Turkish Research Journal of Academic Social Science, 9(2): 110-125, 2026
DOI: https://doi.org/10.59372/turajas.1877684

Turkish Research Journal of Academic Social Science

Available online, ISSN: 2667-4491 | www.turkishsocialscience.com |

Natural-Ecological Textile Materials in Terms of Sustainability

Sema Hatun Türker[1,a,*], İdris Oğurlu[2,b]

[1] *İstanbul Ticaret Üniversitesi, Tekstil veModa Tasarımı Bölümü, İstanbul, Türkiye*
[2] *İstanbul Ticaret Üniversitesi, Çevre ve Doğa Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul, Türkiye*

**Corresponding Author*

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 30/01/2026
Accepted : 05/06/2026

Keywords:
Ecological textile
Wool
Linen
Hemp
Cotton

ABSTRACT

The study was based on the premise that even if a natural textile material is inherently ecological, it may not be sustainable due to the non-ecological processes it undergoes during production. The suitability for sustainability and the sustainability capacity of natural textile materials, namely wool, cotton, linen and hemp—were investigated. To determine the technical properties of these materials and the conditions under which their use could contribute to sustainability, literature and databases concerning the use of natural ecological materials in the textile and ready-to-wear sectors, as well as the sustainability of these materials, were reviewed, and the findings were evaluated using bibliometric analysis techniques. The trends and priorities surrounding natural fibres in the context of sustainability were identified, along with appropriate sustainability approaches in textiles and successful applications that achieve sustainability. This study has demonstrated that sustainable textiles should be approached not on a fibre-based basis, but with a life cycle and context-focused understanding. It demonstrates that sustainability in textiles depends more on the nature of production and consumption systems than on the raw material itself. It was concluded that the technical properties of ecological textile materials conducive to sustainability must be reinforced with sustainable production methods and techniques, and ethical, ecological, political and psychological measures addressing the environmental, economic and social dimensions of sustainability were proposed.

Türk Akademik Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 9(2): 110-125, 2026

Sürdürülebilirlik Yönüyle Doğal-Ekolojik Tekstil Malzemeleri

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 30/01/2026
Kabul : 05/06/2026

Anahtar Kelimeler:
Ekolojik tekstil
Yün
Keten
Kenevir
Pamuk

ÖZ

Doğal karakterdeki bir tekstil malzemesinin özü itibariyle ekolojik olsa bile üretim sürecinde gördüğü ekolojik olmayan işlemler dolayısıyla sürdürülebilir olmayabileceği fikrinden yola çıkıldı. Doğal tekstil malzemelerinden yün, pamuk, keten ve kenevirin sürdürülebilirliğe uygunlukları ve sürdürebilirlik kapasitesi araştırıldı. Bu malzemelerin teknik özellikleri ve kullanımlarının hangi şartlarda sürdürülebilirliğe hizmet edebileceğini ortaya koymak için tekstil ve hazır giyim sektöründe doğal ekolojik malzemelerin kullanımı ve bu malzemelerin sürdürülebilirliğini konu alan literatür ve veri tabanları taranmış bulgular bibliyometrik analiz tekniği değerlendirmiştir. Doğal liflerin sürdürülebilirlik bağlamında hangi eğilim ve öncelikler etrafında ortaya konulduğu, tekstilde isabetli sürdürülebilirlik yaklaşımları ve sürdürebilirliği yakalayan başarılı uygulamalar tespit edilmiştir.
Bu çalışma, sürdürülebilir tekstilin lif bazlı değil, yaşam döngüsü ve bağlam odaklı bir anlayışla ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Tekstilde Sürdürülebilirliğin hammaddenin kendisinden ziyade, üretim ve tüketim sistemlerinin niteliğine bağlı olduğunu göstermektedir. Ekolojik tekstil malzemelerinin sürdürülebilirliğe elverişli teknik özelliklerinin, sürdürülebilir üretim yöntem ve teknikleriyle takviye edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmış ve sürdürülebilirliğin çevresel ekonomik ve sosyal boyutlarına temas eden etik, ekolojik, politik, psikolojik tedbirler önerilmiştir.

[a] sgurcay@ticaret.edu.tr [a] https://orcid.org/0000-0002-1559-9373 [b] iogurlu@ticaret.edu.tr [b] https://orcid.org/0000-0002-2677-9513

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Giriş

Günümüzün modern hayatına gelinceye kadar, giyim ve ev tekstili ürünlerinde malzemeler doğal hallerinde kullanılmaktaydı. Dolayısıyla tekstil üretiminin oluşturduğu çevresel kirlilik ve doğa tahribatı da yoktu. Bugün ise tekstil ve hazır giyim endüstrisindeki hızlı üretim ve kısa dönemde tüketimin ve yine moda ürünler ve bu ürünlerin üretiminde kullanılan kimyasal -birçoğu çözünemeyen veya çözünse bile kimyasal atık bırakan- sentetik malzemelerin çevre ve insan üzerindeki zararlı etkileri çevreye duyarlı birçok herkes tarafından görülebilmektedir

Bugün tekstil, tüm dünya ülkelerinde sanayisi, iş gücü, sermayesi ve istihdamı ile en büyük endüstriyel sektörlerden biridir. Bu sektör; üretim, tüketim ve kullanım sonrasında, çevreye en çok atık bırakan faaliyetlere sahne olmaktadır. Tekstil endüstrisi; üretimi sırasında doğal kaynakları zorlayarak sonrasında ise atık üreterek çevre üzerinde negatif bir etkide bulunmaktadır (Busch, 1998). Doğal kaynakların azalması, geri dönüşümün sağlanması, insan emeği sömürüsünün önlenmesi ve sürdürülebilir politikaların uygulanabilmesi tüm dünyada tekstil sanayisi ile ilgili çözülmesi gereken çevresel sorunların başında yer almaktadır.

Doğayla iç içe olduğu devirlerde insan; ihtiyacı olan nesneleri doğadan almış, ancak kullandıktan sonra çevre ve doğaya zararlı atık bırakmamış, onu başka ihtiyaçları için tekrar tekrar kullanmıştır. Modern ekonominin zorlamasıyla insan, doğal malzemeleri zamanla değiştirerek kullanmaya başlamış, ancak bu arada hem doğal olandan uzaklaşmış hem de doğal kaynaklar üzerindeki yükü artmıştır (Oğurlu, 2024).

Tekstil ve moda endüstrisi, makineleşme ve teknoloji ile geleneksel üretim yöntemlerini çeşitlendirmiş, ancak bu arada doğal kaynaklı tekstil malzemelerinin yanı sıra tamamen laboratuvarda geliştirilen yapay malzemeler de icat edilmiştir. Özellikle 1938 yılında pahalı ve el emeği bir ürün olan ipeğin yerine geliştirilen naylon lifi, ucuz ham madde ve daha fazla ürün çeşidinde kullanıldığı için doğal tekstil malzemelerinin yerine tercih edilmiştir. Bu tarihten itibaren tekstil endüstrisinin üretim süreçlerinde- doğal veya kimyasal fark etmeksizin- kullanılan malzemelerin çevreye farklı cinste birçok atık (fiziksel, kimyasal ve biyolojik) bıraktığı bilinmektedir. Hatta doğal karakteri endüstriyel ortamda çeşitli yöntemlerle değiştirilmiş kimi doğal malzemeler de yapay elyaflar kadar doğaya zarar vermektedir (Saatçioğlu, 2012).

Sıvı ve katı atıklar havada emisyona neden olmakta katı atıklar çevreyi çeşitli şekillerde etkilemekte, bazı sıvı kimyasal atıklar doğada toksik etkiler gösterebilmektedir (Özdoğan ve ark., 2007).

Tekstil ürünleri üretim ve tüketim süreçlerinde çevreyi ve tüm canlılar için tehdit oluşturduğu anlaşılmaktadır. Özellikle sentetik ham maddelerden üretilen tekstil ve hazır giyim ürünlerinin üretim sürecinde ortaya kimyasal atıklar çıkmakta, nihai kullanıcılar güncel modayı takip etme adına, ürünü yaşam döngüsü dolmadan elden çıkararak çevreye atık olarak bırakmaktadır. 2009 yılı verilerine göre, Türkiye'de tekstil üretim sürecinde toplam 458.485-ton atık oluşurken, Avrupa'da yıllık yaklaşık 4 milyon ton kıyafet atığı oluşmuş, dünya genelinde ise bu rakam 40 milyon tona ulaşmıştır (Zobar, 2025). Özellikle tekstil ve hazır giyim sektörü gibi hızlı moda ürünlerinin sezon indirimi adı altında çekici, yapay ve ucuz malzemelerle kullanıcılara sunulması bu alandaki tüketimi hızlandırmış ve doğada dönüşemeyen atıklar birikip tehlikeli kirleticiler haline gelmiştir.

Buna karşılık, yün, keten, pamuk ve kenevir gibi doğal içerikli ürünlerin çevreye, doğaya ve insana faydalı malzemeler olduğu, bunlardan üretilen ürünlerin sağlıklı, ter ve nem çekme kapasitelerinin yüksek ve ürün yaşam döngüsünün uzun olduğu bilinmektedir. Yün, pamuk, keten ve kenevir gibi tekstil malzemeleri hayvan ve bitki kökenli olduklarından, doğaya uygun şekilde çalışırlar (Bahtiyari ve ark., 2008). Türkiye, Hindistan ve Çin gibi ülkeler doğal tekstil malzemesi üretiminde birinci sıradadır (Cebeci, 2013).

Moda olgusu ile tüketicilerin ihtiyaçtan fazlasını tüketmesi ve hazır giyim markalarının bu kavram altında daha fazla üretim performansı için kirletici sentetik maddeleri görmezlikten gelmesi ve bir yandan da dünyada var olan doğal kaynakların tükenme noktasına yaklaşması bilinçli üreticilerin dikkatini yün, pamuk, keten ve kenevir gibi hayvan ve bitki kaynaklı liflere yani doğal malzemelere çekmiştir.

Sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların korunmasını teşvik etmek için endüstriye yeni dijital ve teknolojik üretim yöntemleri ve geri dönüşüme yönelik yenilikler getirmek, sürekli bir ihtiyaçtır (İHKİB, 2025). Bu döngü bağlamında, insanın temel ihtiyacından biri olan örtünmeyi karşılayan tekstil ürünlerinin, doğadan gelen malzemelerle üretiliyor olması onun tabii olduğunun da göstergesi olmaktadır. Bu araştırmada; hızlı moda nesneleri ile günümüz dünyasını çılgınca tüketim alanına dönüştüren tekstil ve hazır giyim sektöründe kullanılan ve geri dönüştürülmeyen tekstil malzemelerinin yerine, doğaya ve insana saygılı ekolojik malzemelerin üretim, tasarım ve geri dönüşümü konularına sürdürülebilir bakış açıları getirilmeye çalışılmaktadır.

Araştırmanın Amaç ve Yöntemi

Araştırmanın temel amacı; tekstil endüstrisinin doğal üretim malzemeleri olan yün, keten, kenevir ve pamuğun sürdürülebilirlik boyutlarını ortaya koymaktır. Bu bağlamda çalışma, söz konusu liflerin yalnızca çevresel özelliklerini değil, aynı zamanda literatürde sürdürülebilirlik söylemi içinde nasıl konumlandırıldığını ve hangi kavramsal çerçevelerle ele alındığını incelemeyi gerektirmiştir.

Bu amaçla tekstil ve hazır giyim sektöründe doğal ekolojik malzemelerin kullanımı ve bu malzemelerin sürdürülebilirliğini konu alan literatür taraması yapılmış, doğal liflerin sürdürülebilirlik bağlamında hangi eğilim ve öncelikler etrafında ele alındığının ortaya konması yoluna gidilmiştir. Araştırma bulgularına ulaştıracak veriler bibliyometrik analiz tekniği ile elde edilmiştir. Bu teknik belirli lif türlerinin sürdürülebilirlik literatüründeki görünürlüğünü, kavramsal yoğunluğunu ve akademik üretim içindeki dağılımını incelemek amacıyla tercih edilmiştir.

Bibliyometrik analiz, tekstil ve sürdürülebilirlik alanında uluslararası akademik literatürü kapsayan Web of Science Core Collection, EKUAL (Ulusal Akademik Lisanslı Elektronik Kaynaklar) ve Emerald Insight veri tabanları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu veri tabanlarının seçilme sebebi, tekstil ve sürdürülebilirlik

alanında disiplinler arası ve uluslararası akademik yayınlara erişim sağlamasıdır. Bu veri tabanları hem uluslararası hem de bölgesel ölçekte akademik yayınların görünürlüğünü karşılaştırmalı olarak değerlendirmeye imkân vermektedir. Bu veri taramaları ile makale, kitap, bildiri ve tez araştırmalarından oluşan ulusal ve uluslararası literatüre ulaşılmıştır.

Literatür taraması, 2015–2025 yılları arasını kapsamaktadır. Bu zaman aralığı, sürdürülebilirlik ve ekolojik tekstil kavramlarının akademik literatürde belirgin biçimde artış gösterdiği dönemi temsil etmektedir.

Analizde; "Doğal Ekolojik Tekstil Malzemeleri", "Ekolojik Tekstil", "Sürdürülebilir Tekstil" "Kenevir", "Yün", "Pamuk" ve "Keten" gibi anahtar kelimeler ile "ve / veya" bağlaçları farklı kombinasyonlar hâlinde sorgulanmış, literatürdeki kavramsal çeşitliliğin; terminolojik kullanım yoğunluğu ve belirli lif türlerinin sürdürülebilirlik bağlamında ne ölçüde öne çıktığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan bibliyometrik göstergeler; yayın sayısı ve bunların anahtar kelimelerin yer aldığı alanlara göre dağılımdır. Tarama; tüm alanlar, konu terimleri ve başlıklar şeklinde uygulanmıştır. Bu ölçütler aracılığıyla, ilgili kavramların literatürdeki yaygınlığı, kavramsal merkeziliği ve başlık düzeyinde temsil edilme oranı analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, ilgili veri tabanlarının kendi gelişmiş arama ve filtreleme araçları kullanılarak toplanmıştır.

Bibliyometrik veriler, Web of Science veri tabanından indirilerek, yalnızca anahtar kelime eş-oluşum analizi (co-occurrence of author keywords) tercih edilmiştir. Buradaki amaç, doğal ekolojik tekstil malzemeleri alanında öne çıkan temaların, kavramsal ilişkilerin ve araştırma eğilimlerinin belirlenmesidir. Anahtar kelime analizi, literatürdeki araştırma odaklarını ve konu kümelenmelerini ortaya koymada etkili bir yöntem olarak kabul edildiğinden, yeterli görülmüştür.

Analizler VOSviewer versiyon 1.6.20 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama sürecinde, "doğal ekolojik tekstil malzemeleri" ifadesi tüm alanlarda (all fields) aranmış ve ilgili malzeme türleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkilendirme yapılırken "and" (ve) bağlacı kullanılarak ana kavram ile malzeme türleri birleştirilmiş, farklı malzeme türlerinin dahil edilmesi için ise "or" (veya) bağlacı kullanılmıştır. Araştırma kapsamında ele alınan başlıca doğal ekolojik tekstil malzemeleri; "ekolojik kenevir", "ekolojik keten", "ekolojik yün" ve "organik pamuk" olarak belirlenmiştir. Bulgular, frekans ve karşılaştırmalı dağılımlar üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmanın bağlamını destekleyen başlık, özet ve metinler sınıflandırılarak analiz edilmiş ve araştırma kapsamına dâhil edilmiştir. Literatür taraması ve metin çözümlemesi sonucunda elde edilen bulgular, tablo analizleri aracılığıyla yorumlanarak sonuca ulaşılmıştır.

Çizelge 1. Online Veri Tabanları Üzerinden Taranan Anahtar Kelimeler ve Sonuçları

Table 1. Keywords Searched on Online Databases and Results

Veri Tabanı[1]	Anahtar Kelime[2]	Sonuç
Web of Science	Doğal Ekolojik Tekstil Malzemeleri (Tüm Alanlarda)	370
	Doğal Ekolojik Tekstil Malzemeleri (Konu Terimlerinde)	113
	Doğal Ekolojik Tekstil Malzemeleri (Başlıklarda)	4
	Ekolojik Tekstil Kenevir VEYA yün VEYA pamuk VEYA Keten (Tüm Alanlarda)	514
	Ekolojik Tekstil Kenevir VEYA yün VEYA pamuk VEYA Keten (Konu Terimlerinde)	357
	Ekolojik Tekstil Kenevir VEYA yün VEYA pamuk VEYA Keten (Başlıklarda)	5
	Sürdürülebilir Tekstil (Başlıklarda)	623
EKUAL	Sürdürülebilir Tekstil (Tüm Alanlarda)	707
	Doğal Ekolojik Tekstil Malzemeleri (Tüm Alanlarda)	13
	Ekolojik Tekstil Kenevir VEYA yün VEYA pamuk VEYA Keten (Tüm Alanlarda)	9
Emerald Insight	Sürdürülebilir Tekstil (Konu Terimlerinde)	802

Araştırmanın temel sorusu; tekstil ve hazır giyim endüstrisinde doğal ekolojik tekstil malzemelerinden yün, pamuk keten ve kenevirin sürdürülebilirlik potansiyeli nedir? şeklinde ifade edilebilir.

Araştırmanın alt soruları ise şunlardır:

1. Yün, pamuk, keten ve kenevir hangi teknik özellikleri dolayısıyla tekstil üretiminde tercih edilmektedir? Bu malzemeler sürdürülebilir tekstil amacına ne ölçüde hizmet eder? Bu özeliklerden yararlanılabilir mi?

2. Ekolojik tekstilde yün, pamuk, keten ve kenevirin ekolojik özelliği ve önemi nereden ileri gelmektedir? Bunlardan sürdürülebilir tekstilde yararlanılabilir mi?

[1] https://www.emerald.com/insight/, https://www.webofscience.com, https://ieeexplore.ieee.org, Erişim Tarihi [29.02.2025]

[2] "Sürdürülebilir Tekstil" anahtar kelimesi ile veri taraması yapıldığında mühendislik, sosyal bilimler vb. birçok alandan sonuçlar verdiğinden sadece konu terimlerinden çıkan veriler dikkate alınmıştır.

3. Yün, pamuk, keten ve kenevirin tekstil ve hazır giyim sektöründe sürdürülebilirliği, hangi üretim yöntemleri ve teknolojiler ile sağlanabilir?

4. Tekstil ve giyim sektöründe sürdürülebilirlik için hangi disiplinler iş birliği yapmalıdır?

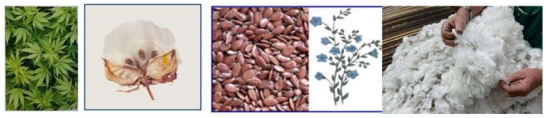
5. Doğal ekolojik tekstil malzemeleri, sürdürülebilirlik hedefine ulaşmada tasarımcılara nasıl ilham/yön vermektedir? Ne gibi katkılarda bulunmaktadır?

6. Sürdürülebilirlik parametreleri, tekstil ve hazır giyim ürünlerine nasıl yansıtılabilir?

Bulgular

Yün, Pamuk, Keten ve Kenevirin Teknik Özellikleri ve Sürdürülebilirliğe Uygunluğu

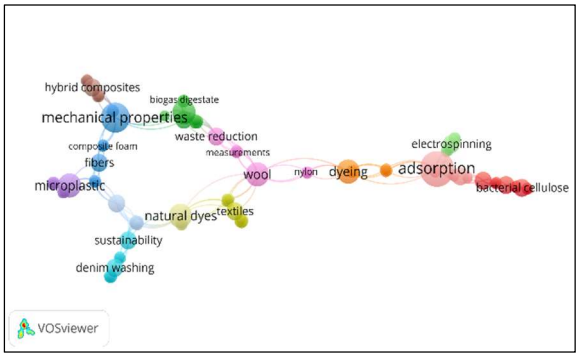
Tekstil endüstrisinde kumaş yapmak için kullanılan doğadan veya kimyasal yollarla elde edilen malzemeler lif olarak adlandırılırlar. Tekstil lifleri bir arada bükülerek veya eğrilerek iplik oluşturulur (Taylor, 1999). Pamuk, keten, yün ve kenevir gibi doğal malzemeler doğal olmalarından dolayı lifli yapıdadırlar (Dayıoğlu ve Karakaş, 2007)



Şekil 1: Kenevir, Pamuk, Keten ve Yün malzemelerin görünümleri

Figure 1: Appearance of hemp, cotton, linen, and wool materials

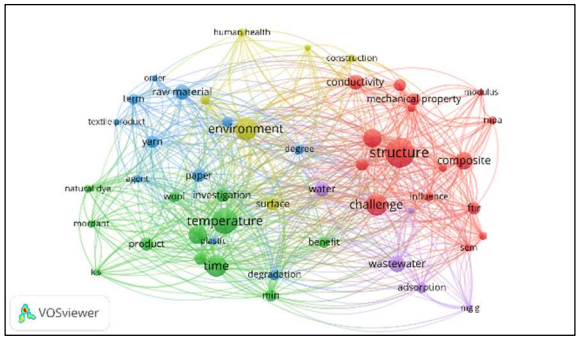
Tekstil alanında kullanılan yün lifleri uzun liflerin en önemlisidir. Hayvan menşeli olup oldukça fazla kıvrımlı ve ince-bükülebilir, bükülebilir yapıdadır (Buğdaycı ve ark., 2023). Bunlar arasında sadece koyunun yünü, genel bir kavram olan yün kelimesiyle belirtilmektedir (Şekil 1) (Atav ve Öktem, 2006). Doğal malzemeler arasında yünün insanın biyolojik ve kimyasal yapısına en yakın malzeme olduğu söylenebilir.



Şekil 2: Ekolojik Yün Anahtar Kelime Bağları (Tex.)

Figure 2: Eco-Friendly Wool Keyword Co-occurence (Tex.)

Şekil 2'ye bakıldığında organik yünde mekanik özellik ile fonksiyon karşı karşıya geldiği görülmektedir. Şekil 2'de sol tarafta mekanik özellikler ve lif yapısı, sağ tarafta ise yine güçlü bir yüzey tutunumu (adsorpsiyon) ve elektro eğirme kümesi yer almaktadır. Bu da yün proteinleri yani keratinin ileri teknoloji tekstillerde yaygın olarak kullanıldığını gösterir.

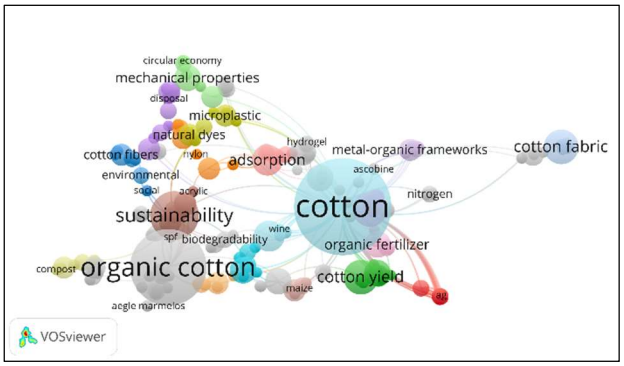


Şekil 3: Ekolojik Yün Anahtar Kelime Bağları (Ris)

Figure 3: Eco-Friendly Wool Keyword Co-occurence (Ris)

Şekil 3, Organik yün literatürünün, daha ziyade malzemenin termal ve strüktürel karakteri üzerine yoğunlaştığını göstermektedir. Yeşil kümede birbirine yakın düşen sıcaklık, yünün yalıtım ve ısı yönetim özelliklerinin, bilimsel çalışmalarda en fazla ele alınan konu olduğunu gösterir. Kırmızı kümede yer alan yapısal ve kompozit düğümleri, yünün de kenevir gibi kompozit yapılarda bir bileşen olarak denenmekte olduğuna işaret etmektedir.

Pamuk, üretimine ve market değerine etki eden bazı özellikleri değişmekle birlikte hemen her türlü toprakta yetişebilmektir. Daha iyi verim için ise derin profilli ve alüvyal topraklarda yetiştirilmesi tercih edilir. Lif verimi, uzunluk, mukavemet, incelik, renk durumu ve yabancı madde miktarı olarak tekstilde çok tercih edilen bir bitkidir (Özcan, 1978; Kaya ve Karağlı, 2023). Pamuk tarımı için ideal topraklar, işlenmesi ve sulanması kolay olanlardır (Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yayım Haberleşme Araştırma ve Uygulama Merkezi, 2004).



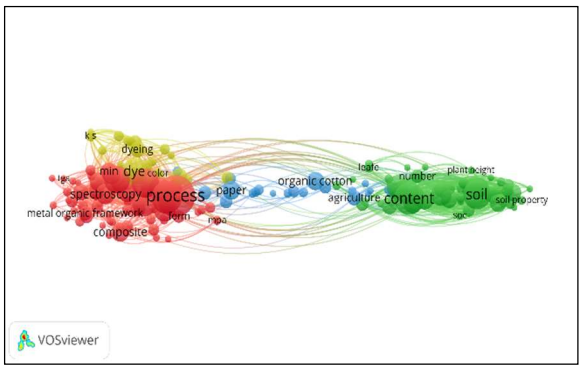
Şekil 4: Organik Pamuk Anahtar Kelime Bağları (Tex.)

Figure 4: Organic Cotton Keyword Co-occurence (Tex.)

Şekli 4, Organik pamuğun diğer liflerden farklı olarak tamamen tarımsal sürdürülebilirlik üzerine kurulu olduğunu ifade etmektedir. Zira, şekildeki pamuk ve organik pamuk düğümleri etrafındaki mekanik özellik, boyama yüzey tutunumu (adsorpsiyon) gibi düğümleri gölgede bırakacak büyüklüktedir. Büyüklük itibariyle hemen bunu sürdürülebilirlik düğümü izlemektedir. Pamuk düğümü ise doğrudan organik gübre biyobozunurluk kavramlarına bağlıdır. Diğer liflerde görmediğimiz biçimde organik gübre ve pamuk verimi terimlerinin sıkı bir ilişkide olduğu ve pamuk tartışmalarının pamuğun tarladaki üretim süreci üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir.

Yukarıdaki şekillerin tamamında yüzey tutunumu (adsorpsion) ve mekanik evsaf gibi teknik terimlerin,

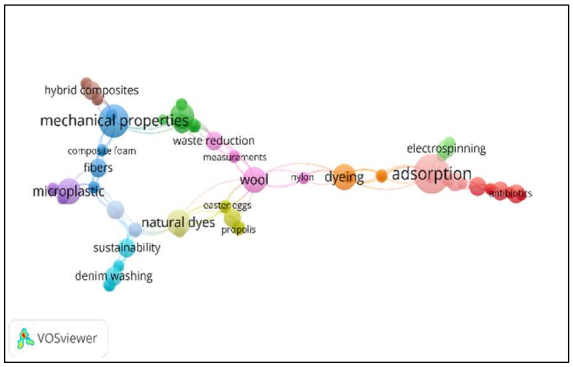
"eko-tekstil" gibi kavramsal terimlerden daha büyük düğümler oluşturması, literatürün bu konuyu daha ziyade uygulamalı bir mühendislik problemi olarak ele aldığını göstermektedir. Zira bunlarda sürdürülebilirlik kavramı merkezi işgal eden koca düğümler olarak yer almak yerine daha ziyade, adeta bir teknik mekanik özellik, yüzey tutunumu (adsorbsiyon) ve lif yapısı gibi terimlerin arasında kaybolmaktadır.



Şekil 5: Organik Pamuk Anahtar Kelime Bağları (Ris.)
Figure 5: Organic Cotton Keyword Co-occurence (Ris.)

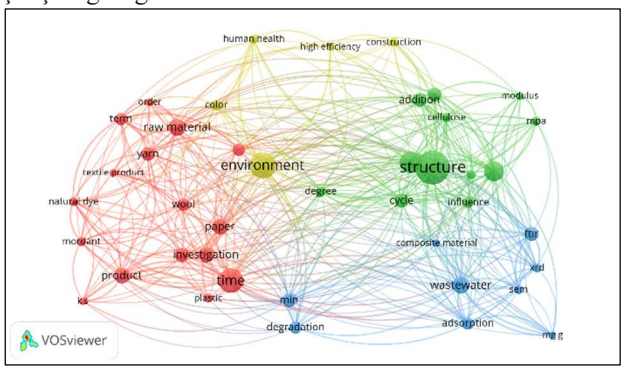
Şekil 5' de pamuğun tekstil literatüründeki yerini görmek istediğimizde, organik pamuk konusunun adeta bir tarım ve toprak konusu olduğunu görmekteyiz. Çünkü, şekildeki yeşil bölgede yer alan; toprak, toprak muhtevası, bitki boyu gibi terimler, organik pamuk çalışmalarının büyük oranda tarımsal deneylere sahne olduğunu ifade etmektedir. Kırmızı Bölge: pamuğun lif kalitesinin neredeyse sadece laboratuvar analizlerinden ibaret kaldığını göstermektedir.

Anadolu'da ilk izlerine M.Ö 2000 yıllarına rastlanan daha sonra Orta Avrupa'da çok yetiştirilen keten bitkisinin; anavatanı Akdeniz'in çevresinden Hindistan'a kadar olan bölgedir (Yılmaz ve Uzun, 2019). Bitkinin gövde kısmından elde edilen keten ve kenevir kabuk lifleri olarak da bilinirler.



Şekil 6: Ekolojik Keten Anahtar Kelime Bağları (Tex.)
Figure 6: Ecological Linen Keyword Co-occurence(Tex.)

Ekolojik keteni gösteren Şekil 6, Şekil 1'deki yün haritasına çok benzer bir görünüm arz etmektedir. Şekil 6' ya bakıldığına; ketene temas eden tekstil literatürünün iki kısma ayrıldığı görülmektedir. Şekil 6'da sol taraf (mavi düğümler) ürünün daha ziyade fiziksel performansı ve çevresel ayak izine işaret etmektedir. Şekil 6' da mekanik özellikler (sürdürülebilirlik) düğümleri merkezdedir. Mikroplastik düğümünün varlığı doğal liflerin sentetiklere karşı bir çözüm olarak konumlandırıldığını göstermektedir. Sağ tarafta (kırmızılar) yüzey tutunumunu (adsorpsiyon) temsil eden düğüm çok büyüktür. Bu durum, keten ve benzeri liflerin literatürde sadece kumaş olarak değil, atık suyu arıtmada fonksiyonel bir malzeme olma yönüyle de yoğun şekilde çalışıldığını gösterir.



Şekil 7: Ekolojik Keten Anahtar Kelime Bağları (Ris.)
Figure 7: Ecological Linen Keyword Co-occurence(Ris.)

Şekil 7, literatürdeki ekolojik keteni, terim odaklı olarak irdelemekte ve terimler arasındaki etkileşimi göstermektedir. Merkezde yer alan en iri düğümler; iç bünye, lif yapısı ve çevre düğümleridir. Bu, organik keten çalışmalarında temel motivasyonunun çevresel etki olduğunu, ancak teknik odağın malzemenin yapısı üzerinde toplandığını gösterir.

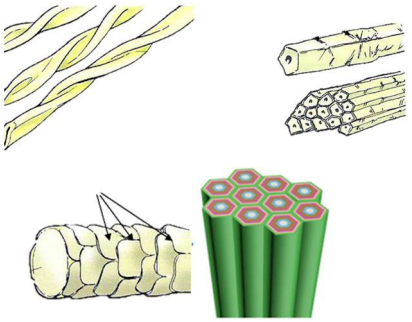
Literatüre göre kenevir ve keten; artık giysi olmaktan çıkıp inşaat ve takviye malzemesi kimliğine bürünmüştür. Pamuk, tamamen toprak ve tarım meselesi haline gelmiş; yün ise neredeyse bir termal yönetim konusu olarak işlenir hale gelmiştir.

Tekstil malzemeleri ait oldukları hayvan, bitki vb. canlı üzerindeki görevlerini kullanıldıkları tekstil ürününde de yerine getirmeye devam ederler. Sözgelimi yün lifi; hayvanı ısıtmaya yarayan özelliğini giysi haline dönüştüğünde insanda da gösterir.

Çizelge 2'deki verilerde yün, keten, kenevir ve pamuk doğal tekstil malzemelerinin içerdiği fiziksel özellikler görülmektedir. Yoğunluğu en düşük malzeme olan yünün doğal rengi, esnekliği ve gerilme kuvveti; onun diğer hayvansal kıl, boynuz ve tırnaklarda da bulunan kreatin denilen özel bir proteindin oluşmasından ileri gelmektedir (Özcan,1978).

Çizelge 2: Yün, Keten, Kenevir ve Pamuğun Doğal Fiziksel Özellikleri
Table 2: Natural Physical Properties Of Wool, Linen, Hemp, And Cotton

	Fiziksel Özellik								
Elyaf Cinsi	Uzunluk	İncelik	Mukavement (g/tet)	Parlaklık	Uzama ve esneklik	Yoğunluk	Nem çekm	Isıdan şekil alma	Elektrikse l özellikler
Yün	13-14 cm	**	50-55	***	**	1,3	*	*	***
Keten	30-90 cm	*	40-45	*	***	1,54	**	**	**
Pamuk	9-60 cm	***	30-35	***	***	1,52	***	**	**
Kenevir	90-180 cm	*	48	**	***	1,5	***	***	**



Şekil 8. Pamuk, Keten, Yün ve Kenevirin Mikroskobik Görünümü (Boyuna Kesit)

Figure 2. Microscopic Appearance Of Cotton, Linen, Wool, And Hemp (Longitudinal Section)

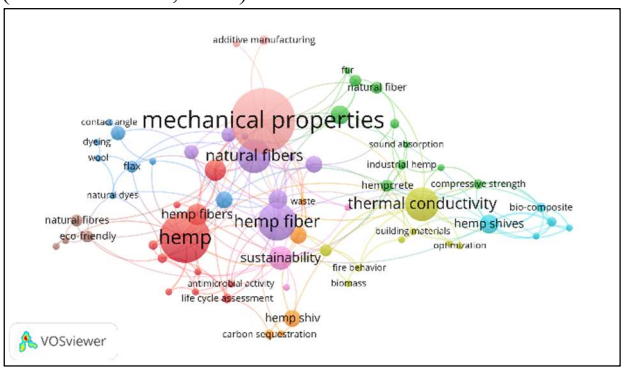
Pamuk tekstil lifi; mukavemet, nem çekme ve ısı dayanıklılığında yün ile keten arasında yer almaktadır. Bu doğal fiziksel özellikleri sayesinde pamuk bugün tekstil endüstrisinin en gözde malzemesi konumundadır. Fakat bu lif, çevre ve ekoloji yönünden ele alındığında büyük problem haline dönüşmektedir. Zira, pamuk bitkisinin üretiminde aşırı su kullanımı, üretim öncesi ve sonrası kullanılan pestisit ve diğer kimyasallar insan ve çevre için zararlı olup ekolojik sorunlar yaratmaktadır.

2018 yılında elde edilen verilerde, yaklaşık 100 milyon tonluk elyaf tüketimindeki petrol bazlı sentetik elyaf %62, pamuğu da içeren selülozik ve protein bazlı elyaflar %26, odun bazlı selülozik elyaflar %6, diğer doğal elyaflar %5 ve yün %1 civarında kullanım oranına sahiptir (Kaya ve Karağlı, 2023). Bu verilerden de anlaşılacağı üzere pamuk ve poliester en fazla üretilen ve tüketilen lifler arasındadır (Kalkancı, 2017). 1kg pamuk (ortalama 5 adet T-shirt) üretebilmek için en az 8000 litre su kullanılması gerekmektedir (Can ve Ayvaz, 2017). Ayrıca üretim sürecinde pamuk lifini korumak ve üretimin verimliliğini arttırmak amacıyla yüksek oranda kimyasal ve toksit içeren farklı onlarca tarım ilacı kullanılmaktadır (Ceylan, 2010; Phau ve Ong, 2007).

Yukarıdaki verilerden anlaşılacağı gibi keten; pamuktan daha sağlam, daha parlak, pürüzsüz, nem ve ter çekme özelliği yüksek olan, insan için sağlıklı bir malzemedir. Ketenin çabuk buruşması, istenmeyen bir fiziksel özellik olduğundan, keten tekstil endüstrisinde farklı sentetik lif karışımları veya bitim işlemlerine tabii tutulmakta ve buruşma özelliği kimyasal etki ile giderilmektedir. Antik Mısır'da, mumyalama işleminde keten; hava, nem ve ısıya karşı dayanıklı olduğundan tercih edilmiştir (Atıcı ve ark., 2010).

Kenevir, bir yıllık odunsu bir bitkidir, sap kısımları işlenir (Kaya ve Öner, 2020). Kenevir lifi, üstün mekanik özellikleri sayesinde çevre dostu seçenekler sunar ve biyolojik olarak parçalanabildiği için atık arıtımında da etkili bir şekilde kullanılabilir (Merdan vd., 2013). Fiziksel özelliklerinin yanı sıra, kenevir üretiminde az su kullanımı, gübre ve zirai ilaca ihtiyaç duymadan her yerde yetiştirilebilmesi gibi üstün ekolojik özelliklerinden dolayı doğal ve sürdürülebilir bir malzemedir (Acar ve Dönmez, 2016).

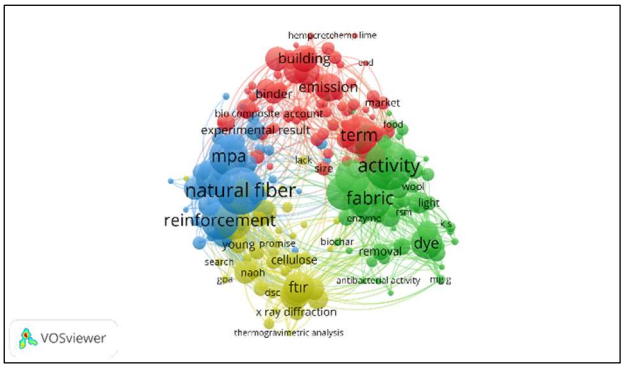
Kenevir lifi dünyada en yaygın kullanım alanına sahip doğal lif olan pamuk ve petrol esaslı sentetik lifler ile kıyaslandığında; etik olarak üretilebilmesi, yaşam döngüsü değerlendirmesi kapsamına dâhil olması, pek çok alanda doğal çözümlere elvermesi gibi faktörler dolayısıyla önem arz etmektedir (Kurtuldu ve İşmal, 2020). Kenevirin; en çok Rusya olmak üzere, Hindistan, Çin, Macaristan, Polonya, Romanya ve Yugoslavya'da tarımı yapılmakta, Ülkemizde ise kenevir Kastamonu, Ünye, Fatsa, Malatya ve Urfa'da kenevir üretilmektedir (Merdan ve ark., 2013).



Şekil 9: Ekolojik Kenevir Anahtar Kelime Bağları (Tex.)

Figure 9: Ecological Hemp Keyword Co-occurence(Tex.)

Şekil 9; ekolojik kenevir lifinin tekstilden ziyade endüstriyel bir ham madde olarak görüldüğünü ifade etmektedir. Burada yeşilin hâkim olduğu kesimde termal iletkenlik dikkat çeken ölçüde belirgin olduğu için, kenevirle ilgili literatürün, bu lifin yalıtım potansiyeline çok güçlü bir vurgu yaptığı görülmektedir. Kırmızı küme ise kenevir elyafı ile kenevirin mekanik evsafı arasındaki bağın gücüne dikkat çekmekte olup bu bağın tekstil mukavemetinden ziyade biyo-kompozitlerdeki takviye rolüne ve işaret etmektedir.



Şekil 10: Ekolojik Kenevir Anahtar Kelime Bağları (Ris.)

Figure 10: Ecological Hemp Keyword Co-occurence(Ris)

Şekil 10' da kenevirin sürdürülebilirlik boyutu daha derinlemesine görülebilmektedir. Mavi kümede yer alan doğal lif ve takviye terimleri, kenevirin plastiklere alternatif bir dolgu malzemesi olarak görüldüğünü ifade etmektedir. Kırmızı kümede; yapı, yapılandırma ve emisyon terimlerinin yan yana gelmesi, kenevirin literatürde karbon emisyonunu azaltan bir yapı bileşeni olarak tartışıldığını gösterir.

Doğal tekstil malzemelerinin sergilediği ekolojik ve sürdürülebilir davranışlar ve kimyasal özellikler Tablo 3'te belirtilmiştir.

Çizelge 3: Yün, Keten, Kenevir ve Pamuğun doğal kimyasal maddelere karşı tutumları

Table 3: Attitudes of Wool, Linen, Hemp, and Cotton Toward Natural Chemicals

Elyaf Cinsi	Kimyasal Özellik			
	Asit	Baz	Alkali	Çevresel Etkilere Dayanım (Isı, Işık ve diğer Ağır Metaller
Yün	*	*	****	*
Keten	▬	▬	****	*
Pamuk	****	****	**	***

Yün, keten, pamuk ve kenevirin kimyasal özellikleri analiz edildiğinde; yünün asit, baz çözücü maddelerine karşı dayanıklılık performansının iyi olduğu ancak, keten kadar alkalilere karşı hassas olduğu ve bu konuda orta derece olan malzemenin pamuk olduğu anlaşılmıştır. Kenevirin asit, baz ve çevresel etkilere karşı dayanıklılık performansının yüksek olduğu, bu maddelerden etkilenmediği, keten ve yünün ikinci sırada, pamuğun ise üçüncü sırada olduğu görülmüştür.

Doğal işlenmemiş yün, keten ve kenevirin tekstil malzemelerinin çevresel etkilere (ısı, ışık ve diğer ağır metaller) karşı dayanıklı olduğu, pamuğun bu konuda diğerlerine göre yetersiz kaldığı bilinmektedir.

Bu analizler ışığında endüstri bitkisi olan pamuk, keten ve kenevirin doğal özelliklerinin korunarak olduğu gibi, aynı zamanda üretilen tekstil ürününün kalitesini de korumakta olduğu, ekolojik zararını en aza indirdiği, bu malzemelerden yapılan ihtiyaç ürünlerinin doğal yaşam döngüsünün uzun ve geri dönüştürülebilir olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tekstilde Sürdürülebilir Üretim Yöntemleri ve Teknolojileri

Tekstil ve hazır giyim sanayisi, üretim süreçlerindeki çeşitliliğinden dolayı teknolojiye en çok ihtiyaç duyan sanayilerden biridir. biridir. Bu ihtiyaç dolayısıyla da teknolojik gelişmelere kendini adapte edebilen özgün sektörlerden biridir. Teknoloji ise; terbiye, boya ve baskı işlemlerinde geçmişten bu yana kendini hızla güncellemektedir. Bu teknolojilerin kullanımına rağmen ham madde işletmeye girdiği anda (mamul, yarı mamul) yıkama, ağartma, yapağı, durulama, boyama ve son ürünlerin yıkanması gibi işlemlerde sürecin başından sonuna kadar yüksek hacimlerde su kullanılmaktadır.

Terbiye işlemlerinde aşırı su kullanımına karşı geliştirilen susuz boyama teknolojileri, devrim niteliğinde bir çözüm olarak görünmektedir. Bu sistemler, boyama sürecinden suyu tamamen ortadan kaldırmayı amaçlamakta ve geleneksel yöntemlerle eşit, hatta onlardan daha kaliteli ürün ve performans sunarken çevresel maliyeti da önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu dönüşüme öncülük eden üç önemli teknoloji Süperkritik CO_2 boyama, hava boyama ve dijital boyama platformları şeklinde sıralanabilir.

Diğer iki yenilikçi teknik olan havayla boyama ve dijital boyama da su tüketimini %100 oranında azaltmaktadır. Özellikle dijital inovasyon, susuz boyamayı ana akım haline getirmiştir (Textile School, 2025). Bu yeni teknolojiler bugün için polyester gibi sentetik kumaşlar için uygulanabilir olsa da pamuk gibi doğal lifler CO_2' de şişmediğinden boya emilimini sınırlar.

Dijital baskı sistemleri, konvansiyonel rotasyonel baskılara göre hem çevre hem de üretim maliyetleri bakımından daha uygundur (Oğurlu ve Türker, 2025). Teknolojideki bu yenilikler, tekstil endüstrisinde suyun en fazla tüketildiği terbiye süreçlerinde, tüketimi en aza indirecek güncel gelişmelerdir. Ayrıca, hazır giyim üretim sistemlerinde kullanılan gelişmiş otomasyon teknolojileri, endüstrinin ulaştığı en güncel aşamayı temsil etmektedir. Bhanushali (2021).

Hazır giyim sektöründe otomasyonun, üretimde mekanik ve elektronik sistemlerin insan iş gücünün yerini alacak şekilde kullanımı olarak tanımlandığını ve bunun iş süreçlerini hızlandırdığını belirtmektedir. Endüstri 4.0 ile akıllı fabrikaların ve dijitalleşmiş üretim sistemlerin, hazır giyim üretim süreçlerini dönüştürdüğü ve sektörün daha ileri bir teknolojik seviyeye ulaştığı görülmektedir (Gökalp ve ark. 2019). Tekstil ve hazır giyim üretim süreçlerindeki bu gelişmeler; endüstrideki geleneksel üretim yöntemlerinde oluşan atığı sıfıra indirerek sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır.

Tekstil ve hazır giyimin son kullanıcıya ulaşmasını sağlayan online ve fiziki mağazalarda kullanılan Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR) dijital uygulamaları, ürünlerin iade süreçlerini azaltarak karbon emisyonu ve kullanıcının zaman tüketimini en aza indiren yenilikçi teknolojilerden bazılarıdır (Eraş ve Türker, 2025).

Diğer yandan, Ülkemizde geleneksel üretim yöntemleriyle doğal tekstil malzemelerinin üretimi günümüzde sayısı çok az olsa da devam etmektedir. Bu sürecin devam etmesinin en önemli nedeni; Anadolu ve çevresinin geleneksel tekstil üretim yöntemlerinin usta-çırak ilişkisinde devam ettirilmesidir.

Tekstil ve Hazır Giyimde Sürdürülebilirlik Parametreleri

Doğal- ekolojik tekstil malzemeleri denildiğinde hammaddesi doğada olan, canlılardan -bitki ve hayvan- elde edilen maddeleri ifade etmekteyiz. Dolayısıyla bu canlı türlerinin ölçüsüz ve aşırı kullanılması halinde tükenme riski vardır. Doğal kaynakların hızla tükendiği, kimyasal maddelerin bilinçsizce kullanıldığı bu çağda, insanlarda ve diğer canlı türlerinde çevre çevre sorunları yüzünden ortaya çıkan öldürücü hastalıklar, ülkeleri yeni tedbirler almaya zorlamaktadır. Bu durum 21. Yy.'ın üretim ve istihdam açısından en büyük sektörü olan tekstil endüstrisinin üretim öncesi ve kullanım sonrası çevreye bıraktığı tahribata yönelik sürdürülebilir yöntemler ve çözümler aramasına neden olmuştur (TUBİTAK, 2000).

İnsanın en önemli ihtiyacı olan giyinmeyi karşılayan tekstil malzemesinin sürdürülebilir olması zorunluluk haline gelmektedir. Bu düşünce doğrultusunda doğal tekstil malzemelerinin sürdürülebilirliği insan, çevre ve ekosistemin fayda göreceği, sağlıklı ortamların oluşacağı düşüncesi ile bir felsefe olarak nitelendirilebilir. Tasarımcı ve akademisyen Gönül Paksoy 2025 yılında açtığı "*Doğada Atık Yoktur"* sergisi ile günlük yaşam

içinde atık olarak bir kenara atılan ürünlerin, sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle onlara ikinci bir hayat vermenin; doğal kaynaklar, çevre ve insan için daha temiz ve yenilebilir bir ortam sağladığını vurgulamaktadır (Şekil 3) (Paksoy, 2025).

Şekil 11: Gönül Paksoy " Doğada atık yoktur" adlı sergi afişi

Figure 11: Gönül Paksoy's exhibition "There is no waste in nature."

Tekstil endüstrisinde doğal malzemelerin en çok kullanıldığı alan olan hazır giyim endüstrisinin hizmet ettiği modanın her alanında, ekolojik tekstil malzemelerini teşvik etmek için sürdürülebilirliğin önemli parametrelerinin tüm tekstil üretim ve kullanım süreçlerine uyarlanması, önem teşkil etmektedir.

Ekolojik Boyut

Sürdürülebilirlik kavramının üç temel boyutundan biri olan ekoloji, kalkınmanın doğa ve çevre boyutunu inceler. Birleşmiş milletlerin 2015 yılında küresel bir eylem çağrısı olarak ilan ettiği sürdürülebilir kalkınma hedefleri 17 maddeden oluşmaktadır. Bu maddelerden temiz su ve sanitasyon, erişilebilir ve temiz enerji, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar, sorumlu üretim ve tüketim, iklim eylemi, sudaki yaşam, karasal yaşam olmak üzere altısı sürdürülebilirliğin ekolojik boyutuna atıf yapmaktadır (United Nations, 2015).

Tekstil ve hazır giyim endüstrisi diğer tüm sanayi dalları gibi, üretim süreçlerinde doğal ekolojik tahribata sebebiyet veren faaliyeteler içermektedir. Dolayısıyla tekstil ve hazır giyim sektörünün acil olarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelmesi gerekmektedir.

Üretimde Çevre Dostu Yaklaşımlar

Tekstil ve hazır giyim endüstrisinde üretici firmalar çeşitli çevre dostu yaklaşımlar geliştirmeye başlamıştır. Doğal kaynakların tüketimi, kimyasal kullanım ve atık yönetimini içeren çeşitli stratejilerin gelişimine katkı sunmuştur. Bu stratejilerde ekolojik kaygılar, insan ve çevre ile ilgili etik hususlar ve ekolojik çözümler önemli yer tutmaktadır (Şekil 12).

Şekil 12: Kenevir Lifinden Elde Edilen Ürünler

Figure 12: Products Obtained from Hemp Fiber

Karbon ayak izi

Karbon ayak izi, kişi ya da kurumların faaliyetleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı yollarla atmosfere saldığı toplam sera gazı miktarını tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Son yıllarda bu kavram, bilimsel literatürde önemli bir yer edinmiş ve özellikle Türkiye'nin de aralarında bulunduğu birçok ülkede yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. İklim değişikliğinin küresel ölçekte giderek daha fazla gündeme gelmesiyle birlikte, karbon ayak izinin hesaplanmasına yönelik ilgi de artış göstermiştir (Işık, 2023).

Doğal tekstil malzemeleri dahil tüm tekstil ürünlerinin, üretimle başlayan ve nihai kullanıcıya kadar süren yolculuğunda belli bir karbon ayak izi bulunmaktadır. Tekstil sanayiinde petrol ham maddesinden üretilen sentetikler, daha çok pamuk yetiştirmek için kullanılan gübreler, boya, terbiye ve bitim işlemlerinde kullanılan kimyasallar da dahil olmak üzere çoğunlukla yenilenemeyen kaynaklar kullanılmaktadır. Hızlı moda ürünlerin sezonluk olarak üretilmeleri, ürün yaşam döngülerinin kısa olması, tekstil üretim de dahil olmak üzere tedarik ve lojistik, e-ticaret faktörleri tekstilde karbon ayak izini artırmaktadır.

Sürdürülebilir Tasarım Uygulamalarının Etkisi

Tekstil ve hazır giyim endüstrisine yön veren bir kavram olan tasarımcı; bilgi ile donanmış, toplumun, kişilerin sosyolojisini okuyup analiz edebilen ve karşılaşılan ve hatta oluşabileceğini önceden sezdiği problemlere özgün öneriler ile sonuç odaklı çalışan kişidir (Yılmaz, 2014). Tekstil ve hazır giyim endüstrisinde yaşanan kirlilik, atık problemleri, işçi sağlığını tehdit eden uygunsuz çalışma ortamları elbette ki bu sanayinin temel taşlarından biri olan tasarımcıları da huzursuz etmektedir. Nitekim, tekstil alanının hazır giyim alanında çalışan tasarımcılar, dünya kaynaklarında oluşan tükenmeye karşı farkındalık oluşturmak, bu bilinci yaymak için tekstil tasarımı alanlarında yaşanılabilir bir çevre arayışına yorumlar getirmektedirler.

Tekstil ve hazır giyim markaları, doğal ekolojik tekstil malzemelerinin organik şekilde üretilmesinin insan ve çevre için faydalı ve doğal kaynakları (su, hava, toprak vs.) korumada primer malzemeler olduğunun farkına vararak, sürdürülebilir tasarımlar geliştirmeye yönelik altyapı ve kurumsal kimlik oluşturmaya yönelmiştir.

Şekil 13: Flora Collingwood-Norris, Görünür Onarım Tasarımları, 2025

Figure 13: Flora Collingwood-Norris, Visible Repair Designs, 2025

Tüm dünyada özellikle Avrupa'da gelişen bazı tepkiler tasarımcıların atık konusuna duyarsız kalmadıklarına işaret etmektedir. Flora Collingwood-Norris, İskoçya sınırındaki Galashiels'te yaşayan bir triko tasarımcısı, üreticisi ve görünür onarımcısıdır. Hayatı boyunca tekstil ürünlerine, özellikle de trikoya karşı büyük bir ilgi duymuş ve bunun üzerine uzmanlaşmıştır. Tasarımcı görünür onarım uygulamaları hakkında şu ifadeleri kullanmaktadır (Flora Collingwood-Norris, 2025):

> "Sahip olduğunuz giysilerin ömrünü uzatmak, sürdürülebilir bir gardırop oluşturmanın ve tekstil atıklarını azaltmanın en iyi yoludur. Geleneksel becerileri çağdaş tasarımla birleştirmek, onarımlarınızı diğerlerinden ayıran bir özellik olurken, bu yöntemle eski örme giysilerinizi yenileyebilir ve kendinizi yeni bir şey giyiyormuş gibi hissedebilirsiniz."

Bu yönlendirmeyle tasarımcı, doğayla barışık, ekolojik ve estetik değeri yüksek, katma değerli sürdürülebilir tasarımlar üretmek amacına hizmet etmektedir.

Yeşil tekstiller, organik tekstiller, ekolojik tekstiller, ekolojik tasarım, çevre için tasarım, sürdürülebilirlik, karbon ayak izi, yaşam döngüsü değerlendirmesi- YDD (Life Cycle Assessment- LCA), sürdürülebilir tasarım (Design for Sustainability-D4S) vb. gibi yeni kavramlar tasarımcılar arasında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (İşmal ve Yıldırım, 2011).

Ekonomik Boyut

Sürdürülebilirliğin temel boyutlarından biri olan ekonomi, ülkelerin kalkınmasında rol oynayan en önemli faktörlerden biridir. Dünya genelinde ve Ülkemizdeki duruma bakıldığında tekstil, istihdam sağlayan birincil sektörlerdendir.

Modern tekstil endüstrisinin, üretim süreçlerinde harcadığı doğal, beşeri ve çevre ve ekonomik kaynaklar göz önüne alındığında sürdürülebilirlik, sektör için pahalı ve ulaşılmaz görünmektedirler. Yün, pamuk, keten ve kenevir malzemelerinin tekstil endüstrisinde bugünkü kullanım miktarı, olması gerekenden çok daha yüksektir. Bu malzemelerin bilinçsizce tüketilmesinin en önemli nedenleri arasında, hatalı politik uygulamalar, sosyoekonomik sorunlar ve hatta modanın psikolojik etkenleri sayılabilir.

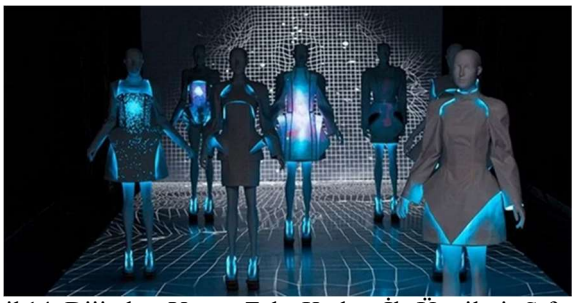
Döngüsel ekonomi, kaynakların yeniden kullanımını ve atık üretimini minimuma indirmeyi amaçlayan bir üretim modelidir. Çoğu imalatçı kurum ve işletme, doğal ekolojik tekstil malzemelerinin üretiminde kapalı döngü geri dönüşüm stratejisini ve üretim sonrası atıkların değerlendirilmesi ile kullanılmış tekstil ürünlerinin yeni malzemelere dönüştürülmesini benimsemiştir.

Firmalar sürdürülebilir doğal kaynakların korunmasına yönelik çeşitli "eco" işaretli etiketler, GOTS (Global Organik Tekstil Standardı) sertifikalarını müşterilerine ilan etmektedirler. Bu sertifikalar, çevreyi, doğayı ve ekosistemi önemseyen kullanıcılara, söz konusu firmaların sürdürülebilir tasarımı benimsediğini, üretilen ürünlerin geri dönüştürüldüğü ya da yeniden kullanıldığı döngüsel bir üretim sistemi sunduğunu göstermektedir (Öner, 2023). Mesela, sürdürülebilir doğal pamuk malzemeler kullanan bir marka olan Marimekko; kapalı döngü pilot projesinde, jarse üretimleri sonrasında oluşan atık ve diğer doğal tekstil malzemelerini, yeni ürünleri için ham madde olarak kullanırken, giysilerin kalitesini ve uzun ömürlü olmasını sağlamak için de ürüne bağlı olarak malzemenin minimum yüzde 20'sini rejenere pamuk elyafı, geri kalanını ise işlenmemiş pamuk olarak uygulamışlardır (Tekstil Teknik, 2025).

Niinimäki (2018) bu konuda, dijital üretim teknikleri, biyoteknoloji temelli malzemeler ve 3B baskı gibi yenilikçi yöntemlerin moda endüstrisinde önemli bir dönüşüm yarattığını vurgular. Özellikle biyobazlı ve geri dönüştürülebilir malzemelerin geliştirilmesi, ürünlerin doğada çözünürlüğünü kolaylaştırarak atık sorununu en aza indirmekte; aynı zamanda kaynak kullanımında da önemli tasarruf sağlamaktadır.

Yenilik ve Teknoloji

2000'lerden itibaren organik ürünler, adil ticaret ve yenilenebilir elyaflar, yeni gelişmelere temel olmuş ve birçok marka, alternatif materyaller kullanarak koleksiyonlarını oluşturmuştur (Can ve Ayvaz, 2017). Tekstil ve hazır giyim endüstrisinde moda tüketimi ile teknolojinin getirdiği hızlı üretim ve stok fazlası ürünler, doğada yaşam döngüsü tamamlanmadan atık olarak kalmaktadır. Teknolojinin sağladığı imkanlarla özel ihtiyaçlar için giysiler düşünülürken, tekstil işletmelerinde birçok konvansiyonel ve çevre dostu olmayan kimyasalın yerini üretim ve kullanım boyunca çevre ve sağlık için güvenli olacak doğal bazlı ürünlerin aldığı yeşil bir devrim başlamaktadır. Bu sebeple, tekstilde gelecek vaat eden yenilikçi yaklaşımlar, ancak sürdürülebilir üretim ve sürdürülebilir tüketimin yolunu açan yaklaşımlar olacaktır (Boström & Micheletti, 2016).



Şekil 14: Dijital ve Yapay Zeka Katkısı İle Üretilmiş Sıfır Atık Giysiler

Figure 14: Zero-Waste Garments Produced With The Contribution Of Digital And Artificial İntelligence

Otomasyon ve dijitalleşme, geleneksel üretim süreçlerini dönüştürerek daha verimli, uygun maliyetli ve çevre dostu hale getirmekte, üretimi robotik teknolojisi

ve yapay zekâ (AI) kullanımıyla entegre etmekte ve böylece üretim operasyonlarını kolaylaştıran, israfı azaltan ve enerji tüketimini en aza indiren yenilikçi uygulamalarla tekstil üretiminin kirlilik yükünü azaltmaktadır (James, 2024).

Tekstil endüstrisinde zarar verici uygulamalar yerine; organik, sağlıklı, ekolojik ve yenilikçi yöntemler benimsenmeye başlanmıştır. Bunun sonucunda; doğal tekstil malzemeleri yün, keten, kenevir ve özellikle organik pamuklu ürünlere artan talepler, malzeme kaynaklarına onların azalması yönünde etkide ederken, yenilikçi ve akıllı teknolojilerin gelişimi ise bu malzemelerin korunması ve sürdürülebilirliği için yeni alternatif malzemeler sunmaktadır. Özellikle bilim alanında yürütülen doğada çözünebilen biomateryal arayışları, tekstil alanında sürdürülebilir yöntemler bulma çabası olarak dikkat çekmektedir.

AR-GE ve Teknolojilere Yatırım

Moda ve tekstil endüstrisinde sürdürülebilirlik için araştırma ve geliştirme (AR-GE) çalışmalarının kritik önemi vardır. Çünkü özellikle doğal tekstil malzemelerinin kötü üretim ve kötü kullanım süreçlerinden kaynaklanan atık sorunları çözülemez hale gelmiştir. Tekstil ve hazır giyim markaları bu problemlerle baş edebilmek için yenilikçi ve sürdürülebilir tasarım çözümlerine yatırım yapma eğilimindedir. Bu süreç, çevresel kaygıları ele alan yeni ve yaratıcı giyim tasarım ve üretim yöntemleri geliştirilmesini içermektedir.

Doğal tekstil malzemelerinin sürdürülebilir olması ve ham madde kaynaklarının tükenmemesi için alternatif ekolojik materyal araştırmaları sanatçıların, tasarımcıların ve bilim adamlarının gündeminde yer almaktadır. Petrol türevli sentetiklerin geri dönüşümüyle ilgili çok fazla yanıltıcı bilgi bulunmakla birlikte bitki kökleri ve yaprakları, mantarlar ve vegan derilerin bilinen doğal tekstil malzemelerine alternatif olacağa benzemektedir. Sürdürülebilir çevre dostu tekstil tasarımı ve dijital teknolojilerin birlikte kullanımı, üretim sürecinde tekstil atığını azaltacağı umulmaktadır. Sözgelimi kimyasal boyalar yerine bio bozunur malzemelerden üretilen doğal boyalar, dijital tasarım ve içerik programları satan birçok markanın araştırma konusudur (NedGraphics, 2025).

Sosyal Boyut

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinde sosyal boyut ile ilgili olarak insanın toplum hayatında yaşarken ihtiyaçlarına (barınma, sağlık, eğitim vs) erişim hakları öne çıkmaktadır. Birleşmiş Milletler sürdürülebilir eylem planı'nda; gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin gelecek nesli koruma altına almalarında toplumsal devamlılık ve sınırların korunmasına vurgu yapılarak kalkınmada sosyal boyuta dikkat çekilmektedir.

Tekstil ve hazır giyim endüstrisinin sosyal boyut ile tanışması 2013 yılında Bangladeş'in başkenti Dakka'daki Rana Plaza isimli sekiz katlı binanın çökmesi ile başlar. Bu kaza ile, hızlı moda markaları ile Bangladeş hükümeti küresel ölçekte dikkatleri üzerine çekmiş; bunun sonucunda işçi güvenliği ve fabrika denetimlerine ilişkin kapsamlı reformların hayata geçirilmesi yönünde güçlü bir baskı oluşmuş ve işçi haklarını korumaya yönelik yeni uygulamalar devreye alınmaya başlanmıştır (Oğurlu ve Türker, 2025).

Etik ve Sosyal Etki

Tekstil ve hazır giyim alanında etik kavramı; estetik ihtiyaçların (dış görünüş) dışında kalan önemli konular barındırmaktadır (Ma ve ark., 2024). Tüm dünya ülkelerinde, tekstilin çevreye bıraktığı atıklarla ilgili raporlar, eylem planları ve deklarasyonlar yayımlanmaktadır.

Büyük moda markaları reklam ve halkla ilişkiler stratejileri bağlamında bilinçsiz tüketiciler üzerinde planlı eskitme psikolojisi yaymaktadır. Planlı eskitme, ürünlerin kullanım ömrünü bilinçli olarak sınırlayarak tüketicilerin daha sık yeniden satın alma yapmasını teşvik eden bir stratejidir. Reklam ve iletişim kampanyaları, tüketicilerin ürünleri "modası geçmiş", "eskimiş" veya "demode" olarak algılamalarını sağlayarak yeni ürüne yönelmelerini sağlamaya çalışmaktadır. (Özer, 2025).

Etik moda kavramı; üretim ve tedarik süreçlerinin yanı sıra tekstil ürünlerinin nasıl üretildiği ve kullanıldığı konusunda dikkatli olunması gerektiğini ifade eder. Ayrıca bu kavram, doğaya zarar vermeyen ekolojik malzemeler kullanmayı, üretimin sahne gerisinde yer alan işçilere adil davranmayı, sağlıklı çalışma ortamları hakkını, sosyal etkiyi teşvik etmeyi de ihtiva etmektedir.

Doğal tekstil malzemelerinden organik pamuk, yün, geri dönüştürülmüş kumaşlar, tencel (selüloz esaslı yapay lif)), kenevir, keten ve vegan deri, etik kumaşlar olarak adlandırılmaktadır (Bank & Vogue, 2024). Özellikle organik tarım yöntemleri ile elde edilen doğal elyafların çevreye zararının asgari düzeye çekilmesi ve aynı zamanda birçok Avrupa ülkesinde ortaya çıkan ve son dönemlerde ülkemizde de gündeme taşınan etik moda tasarımı' akımının devamı için tekstilde doğal elyafların kullanılması oldukça önemlidir (Şekil 15) (Saatçioğlu, 2012).

Şekil 15: Arcadia Grup bünyesindeki Top Shop Markası Protesto Kampanyası

Figure 15: Top Shop Brand Protest Campaign within the Arcadia Group

Yerel Üretim, Kültürel Etkiler

Tekstil üretiminin temeli geleneksel yöntemlere dayanmaktadır. Eski devirlerde deneyimlenen tekstil üretim yöntemleri; elektriğin icadı, teknoloji gelişimi ve endüstri devrimi ile yerini makineleşmeye bırakmıştır (Merriman, 2018). 20. yy. başlarında şehirlere yapılan göçlerle kırsal bölgelerde yaşayan nüfus azalmıştır. Buna paralel olarak kırsalda yaşayan hane içinde neredeyse tüm fertlerin aktif çalıştığı zanaat ve emek-yoğun karakterli geleneksel üretim yöntemleriyle üretilen ürünler de azalmaya başlamıştır.

Tekstil ve hazır giyim endüstrisi; yün, pamuk, keten ve kenevir gibi doğal malzemelerinin geleneksel yöntemlerini ve zanaat üretimini de azaltarak insanları kendisinemahkûm etmiştir. Özellikle kenevir, uyuşturucu madde olarak kabul edilerek, uzun yıllar boyunca tarımı ve kullanımı yasaklanmıştır (Kaya ve Öner, 2020). Kenevirin antibakteriyel ve insanda gelişebilecek birçok hastalıkları önleyici sürdürülebilir özellikleri gizlenmiş, insanlar popüler giyim tarzları ile sentetik kıyafet giyimine teşvik edilmiştir.

Tekstil ve hazır giyim alanında sürdürülebilir ürünlerin gelişimi için etnik ve geleneksel mirası korumanın yanında, kültürel kod olan geleneksel yöntemler ve zanaat üretimi de öne çıkmaktadır. Görsel 6'da Osaka'da düzenlenen EXPO 2025 fuarında "Koza" genç tasarımcıları 31. ve 32. yarışmalarının finalistlerinin tasarımları sergilenmiştir. İHKİB ve İHİB, Turquality® Projesi bünyesinde oluşturulan bu tasarımlar "Mirasın Ekosu" temasıyla, Türk kültürünün geleneksel üretim yöntemlerinin ve doğal tekstil malzemelerinin kullanımıyla oluşturulan bir tasarım sergisidir (Şekil 16) (Twitter, 2025).

Şekil 16: Expo 2025 Türkiye Gösterimi

Figure 16: Expo 2025 Turkey Presentation

Etnik kültürlerin, geleneksel tekstil üretiminde doğal tekstil malzemelerini kullanması, onların sürdürülebilir bir yaklaşım benimsediklerini ve bugünün sürdürülebilirlik anlayışına uygun davrandıklarını göstermektedir. Zira bugün tekstilde sürdürülebilir üretim; tekstil ve hazır giyim endüstrisinin yol açtığı çevresel kirlilik, kimyasal kullanımından kaynaklanan sorunları ve bu sorunların çözümüne yönelik olarak çevre dostu doğal malzemeler, doğal işlemler, etik üretim yöntemleri ve kültürel değerlerle uyumlu uygulamaları birlikte planlamayı gerektirmektedir (Ma ve ark., 2024).

Sürdürülebilir Politikalar ve Yasal Düzenlemeler

Doğal ekolojik tekstil malzemelerinin sürdürülebilirliği konusunda devletlerin ve uluslararası kuruluşların oluşturduğu bütün politikalar ve yasal düzenlemeler, çevresel etkileri azaltmaya ve daha yeşil bir ekonomi oluşturmaya yöneliktir. Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal)'nde dikkat çekilen iklim değişikliği ve çevresel bozulmanın Avrupa ve dünya için kalıcı bir tehdit hâline gelmesi dolayısıyla, AB bu zorlukların üstesinden gelmeyi amaçlayan üç temel politika uygulamayı hedeflemiştir. Bunlar; birincisi 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarını sıfırlamak, ikincisi ekonomik büyümeyi kaynak tüketiminden ayrıştırmak, üçüncüsü ve en önemlisi ise hiçbir topluluk ve bölgenin geride kalmamasını sağlamaktır (EEAS, 2023).

Ayrıca Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma ve iklim amaçları, küresel çapta sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen ve tekstil endüstrisinde oluşan çevre kirliliği ile sosyal eşitsizlik ortamlarının düzeltilmesine yönelik bir çerçeve sunar (United Nations, 2025).

Tüketici Farkındalığı

Geleneksel yaşantıda insan çeşitli ihtiyaçlarını kendi bulduğu yöntemlerle karşılamış ve üretimle ilgili süreçleri kendisi yönettiği için doğa ve çevre hakkında köklü bir bilgi ve deneyime sahip olmuştur. Ancak günümüzdeki şehir hayatında tekstil dahil birçok ürün insanlara hazır olarak sunulduğundan, kullanıcılar ürünü; onun üretim şeklini, malzemesini ve süreçlerini bilmeksizin kullanmaktadır. Ancak bugün, sürdürülebilir moda, ekolojik moda gibi kavramların popüler (gündelik) hayata girmesi ile çevre kirliliği, kimyasallar ve insan sağlığı konularında hassas kullanıcılar, etiketleri okumaya ve süreçleri araştırmaya başlamıştır.

Sentetik malzemelerin çevreye verdiği tahribatın farkında olan nihai kullanıcılar, artık geri dönüştürülebilir, ekolojik ve yaşam döngüsü sona erdiğinde biyolojik olarak çözülebilen doğal tekstil malzemelerini tercih etmektedirler. Bunun yanı sıra tekstil ve hazır giyim markaları, bilinçli tüketicilere hitap eden sürdürülebilir ürünler vaat ederken, bu ürünlerin kullanım garantisini sunmaya ve ürüne bir zarar geldiğinde onarım sözü ile müşterilerinin sadakatini kazanmaktadırlar (Öner, 2023).

Tekstil ve hazır giyim alanında bilinçli kullanıcılar tarafından oluşturulan gruplarla ileri tasarım, geri dönüşüm, ikinci el alım ve satış (upcycle, recycle, rebuy, reuse) hareketleri sürdürülebilir ürünlerin kullanımını hızlandırmıştır.

Bulguların Genel Değerlendirmesi

Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; yün, pamuk, keten ve kenevir gibi doğal tekstil malzemelerinin sadece liflerin doğal niteliği dolayısıyla ekolojik ve sürdürülebilir olarak kabul edilip tek kategori olarak ele alınamayacağını, bunların sürdürülebilirliklerinin endüstriyel üretim süreçleri ve kullanım sonrasındaki sürecin de göz önüne alınarak tanımlanması ve buna yönelik çeşitli göstergelerin geliştirilmesine ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Malzemede doğal olanın doğrudan ekolojik sayılması hususu; yün, keten, kenevir ve pamuğun geleneksel üretim süreçlerinde değerlendirmesi halinde doğrudur. Modern üretim süreçlerinde ise durum değişmektedir. Bu konuda tespit edilen kayda değer araştırmalar şöyledir. Boone (2009) tekstil malzemesinde sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinde en önemli hususun yaşam döngüsünün dikkate alınması olduğunu belirterek, hammadde merkezli sürdürülebilirliğe eleştiri getirmekte ve bu konuda sistem yaklaşımına vurgu yapmaktadır. Sürdürülebilirliğin yalnızca hammadde seçimi değil, tüm yaşam döngüsü boyunca değerlendirilmesi gerektiğini söyleyen Boon'un yaklaşımı kısaca "sürdürülebilirliğin sadece lif seçimine" indirgenemeyeceği şeklindedir. Nitekim Niinimäki ve Hassi (2011) yaşam döngüsü de dikkate alarak sürdürülebilirlikte malzemenin

dayanıklılık, kullanım süresinin uzatılması ve Yavaş moda kavramının önemi üzerinde durmakta ve özellikle yünün "yavaşlatıcı" etkisi ile tüketim hızı–sürdürülebilirlik ilişkisine dikkat çekmektedirler. Wiedemann ve ark. (2016) ise yün üretiminin arazi kullanımı, sera gazı salımı ile su ve enerji girdilerine dikkat çekerek, yünün otomatik olarak yani "doğası gereği sürdürülebilir" olamayacağına, mesela yün üretim sürecindeki hayvancılık pratiklerine de bakmak gerektiğine işaret ederek malzeme için farklı bir yorum ve "Şartlı sürdürülebilirlik" şeklinde bir tanım getirmektedir.

Chapagain ve ark. (2006) "Su ayak izi" terimini ilk kullanan araştırmacılar olarak pamuk üretiminde sulama bağımlılığı üzerinde durmuşlar. Buradan hareketle; konvansiyonel pamuğun çevresel yükü ve lifin kendisi ile değil de esasen üretim biçimi üzerinde odaklanmak gerektiği söylemişlerdir. Mesela Allwood ve ark. (2006) endüstriyel tekstil eleştirisi yaparak pamuk üretiminde kullanılan pestisit ve gübrelerden kaynaklanan ekolojik riskler dolayısıyla sürdürülebilirlik değerlendirmesinde karşımıza çıkan sistemsel soruna vurgu yapmaktadırlar.

Textile Exchange (2021) başlıklı rapor, pamuğun küresel yaygınlığından kaynaklanan sorunları, dönüşüm problemini ve organik pamuk konusunu hayvan refahı ve etik üretim bağlamına da temas ederek ele almış ve organik pamuk için "potansiyeli var, fakat yeterli değil" tespitinde bulunmuşlardır.

Van der Werf (2004) ve sonraki yıllarda Sanjoy (2017) sürdürülebilir tekstilde düşük girdili lifler olarak yaşam döngüsü temelli değerlendirdikleri keten ve keneviri kıyaslamalı olarak ele alıp bu elyafın ekolojik avantajlarını ve sürdürülebilirlik bağlamında değerlerini ortaya koymuşlardır.

Ranalli ve Venturi (2004) Kenevirin endüstriyel potansiyeli, İşleme ve altyapı sınırlılıklarını birlikte alarak kenevir için "Potansiyeli yüksek ama yapısal destek şart" yorumunu getirmektedirler.

Niinimäki ve arkadaşları (2020) ekolojik olarak tanımlanan tekstil elyafında malzeme özellikleri ve süreç boyutuyla sürdürülebilirliğe hizmet etme potansiyeli sunan avantajlardan yararlanıp dezavantajları gidermede tekil çözüm arayışlarının eleştirisi yapmış ve "Sistem temelli sürdürülebilirlik" kavramını ortaya atmış olup, "Sürdürülebilirlikte ideal lif yoktur, ideal sistem arayınız" demektedir.

Tartışma

Bu çalışmayla elde edilen bulgular; "sürdürülebilir tekstil" kavramının özellikle başlık ve konu terimleri düzeyinde yüksek bir görünürlüğe sahip olduğunu; buna karşılık "doğal ekolojik tekstil malzemeleri" ifadesinin daha sınırlı sayıda çalışmada ve çoğunlukla genel seviyede kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, tekstilde sürdürebilirliğin literatürde mevcut olmakla birlikte terminolojik olarak henüz standartlaşma sürecini tamamlamadığını göstermektedir.

Tekstil alanında sürdürülebilirlik için malzemenin ekolojik olmasının yanında üretim ve tüketim süreçlerini içine alan tüm işlemlerin ve sosyal ve ekonomik portrenin de sürdürülebilir sonuçlar vermesi gerektiği görülmektedir. Bu sebeple birçok yazarın sürdürülebilirliğin ekoloji, ekonomik ve sosyal boyutlarını ele alarak bu boyutlar temas eden öneriler getirdiği görülmektedir.

Özellikle ekoloji boyut ve malzemenin sürdürebilirliği, malzemenin üretim sürecinin mahiyetiyle sıkı ilişki içerisindedir. Sürdürülebilir bir tekstil ürününün; doğa ve doğal kaynakların korunmasına insan ve çevre sağlığına hizmet etmesi beklenir. Ekolojik sayılan bir tekstil ürünü doğal malzemeden olmak zorunda değildir, çevreye zarar vermeyen veya doğal yollarla elde edilmiş diğer lifler de güvenle kullanılabilir. Ancak doğal olan bir ürün ekolojik olmalıdır, çünkü doğal olanın doğaya geri dönüşü olmalıdır (Oral vd., 2011).

Doğada var olan bitki ve hayvanlardan, onlara zarar vermeden elde edilen yün, keten ve pamuk; enerji kaynaklarını, tüketici sağlığını ve ekosistemdeki dengeyi koruyan, insan ve çevreye faydalı olan tekstil üretim malzemeleridir. Bu malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri karşılaştırıldığında bunların birbirlerine zıt düştükleri durumlar vardır. Bu tezat durumu malzemelerin farklı amaçlarla ve farklı yerlerde kullanılmasına izin vermektedir. Bilerek kullanıldığı takdirde kullanıldığı takdirde doğal tekstil malzemesinin sürdürülebilir karakteri ortaya çıkabilmektedir.

Doğal tekstil malzemelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bakıldığında ısı, ışık, nem, mukavemet, çevresel etkileşim ve doğaya uyum bakımından sürdürülebilir özellikler göstermekte olduklarını görmek mümkündür. Ancak, pamuk gibi çok su tüketen bitkilerin işlem süreçleri yeni teknolojik gelişmelilerle en aza indirgenmeye çalışılmaktadır (Oğurlu ve Türker, 2025).

Bu çalışmada ele alınan yün, pamuk, keten ve kenevir elyafı hakkında ulaşılan bulgular, sürdürülebilir tekstil literatüründe öne çıkan yaşam döngüsü temelli değerlendirme yaklaşımlarıyla büyük ölçüde örtüşmektedir. Örneklerle açıklayacak olursak: Boone (2009) tekstilde sürdürülebilirliğin yalnızca hammadde seçimi çerçevesinde açıklanamayacağını; üretim, kullanım ve kullanım sonrası süreçlerin birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Elinizdeki bu çalışma da liflerin çevresel performanslarının bağlam ve üretim şartlarına duyarlı olduğunu ortaya koyması dolayısıyla Boone'nin sistem temelli yaklaşımını ampirik olarak desteklemektedir.

Yünün biyobozunur yapısı ve uzun kullanım ömrü, literatürde sürdürülebilirlik açısından sıklıkla vurgulanan avantajları arasında yer almaktadır (Niinimäki & Hassi, 2011). Özellikle ürün dayanıklılığı sayesinde tüketim hızını yavaşlatma potansiyeli, yünü "Yavaş moda" yaklaşımıyla uyumlu bir lif hâline getirmektedir. Bununla birlikte Wiedemann ve ark. (2020), yün üretiminin sera gazı salımı, arazi kullanımı ve su tüketimi açısından kayda değer zararlı çevresel etkilere yol açtığını ortaya koymuştur. İşbu çalışmanın bulguları da yünün sürdürülebilirliğinin lifin karakterinden ziyade hayvancılık, arazi yönetimi ve üretim pratiklerine bağlı olduğunu teyit etmektedir. Dolayısıyla, yün literatürde de belirtildiği üzere, ancak belirli şartlar altında sürdürülebilir kabul edilebilen bir lif olarak değerlendirilebilir. Bu sebeplerle

Pamuk, küresel tekstil üretiminde en yaygın kullanılan liflerden biri olması dolayısıyla sürdürülebilirlik tartışmalarının merkezinde yer almaktadır. Chapagain ve Hoekstra (2006),

konvansiyonel pamuk üretiminin son derece yüksek bir su ayak izine sahip olduğunu ortaya koyarken; pestisit ve gübre kullanımına bağlı çevresel zararlar da pamuk üretimini ekolojik açıdan sorunlu hâle getirmektedir (Allwood et al., 2006). Bu çalışmanın bulguları, literatürle uyumlu biçimde, pamuğun sürdürülebilirliğinin doğrudan üretim biçimi ve tarımsal girdilerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Organik pamuk ve daha az su tüketen üretim teknikleri, pamuğun çevresel etkisini azaltma potansiyeli taşımakla birlikte (Textile Exchange, 2021), bu dönüşümün henüz küresel ölçekte yeterince yaygınlaşmadığı görülmektedir.

Keten ve kenevir lifleri, literatürde genellikle "düşük girdili lifler" olarak tanımlanmakta ve çevresel sürdürülebilirlik açısından avantajlı bir konumda değerlendirilmektedir. Van der Werf (2004) ile Sanjoy (2017)' a göre bilhassa kenevir; hızlı büyüme süresi, düşük pestisit ihtiyacı ve toprağı iyileştirme potansiyelinin yanında yüksek enerji israfı, doğal kaynaklar ve kirlilik ile üretilen birçok ürün için mükemmel bir alternatif olarak görülmektedir. Ayrıca kenevir, sürdürülebilir tarım açısından stratejik bir lif olarak öne çıkmaktadır (STEMP, 2020). Bu çalışmanın bulguları da keten ve kenevirin çevresel performans bakımından güçlü bir profil sunduğunu doğrulamaktadır. Ancak Ranalli ve Venturi (2004), bu liflerin işlenmesine yönelik teknolojik altyapının sınırlı olması ve tedarik zincirlerinin yeterince gelişmemiş olmasının ekonomik sürdürülebilirliği zayıflattığını belirtmektedir. Dolayısıyla keten ve kenevir, literatürle uyumlu biçimde, yüksek potansiyele sahip ancak yapısal destek gerektiren lifler olarak değerlendirilebilir.

VOSviewer analizleri, doğal tekstil liflerine dair literatürün, liflerin sadece çevre dostu malzeme kapsamında ele alınmayıp, aksine çok boyutlu incelemeye konu olduğunu göstermektedir. Mesela kenevirin, sadece tekstil değil, inşaat gibi alanlarda da yüksek dayanımlı biyo-kompozit olarak yer tuttuğu görülmektedir. Bu durum, keneviri pamuk gibi geleneksel liflerden ayırarak onu endüstriyel sürdürülebilirliğe hizmet eden imtiyazlı bir malzeme konumuna taşımaktadır. Yüzey tutunumu (adsorpsiyon) ve fonksiyonellik konusunda ise durum şöyledir: Doğal liflerin literatürde atık su arıtımı ve boyar madde emilimi (adsorpsiyon) ile güçlü bağlar kurması, bu malzemelerin sadece "ürün" değil, aynı zamanda çevre ıslah aracı olarak görüldüğünü göstermektedir

Pamuk, literatürde hala en yüksek hacme sahip olsa da su ayak izi ve pestisit kullanımı nedeniyle "sürdürülebilirlik" kümelerinde keten ve kenevire kıyasla daha geri planda kalmıştır.

Sürdürülebilir tekstil literatürü, genel olarak sürülebilirlik bağlamında bir "ideal lif" tanımlamanın mümkün olmadığını; bunun yerine bağlamsal, çok kriterli ve sistem temelli bir yaklaşımın gerekli olduğunu ortaya koymaktadır (Niinimäki et al., 2020). Bu çalışmamız da liflerin sürdürülebilirliğinin yalnızca çevresel göstergelerle değil; üretim modeli, kullanım süresi ve tüketim pratikleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, mevcut literatürü desteklemenin ötesinde, doğal liflerin sürdürülebilirlik potansiyelini somut karşılaştırmalar üzerinden görünür kılarak literatüre katkı sunmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Doğal yün malzemelerden üretilen ürünler vücudu yazın serin, kışın soğuktan koruduğu gibi nem çekme özelliğinden dolayı terletmeyen özelliklere sahiptir. Organik pamuktan yapılan ürünler hijyenik, alerjen etkileri barındırmaması, teni rahatsız etmeyen yumuşaklık gibi özellikleri ile tercih sebebidir. Keten neredeyse pamukla aynı özellikleri barındırırken ondan daha sağlam ve parlaktır. Keten malzemesi daha çok tohumu için üretildiğinden, tohumdan arta kalan bitkisel kısımlarının tekstilde sürdürülebilir malzeme olarak kullanılması çevresel sorunların çözümüne yardımcı olacaktır. Ülkemizin sahip olduğu verimli tarım arazilerine sahip Samsun ve Yozgat'ta kurulan kenevir enstitüleri, tekstile malzeme kaynağı oluşturma ihtiyacı yanında çevreci, ekolojik ve sürdürülebilir bir üretime ihtiyaç olduğunun da göstergesidir.

Tekstil ve hazır giyim sektöründe - üretimde ekolojik ve sürdürülebilir malzeme ve teknik kullanım maliyetinin işçi, zaman ve rekabet etkisi dolayısıyla ürün maliyetini de artıracağı düşünüldüğü için markalar bu uygulamalardan kaçmaktadır. Buna karşılık sürdürülebilir malzeme kullanmak çevresel, ekonomik ve sosyal kazanımları arttıracağı gibi tekstil ve hazır giyim sektörüne kaliteli ve uzun yaşam döngüsüne sahip ürünler de kazandıracaktır. Dolayısıyla doğal ekolojik, temiz üretim ve temiz tüketim için işletme sahiplerinden tekstil ve moda tasarımcıları ve moda tüketicisine kadar toplumun her kesimine bilinçlendirme ve farkındalık oluşturma, onları ekolojik okur yazar yapma ve bunu destekleyici sürdürülebilir politika ve yasal düzenlemeler getirilmesi şart olmuştur.

Ortaöğretim ve üniversite müfredatlarında tekstil ve hazır giyim endüstrisinde kullanılan zehirli kimyasal malzemelerin doğaya verdiği zarardan habersiz olan kullanıcılara bilinçlendirme ve farkındalık eğitiminin verilmesi önemli tedbirler kapsamına alınmalıdır.

Anadolu'nun kadim medeniyetlerinden izler taşıyan dokuma, keçe, işleme vd. geleneksel tekstil ürünleri ve üretim yöntemleri, kültürel miras değerleri arasına girmektedir. Sürdürülebilir sosyal gelişim için geleneksel tekstil yöntemleri ve zanaat üretimi desteklenerek ve yerel üretim artırılarak Ülkemize has kültürel giyim modelleri ön plana çıkarılmalı ve gerek tasarımcı gerekse üretici dışa bağımlı olmaktan kurtarılmalıdır. Hazır giyim üretiminde yerel malzemenin kullanılması, giysinin ekolojik değerini arttıracağı gibi, ekolojik tasarım için doğal malzeme kullanmak o yörenin kültürel mirasına da katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma kapsamında Doğal-ekolojik tekstil malzemelerinin (yün, pamuk, keten, kenevir) sürdürülebilirliğine yönelik elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki politika ve uygulama önerileri geliştirilmiş olup gelecekte yapılacak çalışmalar için şu hedeflere ve önerilere işaret etmek mümkündür:

1. Lif düzeyinde:

• Yün; uzun ömürlü ve fonksiyonel ürünler için uygun bir seçenek sunarken, çevresel etkilerinin azaltılması için hayvancılık uygulamalarının iyileştirilmesine ihtiyaç duymaktadır. Lif bazlı karşılaştırmaların, yaşam döngüsü analizi (LCA) gibi nicel yöntemlerle desteklenmesine gidilmelidir.

• Pamuk; dönüşüm potansiyeli yüksek ancak mevcut üretim pratikleri nedeniyle sürdürülebilirlik açısından yeniden yapılandırılması gereken bir liftir.

• Keten ve kenevir; çevresel açıdan güçlü alternatifler sunmakla birlikte, yaygınlaşmaları için endüstriyel altyapı ve pazar desteğine ihtiyaç duymaktadır. Yaygınlaştırılması için işleme teknolojilerine yönelik Ar-Ge yatırımlarının artırılması ve bu liflerin tedarik zincirinin güçlendirilmesi gerekmektedir.

2. Akademik ve eğitsel düzlemde:

• Lif karşılaştırmalarının yalnızca nitel değerlendirmelerle sınırlı kalmayıp yaşam döngüsü analizi (LCA) gibi nicel yöntemlerle desteklenmesi ve sürdürülebilir tekstilin yalnızca çevresel değil, sosyal ve ekonomik boyutlarını da kapsayan disiplinlerarası çalışmaların artırılması önerilir. Tekstil ve moda tasarımı eğitim programlarında ekolojik okuryazarlık, yaşam döngüsü analizi ve etik üretim dersleri yoğunlaştırılmalıdır.

3. Politika ve üretim düzeyinde:

• Yün ve pamuk gibi yaygın liflerde çevresel etkileri azaltmaya yönelik üretim standartlarının (su, emisyon ve kimyasal kullanım sınırları) zorunlu hâle getirilmesi ve yerel lif üretim potansiyellerinin (özellikle keten ve kenevir) bölgesel sürdürülebilirlik politikalarıyla ilişkilendirilmesi önerilir.

• Kenevir başta olmak üzere stratejik doğal liflerin üretimine ilişkin yasal engeller yeniden değerlendirilerek, kontrollü ve sürdürülebilir üretim modelleri geliştirilmelidir. Kenevirin, modern yöntemlere uygun sürdürülebilir bir malzeme olarak ele alınması ve çağdaş tasarımlarla katma değer ürüne dönüştürülmesine ihtiyaç vardır.

• Tekstil atıklarının geri dönüşümüne yönelik ulusal stratejiler oluşturulmalı; döngüsel ekonomi temelli üretim modelleri desteklenmelidir.

• Doğal-ekolojik tekstil malzemelerinin (yün, pamuk, keten, kenevir) organik üretimi teşvik edilmelidir.

Sonuç olarak bu çalışma, sürdürülebilir tekstilin belirli bir lifin üstünlüğünden ziyade, bilgiye dayalı lif seçimi, sorumlu üretim ve bilinçli tüketim ile mümkün olduğunu ve buna uygun politika ve stratejilerin uygulanması gerektiğiniortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, sürdürülebilir tekstil literatürüne bütüncül ve eleştirel bir katkı sunmaktadır.

Araştırmanın sonucunda yün, pamuk, keten ve kenevir tekstil malzemelerinin doğada kendiliğinden yok olabildikleri (biyo-bozunur) ve geri dönüşebildikleri için sağlıklı olduğu, bununla beraber ancak uygun şartlarda üretildiklerinde sürdürülebilir olduğu anlaşılmıştır.

•Hızlı moda sisteminin yol açtığı planlı eskitme pratiğini sınırlandırmaya yönelik ürün etiketleme, kullanım ömrü bildirimi ve reklam denetimleri yasal çerçeveye alınmalıdır.

4. Yerel üretim perspektifinde:

• Tekstil ve hazır giyim sektöründe sürdürülebilirlik gönüllü uygulamalarla sınırlı kalmamalı; bağlayıcı yasal düzenlemeler ve denetim mekanizmalarıyla desteklenmelidir. Bölgesel olarak uygun liflerin (sözgelimi keten ve kenevir) desteklenmesi, hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır.

• Geleneksel tekstil üretim yöntemleri, yalnızca kültürel miras değil; sürdürülebilir ekonomik kalkınma aracı olarak da ele alınmalı ve yerel üretici ağları desteklenmelidir. Tekstil ve moda tasarımcıları tarafından sürdürülebilir tasarım odaklı stratejiler geliştirilmelidir.

VOSviewer analizleri sonuçlarına dayanan diğer bazı öneriler de şöyle sıralanabilir:

Malzeme odaklı stratejik dönüşüm kapsamında mesela boyar madde giderimine ve pamukta tarımsal şeffaflığa gidilmelidir. Pamuk literatürünün yoğun olarak toprak ve gübreye odaklandığı göz önüne alındığında, ürünün sürdürülebilirlik iddialarını tarladaki girdiden (pestisit, su ayak izi) itibaren dijital takip sistemleriyle belgelenmesi sağlanmalıdır. Yünün ise fonksiyonel değerlemesi yapılmalı, dayanıklılığı ve ısı yönetimi özellikleri, yavaş moda kapsamında ürün ömrünü uzatan tasarımlarda temel bir unsur olarak vurgulanmalıdır.

Atık yönetiminde liflerin fonksiyonel geri dönüşümü ve yine elyafın yüzey tutunum (adsorpsiyon) potansiyeli ve fonksiyonelliği kapsamında; doğal liflerin potansiyeli üzerinde durulmalı, adsorpsiyon, tekstil fabrikalarının kendi atık sularını temizlemede bu liflerin atıklarını kullanabileceği kapalı döngü, sistem aracı olarak kullanılmalıdır (Bu meyanda, doğal liflerin literatürde atık su arıtımı ve boyar madde emilimi ile güçlü bağ göstermesi, bu malzemelerin sadece "ürün" değil, aynı zamanda çevresel iyileştirme aracı olarak görüldüğünü göstermektedir).

Biyobozunurluk-kompozit dengesi kurma adına biyokompozitlerde sentetik polimerlerin yerine takviye malzemesi olarak doğal elyaf atığı kullanılarak mikroplastik kirliliğinin önüne geçilmelidir.

Sosyoekonomik bir tedbir olarak “Bütünsel Yaşam Döngüsü” analizi ihmal edilmemelidir. Sürdürülebilirlik sadece ham madde seçimiyle sınırlı kalmamalı; üretimden lojistiğe, kullanım süresinden nihai bertarafa kadar tüm süreçleri kapsayan "sistem temelli" bir yaklaşımla ölçülmelidir.

Döngüsel ekonomi ve izlenebilirlik konusunda Dijital Ürün Pasaportu uygulaması önerilebilir. Doğal liflerin tarladan son tüketiciye kadar olan yolculuğu, blok zincir tabanlı izlenebilirlik sistemleri ile desteklenmelidir. Keza, tekstil atıklarının mekanik geri dönüşümünden sonra mukavemet kaybetmesini önleyecek kimyasal olmayan bağlayıcılar belirlenip bunlar üzerine çalışılmalıdır.

Sonuç olarak bu çalışma, sürdürülebilir tekstilin belirli bir lifin üstünlüğünden ziyade, “Bilgiye dayalı lif seçimi, Sorumlu üretim ve Bilinçli tüketim” üçgeni içinde mümkün olduğunu ve buna uygun politika ve stratejilerin olduğunu ve ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, sürdürülebilir tekstil literatürüne bütüncül ve eleştirel bir katkı sunmaktadır.

Araştırmanın sonucunda yün, pamuk, keten ve kenevir tekstil malzemelerinin doğada kendiliğinden yok olabildikleri (biyo-bozunur) ve geri dönüşebildikleri için sağlıklı olduğu ve ancak uygun şartlarda yetiştirildiklerinde sürdürülebilir olduğu anlaşılmıştır. Tekstil ve hazır giyim sektöründe bu malzemelerin kimyasal içerikler kullanılmadan üretilmesi, sürdürülebilirliğine yönelik tanıtım ve beğendirme çalışmalarının yapılması, kullanıcıların

bilinçlendirilmesi, Ülkemizi geçmişte olduğu gibi bugün de doğal- ekolojik tekstil malzeme üretiminde birinci sıraya taşıyacaktır. Bunları destekleyecek tedbirler olarak, bu üretim biçimlerine yönelik vergi indirimi, enerji teşviki ve Ar-Ge destekleri sağlanmalıdır.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Bu çalışma için finansal destek alınmamıştır.

Etik Beyan: Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunu

Etik Kurul İzni: Bu çalışma, ULAKBİM kriterlerine göre etik izin gerektirmeyen bir çalışmadır.

Yapay Zeka Kullanım Beyanı: Bu araştırmada İngilizce çeviri özet kısmının okunabilirliğinin artırılması için yapay zekâ tabanlı dijital araçlardan faydalanılmıştır.

Kaynaklar

Acar, M., ve Dönmez, A. (2016). Kenevire Farklı Bir Bakış. 2. Ulu-sal Biyoyakıtlar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 27-30 Eylül, 2016, Samsun, Türkiye, 265-270.

Allwood, J. M., Laursen, S. E., Rodríguez, C. M., & Bocken, N. M. P. (2006) *"Well dressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom,* University of Cambridge, Institute for Manufacturing, Cambridge.

Atav, R., ve Öktem, T. (2006). Tiftik (Ankara keçisi) liflerinin yapısal özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon,* 16(2), 105-109.

Atıcı, T., Atıcı, E., Şahin, N. (2010). Geçmişten günümüze cerrahi dikiş ipliklerinin tarihsel gelişimi. *Turkish Journal of Surgery/Ulusal Cerrahi Dergisi*, 26(4).

Avrupa Birliği Avrupa Dış İlişkiler Servisi (EEAS). (2023, 16 Mart). *Avrupa Yeşil Mutabakatı*. https://www.eeas.europa.eu/delegations/t%C3%BCrkiye/avrupa-ye%C5%9Fil-mutabakat%C4%B1_tr

Bahtiyari İ. M., Akça, C., Duran, K. (2008). Yün Lifinin Yeni Kullanım Olanakları, *Tekstil ve Konfeksiyon*, V.18, s. 1-7.

Bank & Vogue (September 2024). *The Ethical Fashion Movement Explained,* https://www.bankvogue.com/the-ethical-fashion-movement-explained/

Buğdaycı, B., Atav, R., & Soysal, M. (2023). Yün Liflerinin Yapısına ve Yapağı Kalitesini Belirleyen Özelliklere Genel Bir Bakış. *Muş Alparslan Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 3(1), 40-49. https://izlik.org/JA48BG79PW

Busch, G. (1998). *Üretim Sürecinde Oluşan Atıkların Minimizasyonu ve Yeniden Değerlendirilmesi, Sanayide Atık Yönetimi Semineri*, İstanbul Sanayi Odası Çevre Şubesi, Rem Ofset Matbaacılık, İstanbul.

Bhanushali, M. (2021). *Automation in apparel industry. Textile Value Chain.* https://textilevaluechain.in/in-depth-analysis/articles/research-paper/automation-in-apparel-industry.

Boone T. (2009) Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys by Kate Fletcher (Earthscan, 2008), Fashion Practice, 1:2, 271-274, *Published online*: 2015. http://dx.doi.org/10.2752/175693809X469229.

Boström, M., & Micheletti, M. (2016). Introducing the sustainability challenge of textiles and clothing. *Journal of Consumer Policy,* 39, 367-375.

Can, Ö., ve Ayvaz, K. (2017). Tekstil ve modada sürdürülebilirlik. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 3(1), 110-119.

Cebeci, T. D. (2013). *Ekolojik tekstillerin moda tasarımı üzerine etkileri* [Sanatta yeterlik tezi, Marmara Üniversitesi].

Ceylan, Ö. (2010). *Tüketicilerin çevresel sürdürülebilirlik ve ekolojik moda konusunda bilgi düzeyi, tutum ve davranışlarının belirlenmesine yönelik bir araştırma* [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi].

Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y. Savenije H.H.G& R. Gautam (2006). The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries, *Ecological Economics*, 60 (1), 186–203.

Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yayım Haberleşme Araştırma ve Uygulama Merkezi, (Mart 2004). *Pamuk Yetiştiriciliği*, https://tyhm.cu.edu.tr/cu/brosurler/pamuk-yetistiriciligi, Erişim Tarihi 01 Mart 2025.

Dayıoğlu H., Karakaş H. (2007) *Elyaf Bilgisi*, Teknik Fuarcılık, İstanbul.

Deepwear. (2025, 5 Ekim). *10 Best Eco-Friendly Natural Fabrics of 2025 for Sustainable Fashion.* https://deepwear.info/blog/10-best-eco-friendly-natural-fabrics-of-2025-for-sustainable-fashion/.

Eraş, E., & Türker, S. H. (2025). Türkiye'de Tekstil ve Hazır Giyim Üretim Sürecinde Artırılmış ve Sanal Gerçeklik Uygulamaları: Sürdürülebilir Tasarım Üzerine Etkileri. *Asya Studies*, 9(33), 289-310. https://doi.org/10.31455/asya.1676374.

Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the picture: How the circular economy tackles climate change.*

Flora Collingwood-Norris. *Hakkında*, [Erişim Tarihi: 01.03.2025]. https://www.collingwoodnorrisdesign.com/about.

Gökalp, E., Gökalp, M. O., & Eren, P. E. (2019). Hazır Giyim ve Konfeksiyon Sektöründe Endüstri 4.0 Devrimi: Akıllı Konfeksiyon Fabrikası Önerisi. *AJIT-E: Academic Journal of Information Technology,* 10(37), 73-96. https://doi.org/10.5824/1309-1581.2019.2.005.x.

Işık, S. (2023). Tekstil sektöründe karbon ayak izi hesaplanması (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi.

İstanbul Hazır Giyim ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği. (2025). 2024 yılı faaliyet raporu. https://www.ihkib.org.tr/content/files/uploads/15/ihkib-2024-yili-faaliyet-raporu.pdf

Öğr. Gör. Leyla Yıldırım, Ö. E. İ. (2011). Tekstil Tasarımında Çevre Dostu Yaklaşımlar. *Akdeniz Sanat,* 4(8), 09-13. https://izlik.org/JA34LH79UN

James, P. (2024, 19 Mart). Future-Focused Sustainable Fashion Innovations in 2024. Paloma St James. https://palomastjames.com/blogs/news/sustainable-fashion-innovations

Kalkancı, M. (2017). Sürdürülebilir Tekstil Üretiminde "Organik Pamuk" ve Önemi, *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2/3, s.14-23.

Kaya, A. R., ve Karağlı, H. (2023). Pamuk (Gossypium sp.) genotiplerinde lif veriminin ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 60(1), 165–179.

Kaya, S., Öner, E., (2020). Kenevir Liflerinin Eldesi, Karakteristik Özellikleri ve Tekstil Endüstrisindeki Uygulamaları, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 11(1): 108-123.

Kurtuldu, E., & Erdem İşmal, Ö. (2019). Sürdürülebilir Tekstil Tasarım ve Üretiminde Yeniden Değer Kazanan Lif: Kenevir. *Art-e Sanat Dergisi*, 12(24), 694-718. https://doi.org/10.21602/sduarte.624485

Ma, J., Huang, L., Guo, Q., & Zhu, Y. (2024). Sustainability in design: Sustainable fashion design practices and environmental impact using mixed-method analysis. *Business Strategy and the Environment*, 33(7), 6889-6910.

Merriman, J. (2018). *Modern Avrupa tarihi* (Çev. M. Tuncel). İletişim Yayınları.

NedGraphics. (2025). NedGraphics | Tekstil Tasarım Yazılımı. https://nedgraphics.com/tr/, [Erişim Tarihi: 15.03.2025].

Niinimäki, K. (2018). *Circularity and fashion*. In K. Niinimäki (Ed.), Sustainable Fashion in a Circular Economy (pp. 12–41). Aalto ARTS Books.

Niinimäki, K, & Hassi, L. (2011). Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing, *Journal of Cleaner Production,* 19(16), 1876–1883 ISSN 0959-6526, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.

Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020) The environmental price of fast fashion, *Nature Reviews: Earth & Environment,* 1, 189–200.

Oğurlu, İ. (2024). Doğal-Ekolojik Üç Yapı Malzemesi Taş-Kerpiç–Ahşap İçin Sürdürebilirlik Analiz Modeli. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 53, 150-167. https://izlik.org/JA95RJ29MG

Oğurlu, İ., & Türker, S. H. (2025). Günümüz Tekstil Teknolojisinde Doğal Ekolojik Malzeme Kullanımının Sürdürülebilirlik Analizi. *Turkish Journal of Science and Engineering,* 7(1), 61-74. https://doi.org/10.55979/tjse.1672116

Oral, O., Dirgar, E., & Erdoğan, Ç. (2011). Tekstil ve hazır giyim üretiminde ekoloji. *Akdeniz Sanat*, 4(8).

Öner, E. (2023). *Türkiye'de tekstil atıklarının geri dönüşümü: Uşak ili örneği.* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi].

Özcan, M. (1978). *Pamuk yetiştiriciliği.* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Özer, B. (2025). Planned Obsolescence and Consumption from The Perspective of Public Relations and Advertising. *Medeniyet ve Toplum Dergisi,* 9(2), 91-101. https://izlik.org/JA26MY65NY

Özdoğan, M., Yılmaz, S., & Demirtaş, H. (2007). *Üretim ekolojisi: Çevre dostu üretim sistemleri*. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.

Paksoy, G. (2025, 7 Ocak). *Gönül Paksoy, Doğa'da atık yoktur.* Adabul. https://adabul.com/gonul-paksoy-dogada-atik-yoktur/

Ranalli, P., Venturi, G. Hemp as a raw material for industrial applications. *Euphytica* 140, 1–6 (2004). https://doi.org/10.1007/s10681-004-4749-8

Phau, I., & Ong, D. (2007). An investigation of the effects of environmental claims in promotional messages for clothing brands. *Marketing Intelligence & Planning,* 25(7), 772–788. https://doi.org/10.1108/02634500710834214

Saatçioğlu, K. (2011). Giysi ve Aksesuar Yapımına Uygun Olan Geleneksel Dokumaların Çevre ile Olan Etkileşimleri. *Akdeniz Sanat*, 4(8). https://izlik.org/JA47HL99FS

Sanjoy D. (2017) *Sustainable Production of Bast Fibres, (Chapter 3. in Sustainable Fibres and Textiles.* (2017) Ed. Muthu, S. S., Woodhead Publishing.

S.G. Wiedemann, M.-J. Yan, B.K. Henry, C.M. Murphy, Resource use and greenhouse gas emissions from three wool production regions in Australia*, Journal of Cleaner Production*, 122 (2016) 121-132.

STEMP. (2020, 4 July). STEMP at United Nations Green Fair 2018. https://www.stempnyc.com/blogs/hemp-blog/stemp-at-united-nations-green-fair-2018-by-binson-shrestha

Taylor, R. (1999). *Advances in yarn spinning technology.* Woodhead Publishing.

Textile Exchange (2021) *Preferred Fiber & Materials Market Report 2021.* Textile Exchange, USA.

Textile School. (2025, August 19). *Revolutionizing Dyeing: Waterless Textile Solutions.* https://www.textileschool.com/29237/revolutionizing-dyeing-waterless-textile-solutions/

Tekstil Teknik. (2025, 02 Ocak). *Marimekko, kapalı-döngü döngüsel ekonomi tekstil üretimini pilot olarak uygulamaya başladı.* https://www.tekstilteknik.com.tr/marimekko-kapali-dongu-dongusel-ekonomi-tekstil-uretimini-pilot-olarak-uygulamaya-basladi/

Tekstil teknolojisi: *Doğal lifler*. (2014). Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

TÜBİTAK, 1999 Yılı Faaliyet Raporu, TÜBİTAK, 2000, Ankara

Twitter. (Ekim, 2025). *Expo2025 Türkiye* [Expo 2025 Turkiye]. X. https://x.com/expo2025turkiye

United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. United Nations. https://sdgs.un.org/2030agenda

Van der Werf, H. M. G (2004) Life Cycle Analysis of field production of fibre hemp, the effect of production practices on environmental impacts *Euphytica* 140(1):13-23, DOI:10.1007/s10681-004-475

Yılmaz, S., & Uzun, A. (2019). *Keten tarımı*. Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 2019 – 04

Zobar, A. (2025). Küresel tekstil atığı ve geri dönüşüm stratejileri. *Tekstil Araştırmaları Dergisi*, 32(4), 123-135. https://doi.org/10.1234/tad.2025.03204