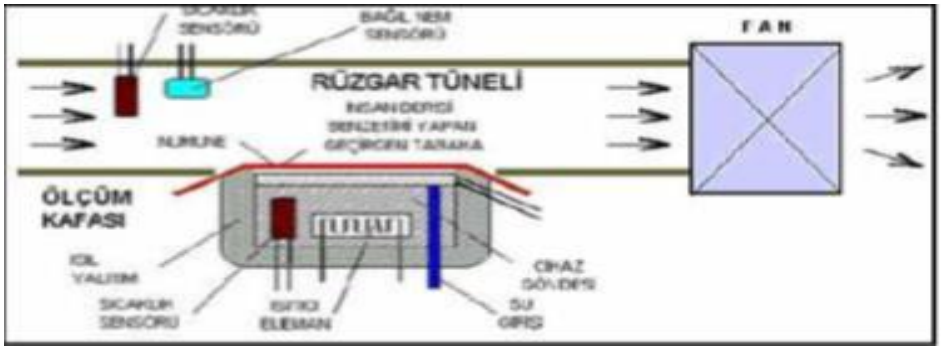
Su buharı direnci (Ret): Materyalin su buharı geçişine karşı gösterdiği dayanımdır. Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranıdır.

Bağıl su buharı geçirgenliği (%p): Numune varken ve yokken ölçülen ısı akış değerlerinin oranıdır.

Su buharı iletkenlik indeksi (I)

$$I = \frac{Sx\mathrm{Rct}}{\mathrm{Ret}} \qquad (3.2.2)$$

formülü ile hesaplanır. Burada S, 60 Pa W^{-1} 'dir.



Şekil 3.3 Permetest cihazının ölçüm mekanizması (Anonim, 2021f).



Şekil 3.4. Permetest ölçüm cihazı

Permetes cihazı Dr. Lubos HES tarafından geliştirilmiştir. Cihaz bağıl su buharı geçirgenliği (%WVP) ve buharlaşma direnci (Pa.m²/W) değerlerini 2-5 dakika içerisinde ölçmektedir. Prensipte basınç farkı sayesinde ölçüm gerçekleşir. Numune üzerinde oluşan buhar basıncı farkı sayesinde kolaylıkla ölçüm yapılabilir.

3.2.3. Eğilme rijitliği testi

Eğilme uzunluğu ölçümleri, Prof. Dr. Yasemin KAVUŞTURAN'ın 1993 yılında tasarladığı eğilme dayanımı ölçüm aletinde, TSE 1409 (1973) no'lu standarda göre yapılmıştır. Deney numuneleri kenarlardan, uçlardan, kırışmış ve katlanmış yerlerinden olmamak şartıyla dikdörtgen biçiminde, uzun kenarı sıra ilmeklerine paralel olacak şekilde dört (sıra yönlü eğilme uzunluğu numuneleri) ve uzun kenarı çubuk ilmeklerine paralel olacak şekilde dört (çubuk yönlü eğilme uzunluğu numuneleri) olmak üzere

toplam sekiz deney numunesi kesilmiştir. Her deney numunesinden, numunenin her iki yüzü sırasıyla yukarı gelecek şekilde olmak üzere toplam 8 ölçüm yapılmıştır. Eğilme uzunluğu "cm", eğilme rijitliği "mg.cm" biriminden tespit edilmiştir.

$$G=1.421x10^{-5}xWxc^{3} \quad (3.2.3)$$

Burada (W), gramaj; (c), eğilme uzunluğu değerini ifade etmektedir.

3.2.4. Kumaş gramajı ölçümleri

Çalışmada kullanılan kumaş numunelerinin gramajları ISO 3801:1977 standardına göre ölçülmüştür.

3.2.5. Yıkama ve kurutma için boyutsal kararlılık

Test sonuçları, kumaşın yıkama öncesinde ölçülen boyutları ile kıyaslanarak tespit edilmektedir. Çalışmada TS 5720 EN ISO 6330:2012 numaralı test metodu kullanılmıştır. Ölçümler kumaş eni ve boyu için 3'er tekrarlı yapılmıştır.

3.2.6. Yıkamaya karşı renk haslığı

Testler TS EN ISO 105 C06:2012 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları gri skalada karşılık gelen renk farkına göre tespit edilmiştir.

3.2.7. Suya ve terlemeye karşı renk haslığı

Kumaş numuneleri ölçümlerden önce 37 ± 2 °C sıcaklığındaki etüvde 4 saat bekletilmiştir. Testler TS EN ISO 105-E01: 2012 standardına göre yapılmış, sonuçlar gri skala kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.8 Sürtünmeye karşı renk haslığı

Sürtünmeye karşı renk haslığı ölçümleri TS EN ISO 105-A01:2010 standardına göre gerçekleştirilmiştir. İki adet kuru sürtme (1 adet atkı yönlü, 1 adet çözgü yönlü), 2 adet

yaş sürtme (1 adet atkı yönlü, 1 adet çözgü yönlü), testi yapabilecek şekilde yaklaşık 40*40 cm boyutlarında test numunesi hazırlanır. Sürtme hareketinin 10 tanesi ileri 10 tanesi geri doğrultuda olacak şekilde kuru test numunesi üzerinde 104 mm±3 mm'lik hat boyunca, yüzeye 9.0N±0.2N'luk kuvvet uygulanarak yapılır. Test sonrası lekelenen ve test uygulanmamış kısım arasındaki renk farkı, gri skalada buna karşılık gelen renk farkı yardımıyla gözlem yoluyla belirlenir.

3.2.9. Yırtılma mukavemet testi

Kumaşların yırtılma mukavemeti testleri Elmatear yırtılma mukavemeti test cihazı (Şekil 3.5) kullanılarak, TS EN ISO 13937-1:2002 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Testler atkı ve çözgü yönünde 5'er tekrarlı yapılmıştır.



Şekil 3.5. Elmatear marka yırtılma mukavemeti test cihazı

3.2.10. Çekme mukavemet testi

Çekme mukavemeti testleri TS EN ISO 13934-2:2002 standardına göre Titan çekme cihazında gerçekleştirilmiştir.

3.2.11. Dikiş açma-kayma mukavemet testi

Dikiş açma-kayma testleri TS EN ISO 139:2008 standardına göre Tinius Olsen model bir test cihazı (Şekil 3.6) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Tinius Olsen model test cihazı (Anonim, 2021g).

3.2.12. Boncuklanma direnci ölçümü

Boncuklanma direnci ölçümleri TS EN ISO 12945-2:2001 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Deney sonrasında kumaşların değerlendirmesi, karanlık odada, ışık kabininin içerisinde, orijinal numune ile görsel olarak değerlendirilerek yapılmıştır.

3.2.13. Aşınma direnci ölçümü

Kumaşların aşınma dirençlerinin ölçümü Martindale test cihazında (Şekil 3.7) TS EN ISO 12947-2:2001 standardına göre yapılmıştır.



Şekil 3.7. Martindale test cihazı (Anonim, 2021h).

3.2.14. Spiralite (dönme) testi

Çalışmada gerçekleştirilen spiralite (dönme) testleri TS 5720 EN ISO 6330:2002 standardına göre gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1.Kumaşlara Uygulanan Testlerin Sonuçları

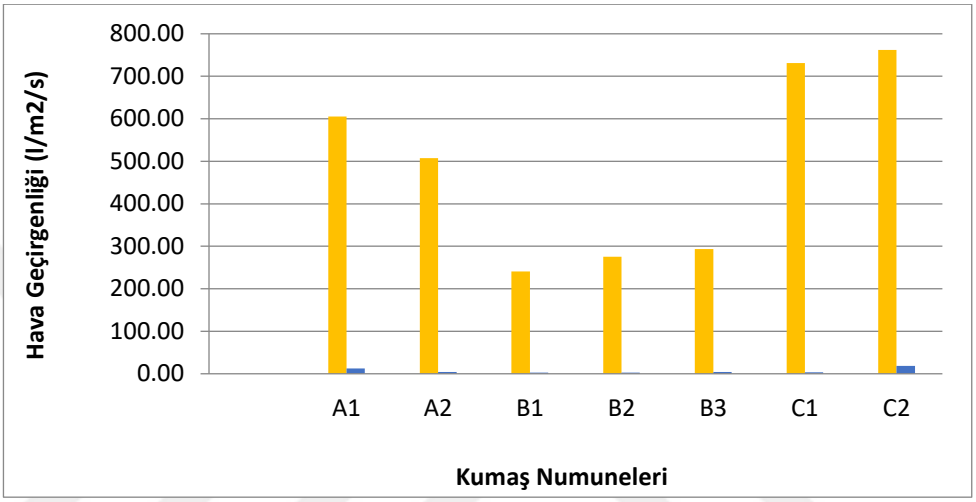
Kumaş numunelerinin hava ve su buharı geçirgenliği test sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kumaş numunelerinin hava ve su buharı geçirgenliği test sonuçları

Kumaş Kodu	Hava Geçirgenliği ($l/m^2/s$)		Su Buharı Geçirgenliği (%)		Su Buharı Geçirgenliği ($Pa.m^2W^{-1}$)	
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma
A1	605,33	12,42	72,07	1,31	1,50	0,10
A2	507,67	4,04	70,33	2,03	1,73	0,40
B1	240,67	2,52	78,27	3,27	1,10	0,26
B2	275,67	2,89	73,87	2,42	1,43	0,12
B3	293,33	4,16	74,03	3,73	1,37	0,32
C1	731,00	3,61	69,87	3,98	1,70	0,53
C2	761,67	18,50	69,97	1,77	1,70	0,44

Hava geçirgenliği kumaşın her iki yüzü arasındaki belirli bir basınç farkı oluştuğunda birim kumaş yüzeyinden geçen hava akımının hacmidir. Monometrede 10 mm'lik bir yükseklik farkına neden olacak şekilde 100 mm^2 alanda bir saniyede geçen hava hacminin mm^3 olarak ifadesidir. Hava geçirgenliği kumaş yapısından etkilenen kütle transfer özelliğidir. Sabit ve düşük hızdaki havanın kumaş üzerinden geçişi söz konusudur. Bir kumaşın termal direnci ile kumaşın üzerindeki hava tabakasının geçirgenliği arasında ilişki vardır, hava tabakasındaki kumaş geçirgenliğinden etkilenmektedir. Havanın düşük termal geçirgenliği vardır. Hava küçük alanlarda sıkışır ve hareketsizdir. Hareketsiz hava tekstil malzemesinde yalıtım yaparak vücudu sıcak tutar. Sıkışan hava ısı transferini etkilemektedir. Tekstil kumaşlarının hava geçirgenliği kumaşın yapısına, gözenekliliğine ve kalınlığına bağlıdır. Kumaşı oluşturan ipliklerin yapısı ve lif cinsi de hava geçirgenliğini etkilemektedir.

Çalışmada, her bir kumaş numunesi kendi grubundaki numunelerle kıyaslanmıştır. Her kumaş kendi grubundakilerle aynı sıklık, gramaj ve dokuma örgü yapısına sahiptir. Gruplardaki kumaş numuneleri arasındaki tek fark liflerin konvansiyonel ya da sürdürülebilir kaynaklardan elde edilmiş olmasıdır. Bu nedenle aynı grup içindeki kumaşların test sonuçları arasında gözlenen farkın, lif uzunluğu, lif inceliği gibi lifler arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.1. Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerleri

Eğilme uzunluğu ve rijitliği testlerinin sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Eğilme rijitliğinin yüksek olması, düşük kumaş dökümlülüğünü ifade etmektedir. Numune gruplarının kendi içlerinde benzer eğilme rijitliği değerleri verdikleri gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. Kumaş numunelerinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği test sonuçları

Kumaş Kodu	Eğilme Uzunluğu (cm)				Eğilme Rijitliği (mg.cm)				Genel Eğilme Rijitliği
	Ortalama		Std.Sapma		Ortalama		Std.Sapma		Ortalama
	ATKI	ÇÖZGÜ	ATKI	ÇÖZGÜ	ATKI	ÇÖZGÜ	ATKI	ÇÖZGÜ	
A1	2,27	2,43	0,13	0,2	21,3	24	21,9	25	22,60
A2	2,6	2,63	0,08	0,06	30,9	30,5	32,4	30,6	30,52
B1	3,47	2,9	0,13	0,16	51,8	30,7	55,8	32,1	39,82
B2	3,23	3,57	0,11	0,18	39,4	55,9	41,7	58,4	46,49
B3	2,93	3,4	0,1	0,22	31,7	49	33,2	52,5	39,31
C1	3,17	2,2	0,17	0,1	59,2	20,1	64,7	20,7	34,47
C2	3,2	2,33	0,1	0,07	61,1	23,4	66,8	24,3	37,78

Kumaşların gramaj ölçümleri ve boyutsal kararlılık testlerinden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. Aynı gruptaki kumaşların benzer gramaj ve boyutsal kararlılık değerleri verdikleri gözlenmiştir.

Çizelge 4.3. Kumaşların gramaj tayini ve boyutsal kararlılık test sonuçları

Kumaş Kodu	Gramaj Aritmetik Ortalama	Gramaj Standart Sapma	En Boyutsal Değişim (%)	Boy Boyutsal Değişim (%)
A1	133	1,0	1	1
A2	135	0,6	3	3
B1	101	1,0	3	3
B2	101	1,7	3	3
B3	101	0,6	3	3
C1	151	0,6	3	3
C2	151	1,2	3	3

Kumaşlara ait renk haslığı test sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Konvansiyonel ve sürdürülebilir viskon liflerinden üretilmiş kumaşların bulunduğu A grubundaki numunelerde, sürdürülebilir viskon liflerinden üretilen kumaşların (A1) suya karşı lekelenme, terlemeye karşı lekelenme ve sürtünmeye karşı kuru ve yaş renk haslıkları değerlerinin, konvansiyonel viskon liflerinden üretilen kumaşlara (A2) göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

BCI, organik ve konvansiyonel pamuk liflerinden üretilmiş kumaşların bulunduğu B grubundaki numunelerin renk haslığı değerlerinde belirgin bir fark gözlenmemiştir. Bambu ve viskon liflerinden üretilmiş C grubundaki kumaşlarda da yine B grubunda olduğu gibi önemli bir fark tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.4 Kumaş numunelerinin renk haslığı test sonuçları

Kumaş Kodu	Yıkamaya Karşı		Suya Karşı		Terlemeye Karşı		Sürtünmeye Karşı	
	Renk Değişimi	Lekelenme	Renk Değişimi	Lekelenme	Renk Değişimi	Lekelenme	Kuru	Islak
A1	4	4	4	4	4	4	4	4
A2	4	4	4	3-4	4	3-4	3-4	2-3
B1	4	4	4	3-4	4	3-4	3-4	2-3
B2	4	4	4	3-4	4	3-4	3-4	2-3
B3	4	4	4	3-4	4	3-4	3-4	2-3
C1	4	3-4	4	3-4	4	3-4	3-4	2-3
C2	4	3-4	4	3-4	4	3-4	3-4	2-3

Kumaş numunelerinin yırtılma, kopma mukavemeti ve dikiş açma direnci değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde A ve C grubundaki kumaşların yırtılma mukavemetlerinin benzer değerlerde olduğu görülmektedir. B grubunda ise organik pamuk kullanılarak üretilen kumaşların daha yüksek yırtılma mukavemeti verdiği tespit edilmiştir.

Numuneler kopma mukavemeti açısından karşılaştırıldığında, sürdürülebilir viskon liflerinden üretilmiş A1 kodlu kumaşın, konvansiyonel viskon liflerinden üretilmiş A2 kodlu kumaşa göre, atkı yönünde daha yüksek kopma mukavemeti gösterdiği gözlenmiştir. Diğer numuneler ise kendi grupları içinde benzer kopma mukavemeti değerleri vermiştir.

Dikiş açılma direnci sonuçları incelendiğinde A grubu dışındaki numunelerin kendi grupları içerisinde benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Sürdürülebilir viskon liflerinden üretilen A1 kodlu kumaş, konvansiyonel olana göre daha düşük dikiş açma direncine sahiptir.

Çizelge 4.5. Kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti, kopma mukavemeti ve dikiş açma direnci değerleri

Kumaş Kodu	Yırtılma Mukavemeti (N)		Kopma Mukavemeti (N)		Dikiş Açma Direnci (N)	
	Atkı	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	Çözgü
A1	10	10	120	160	75	75
A2	10	10	100	160	80	80
B1	8	8	100	150	80	70
B2	10	10	100	150	80	70
B3	8	8	100	150	80	70
C1	15	15	180	180	80	80
C2	15	15	180	180	80	80

Kumaş numunelerinin boncuklanma ve aşınma direnci test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, "A" dışındaki numune gruplarının kendi içlerinde benzer boncuklanma ve aşınma direncine sahip oldukları görülmektedir.

A grubunda ise sürdürülebilir viskon liflerinden üretilen kumaşların, konvansiyonel liflerden elde edilenlere göre daha iyi boncuklanma direnci verdikleri, ancak daha düşük aşınma direncine sahip oldukları gözlenmektedir.

Çizelge 4.1.6. Kumaş numunelerinin boncuklanma ve aşınma direnci test sonuçları

Kumaş Kodu	Boncuklanma Direnci	Aşınma Direnci (devir)
A1	4	8000
A2	3-4	15000
B1	3	10000
B2	3	10000
B3	3	10000
C1	3	10000
C2	3	10000

Kumaş numunelerinin Spiralite (dönme) test sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Sonuçlar kumaşların dönme testleri sonucunda belirgin bir fark olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.7. Kumaş numunelerinin spiralite test sonuçları

Kumaş Kodu	Spiralite (%)
A1	3
A2	3
B1	3
B2	3
B3	3

4.2. Kumaş Numunelerinin İpliklerinin Maliyetleri

Çalışmada kullanılan kumaşların maliyetleri konusunda fikir sahibi olabilmek için üretimlerinde kullanılan ipliklerin fiyatları konusunda da bir araştırma yapılmıştır. Çizelge 4.8'de tekstil sektöründe yapılan bu araştırma sonucunda elde edilen yaklaşık iplik fiyatları verilmiştir. İplik üreticileri ellerindeki ipliğin sertifikasyon ve stok durumuna göre fiyatta değişiklik yapabilmektedir. Tablodaki değerler kumaş fiyatları açısından bir fikir verebilmek amacıyla verilmiştir.

Konvansiyonel ve sürdürülebilir viskon iplikleri arasında, kg başına 1 $'a yakın bir fark olduğu gözlenmektedir.

Aynı durum pamuk liflerinde de görülmektedir. Organik pamuktan üretilen iplikler en yüksek, konvansiyonel pamuktan üretilen iplikler ise en düşük fiyata sahiptir.

Çizelge 4.8. Kumaş numunelerinin üretiminde kullanılan ipliklerin fiyatları

Kumaş Kodu	Çözgü İpliği	1 kg İplik Fiyatı ($)	Atkı İpliği	1 kg İplik Fiyatı ($)
A1	Ne 28/1 Viskon ring ecovera	5,65	Ne 28/1 Viskon ring ecovera	5,65
A2	Ne 28/1 Viskon ring	4,72	Ne 28/1 Viskon ring	4,72
B1	Ne 60/1 Pamuk compact BCI	10,00	Ne 60/1 Pamuk compact BCI	10,00
B2	Ne 60/1 Pamuk compact organik	10,90	Ne 60/1 Pamuk compact organik	10,90
B3	Ne 60/1 Pamuk compact	9,90	Ne 60/1 Pamuk compact	9,90
C1	120/30 den Yarımat çekmeyen bambo	7,20	Ne 20/1 Viskon S-Z 1300 Tur/m bükümlü Ecovera	6,85
C2	120/30 den Yarımat çekmeyen bambo	7,20	Ne 20/1 Viskon S-Z 1300 Tur/m bükümlü	5,93

Günümüzde tekstil sektörü sürdürülebilirlik konusunda önemli adımlar atmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar ve yeni geliştirilen ürünler ile sürdürülebilir lif ve ipliklerin fiyatlarında düşüş gözleneceği ve kullanımlarının artacağı ön görülmektedir. Hem üretici hem de tüketici açısından büyük bir önem taşıyan sürdürülebilirlik, tekstil sektörü için vazgeçilmez bir kriter olmaya başlamıştır. Dolayısı ile gözlenen fiyat farkına rağmen, sürdürülebilir lif ve ipliklerin kullanımları her geçen gün artmaktadır.

5. SONUÇ

Dünyada artık birçok tekstil firması sürdürülebilirlik kavramı altında hammadde seçimi, üretim yaparak ve bu durumu tüketiciyi bilinçlendirmek için etiketler ile belirterek piyasada var olmaktadırlar. Tüketiciler de beraberinde bilinçlenerek ve dünyaya karşı sorumluluk alarak çevre dostu üretimi benimsemekte ve bu alandaki ürünlere yönelmektedirler.

Bu çalışmanın amacı; sürdürülebilir ve konvansiyonel bazı selüloz liflerinden üretilmiş kumaşların performanslarının incelenmesidir. Bu amaçla viskon, pamuk ve bambu/viskon liflerinden üretilmiş 3 farklı grup kumaş kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda sürdürülebilir ve konvansiyonel selüloz liflerinden üretilmiş kumaşların performansları arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Çalışmada incelenen tüm kumaş numunelerinin bayan üst giyiminde kullanılacak kriterlerde olduğu tespit edilmiştir.

Sürdürülebilir liflerin konvansiyonel liflere oranla fiyat açısından biraz dezavantajı bulunmaktadır. Ancak bu alandaki gelişmeler sonucunda farklı üretim metotlarının geliştirilmesi ve/veya üretim miktarlardaki artış ile birlikte sürdürülebilir liflerin fiyatlarında düşük olabileceği düşünülmektedir.

Her sektörde olduğu gibi tekstil sektöründe de firmalar çevre dostu ve sürdürülebilir üretimi benimseyerek üretimlerini bu yöne kaydırmaya başlamışlardır. Daha yaşanabilir bir dünya için tüketici ve üreticilerin sürdürülebilir üretim ve ürünlere yönelerek çevrenin korunmasına destek olmaları büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Azizağaoğlu, A., Aksu, B. (2018). Organik Tekstil Ürünlerine Yönelik Tüketici Tutumlarının İncelenmesi, *Tekstil ve Mühendis,* 25: 111, 254-263. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/549668

Anonim. (2019a). BCI Etiketi. https://bettercotton.org/who-we-are/our-logo/-(Erişim tarihi: 01.03.2019).

Anonim. (2019b). OCS Etiketi. https://ceres-cert.com.tr/wp-content/uploads/13.2.6_tr_K%c4%b1sa-Bilgi-OCS_Inf_18-06-13.pdf-(Erişim tarihi: 01.05.2019).

Anonim. (2020a). Sürdürülebilir Viskon Elyaflar. https://www.ecovero.com/tr/index.html-(Erişim tarihi: 10.03.2020).

Anonim. (2020b). Sürdürülebilir Pamuk, 22 Milyon Çiftçinin İyileştirilmiş Tarım Uygulamaları Eğitimi Almasıyla Küresel Üretimin %2,3 sine Ulaştı. https://bettercotton.org/tr/sustainable-cotton-reaches-22-of-global-production-as-2-3-million-farmers-receive-training-on-improved-agricultural-practices/-(Erişim tarihi: 10.03.2020).

Anonim. (2020c). BCI Principles and Criteria. https://bettercotton.org-(Erişim tarihi: 02.02.2020).

Anonim. (2020d). İlk Türkiye Better Cotton hasadı. https://bettercotton.org/where-is-better-cotton-grown/better-cotton-turkey/-(Erişim tarihi: 10.03.2020).

Anonim. (2020e). Cradle to Cradle. https://www.semtrio.com/cradle-to-cradle-c2c-(Erişim tarihi: 03.05.2020).

Anonim. (2020f). Sac Higg Index. https://apparelcoalition.org/the-higg-index/-(Erişim tarihi: 05.03.2020).

Anonim. (2020g). Global Organic Textile Standard. https://global-standard.org/images/resource-library/documents/standard-and-manual/gots_standard_5_0_en1.pdf-(Erişim tarihi: 06.03.2020).

Anonim. (2020h). Better Cotton Üretimi. https://bettercotton.org/tr/sustainable-cotton-reaches-22-of-global-production-as-2-3-million-farmers-receive-training-on-improved-agricultural-practices/-(Erişim tarihi: 01.03.2020).

Anonim. (2020i). Textile Exchange. https://textileexchange.org/standards/organic-content-standard/-(Erişim tarihi: 01.03.2020).

Anonim. (2021a). Cradle to Cradle certification. http://usbcertification.com/tr/cradle-to-cradle/-(Erişim tarihi: 05.03.2021).

Anonim. (2021b). Türkiye'nin 'Better Cotton' lisanslı pamuğu (BCI) serüveni. https://tekstiltekstil.com/turkiyenin-better-cotton-lisansli-pamugu-bci-seruveni/-(Erişim tarihi: 02.02.2020).

Anonim. (2021c). BCI Farmers arounda the world. https://www.wto.org/english/tratop_e/agric_e/item_6_d_bci_alan_wto_presentation.pdf -(Erişim tarihi: 01.03.2020).

Anonim. (2021ç). Ecovero Etiketi. https://www.lenzing.com/newsroom/image-archive (Erişim tarihi: 01.05.2020).

Anonim. (2021d). Standart 100 by OEKO-TEX. https://www.oeko-tex.com/de/unsere-standards/standard-100-by-oeko-tex-(Erişim tarihi: 06.03.2020).

Anonim. (2021e). Forest Stewardship Council. https://fsc.org/en/fsc-labels-(Erişim tarihi: 05.03.2020).

Anonim. (2021f). Permetest ölçüm mekanizması. https://acikerisim.uludag.edu.tr/bitstream/11452/10219/1/329373.pdf (Erişim tarihi: 01.05.2020).

Anonim. (2021g). Tinius Olsen test cihazları. https://www.tiniusolsen.com/- (Erişim tarihi: 01.05.2020).

Anonim. (2021h). Martindale test cihazları. https://sdlatlas.com/products/martindale-abrasion-and-pilling-tester (Erişim tarihi: 01.05.2020).

Cordella, M., Alfieri, F., Sanfelix, J. *et al*.(2020). Improving material efficiency in the life cycle of products: a review of EU Ecolabel criteria. *In J Life Cycle Assess* 25, 921-935 (2020). Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/s11367-019-01608-8.

Çetin, M.D. (2018). Organik Tarım ve Pamuk. *Uluslararası Akademik Araştırma Kongresi.* Erişim adresi:https://www.researchgate.net/publication/335571812_ORGANIK_TARIM_VE_PAMUK_ORGANIC_AGRICULTURE_AND_COTTON

Çopur, O. (2018). GAP Projesinin Türkiye Pamuk Üretimine Etkisi: Son On Yıldaki Değişimler. *ADYÜTAYAM Cilt* 6*, Sayı* 1; 11-18, 2018. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1673113

Deste, M., Sever, S. (2021). Kumaş Tedariğinde Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Sürdürülebilirlik Çervçevesinde Belirlenmesinde Yönelik Tekstil Sektöründe Bir Araştırma. *Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi.* Y.2021, S.6, s.108-126.

Diekel, F., Mikosch, N., Bach, V. ve Finkbeiner, M. (2021). *Life Cycle Based Comparison of Textile Ecolabels.* Sustainability 2021, 13, 1751. Erişim adresi: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/1751.

Eser, B., Çelik, P., Çay, A. ve Akgümüş, D. (2016). Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları. *Tekstil ve Mühendis,* 23: 101, 43-60. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/206027

Grace Annapoorani S. (2017) Social Sustainability in Textile Industry. In: Muthu S.(eds) *Sustainability in the Textile Industry. Textile Science and Clothing Technology.* Springer, Singapur. Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/978-981-10-2639-3_4

Gürarda, A. (2015). Konfeksiyon İşlemleri ile Kumaş Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, *Tekstil ve Mühendis,* 22: 99, 41-50. Erişim adresi: https://doi.org/10.7216/130075992015229905.

İşmal, E. Ö., Yıldırım, L, (2012). Tekstil Tasarımında Çevre Dostu Yaklaşımlar. *1.Uluslararası Moda ve Tekstil Tasarımı Sempozyumu, Akdeniz Üniversitesi*, Antalya, 38-42. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/275371

Kalkancı, M. (2017). Sürdürülebilir Tekstil Üretiminde "Organik Pamuk" ve Önemi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2017 Cilt 2 Sayı 3, 14-23. Erişim adresi: http://acikerisim.pau.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11499/27742/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir%20Tekstil%20%C3%9Cretiminde%20%E2%80%9COrganik%20Pamuk%E2%80%9D%20ve%20%C3%96nemi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kaplan, S., Okur, A. (2005). Kumaşların Geçirgenlik-İletkenlik Özelliklerinin Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri. *Tekstil Maraton,* Mart-Nisan: 56-65.

Marmaralı, A., Dönmez Kretzschmar, S., Özdil, N., Oğlakcıoğlu, G. (2006). Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler. *Tekstil ve Konfeksiyon,* 4: 241-246. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/218001

Mathur, K. (2019). ITMA-2019 New developments in Fibers, Yarns and Fabrics. *Wilson College of Textiles,* NC State University Raleigh, NC, USA. Erişim adresi: https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/JTATM/article/view/16600.

Namlıgöz, E.S. (2010). Farklı ipliklerden dokunan kumaşlara çeşitli bitim işlem yöntemleri ile kimyasal maddeleri uygulamanın kumaşların fizyolojik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma. *E. Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.* Doktora Tezi.

Okur, A., Turan, B.R. (2008). Kumaşlarda Hava Geçirgenliği. *The Journal of Textiles and Engineer*,72: 17-25. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/137308

Şenocak, B. & Bursalı, Y. (2018). İşletmelerde Çevresel Sürdürülebilirlik Bilinci ve Yeşil İşletmecilik Uygulamaları ile İşletme Başarısı Arasındaki İlişki. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 23 (1) , 161-183 . Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduiibfd/issue/52998/702706

Tarafdar, N. (1995). Selection of Appropriate Clothing in Relation to Garment Comfort. *Man-Made Textiles in India*, January: 17-20. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/

Vadicherla, T., Saravanan, D. (2014). Textiles and Apparel Development Using Recycled and Reclaimed Fibers. In Muhtu S. (eds) *Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing Technology.* Springer, Singapore. Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/978-981-287-065-0_5

Yasuda, T., Miyama, M., Yasuda, H. (1992). Dynamic Water Vapour and Heat Transport Through Layered Fabrics- Part II: Effect of the Chemical Nature of Fibers**.** *Textile Research Journal*, 62(4):227-235. Erişim adresi: https://doi.org/10.1177/004051759206200407

Yoon, H.N., & Buckley, A. (1984). Improved Comford Polyester: Part I: Transport Properties and Thermal Comfort of Polyester/Cotton Blend Fabrics. *Textile Research Journal*, vol. 54, 5: pp. 289-298. Erişim adresi: https://doi.org/10.1177/004051758405400502