

Emine KOCA

Prof. Dr. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, emine.koca@hbv.edu.tr, Ankara-Türkiye
ORCID: 0000-0001-6607-5652

Avrupa Birliği Atık Politikaları Bağlamında Tekstil ve Moda Sektörünün Atık Yönetim Stratejileri

Özet

Sürdürülebilirlik bağlamında, AB atık politikalarının gelişim süreci ve bu doğrultuda tekstil ve moda sektöründeki atık yönetim stratejilerinin açıklandığı bu çalışmada, kapsamlı bir literatür araştırması sonucunda ulaşılan bilgiler derlenerek, Atık Çerçeve Direktifi (WFD), atık hiyerarşisi ve geri dönüşüm yöntemleri, ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla ele alınmıştır. 20. yüzyılda çevresel etkileri en aza indirmeyi amaçlayan atık yönetiminin, 21. Yüzyılda yeni bir anlayışa evrilmesine zemin oluşturduğu ve kaynaklarının uygun şekilde yönetilmesini de kapsayan, sürdürülebilir atık yönetimine yönelik daha derinlemesine bir yaklaşım ile ürünün tüm yaşam döngüsüne odaklandığı görülmüştür. Bu kapsamda, tekstil ve moda endüstrisinde döngüsel tasarımın, döngüsel iş modellerinin önemli bir bileşeni olduğu vurgulanmış, üretim ve tüketim süreçlerini yeniden tasarlamayı amaçlayan döngüsel ekonomi modeline uyumlu olacak şekilde “sıfır atık” yaklaşımının temelini oluşturduğu geri dönüşüm yöntemleri ve döngüsel tasarım modellerinin atık yönetimi açısından önemi yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: tekstil, moda, sürdürülebilirlik, atık yönetimi, geri dönüşüm, döngüsel.

Waste Management Strategies Of The Textile And Fashion Sector In The Context Of European Union Waste Policies

Abstract

In this study, in the context of sustainability, the development process of EU waste policies and waste management strategies in the textile and fashion sector are explained. The information obtained as a result of a comprehensive literature research is compiled and the Waste Framework Directive (WFD), waste hierarchy and recycling methods are discussed with their ecological, economic and social dimensions. It has been observed that waste management, which aimed to minimize environmental impacts in the 20th century, has formed the basis for evolving into a new understanding in the 21st century, focusing on the entire life cycle of the product with a more in-depth approach to sustainable waste management, including the appropriate management of resources. In this context, it was emphasized that circular design is an important component of circular business models in the textile and fashion industry, and the importance of recycling methods and circular design models, which form the basis of the "zero waste" approach in terms of waste management, was commented in line with the circular economy model that aims to redesign production and consumption processes.

Keywords: textile, fashion, sustainability, waste management, recycling, circular.

1. Giriş

Küresel bazda sürdürülemez bir üretim ve tüketim yapısının sonucunda her yıl çöplüklerde sonlanan tonlarca endüstriyel ve kişisel atığın yarattığı çevresel olumsuzlukların toplumsal yaşama yansımaları, atıkların ekonomik ve sosyal boyutları da düşünülerek yönetilmesi gereken önemli bir sorun olarak ele alınmasını zorunlu kılmıştır. Dünya, Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun (WCED) 1987 Brundtland Raporunda; “*gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını*

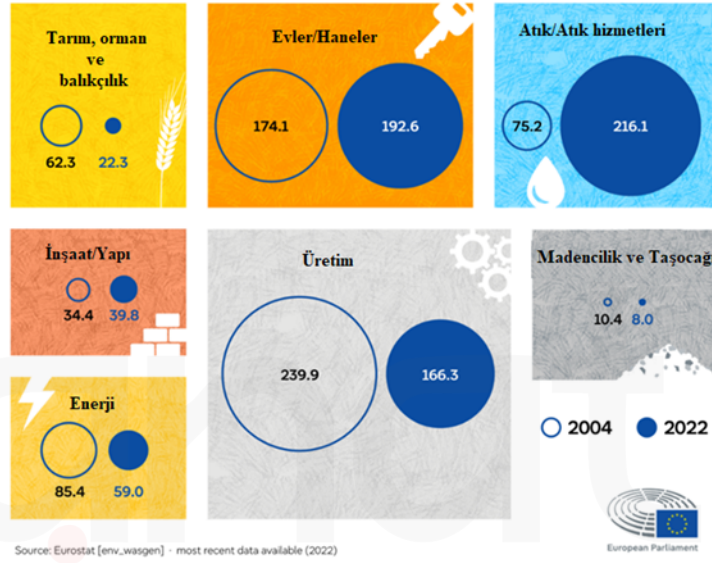
karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma” (Brundtland, 1987:41) olarak tanımlanan sürdürülebilir kalkınma doğrultusunda yol haritası belirlenmiştir. 1992 Rio Konferansında “kaynakların sürdürülebilir kullanımı” başlığı altında yenilenemeyen doğal kaynakların azalmasının yaratacağı ciddi sorunlara dikkat çekilmiş, teknoloji ve sosyal örgütlenmenin çevrenin şimdiki ve gelecekteki ihtiyaçları karşılama yeteneği üzerindeki etkilerine yönelik ilkeler belirlenerek, kavramın ekonomik, ekolojik ve sosyal boyutu ortaya konmuştur. Bu nedenle, çok boyutlu bir kavram olan sürdürülebilirlik, bir felsefe veya yaklaşım olarak görülmekte ve istenen sosyal, ekonomik ve çevresel sonuçlara ulaşmak için ekonomik ve ekonomik olmayan faaliyetlere kaynak kullanımı ve tahsisinde sorumlu kararlar alma yeteneği olarak da tanımlanmaktadır (Ozili,2022:4).

Günümüzde sürdürülebilirlik, mevcut ve gelecekteki insanların makul ölçüde sağlıklı olduğu; toplumların ve ulusların güvenli, barışçıl ve gelişen; herkes için ekonomik fırsatların olduğu; yaşamı destekleyen biyosferin bütünlüğünün bu hedefleri mümkün kılmak için gerekli düzeyde restore edildiği ve sürdürüldüğü bir dünya vizyonu olmuştur (Cortese ve Rowe, 2017:2). Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği, Avrupa Parlamentosu ve bağlı organları, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, gibi uluslararası düzeyde ilgili kurum ve komisyonlar, çeşitli eylem planlarıyla ve çok sayıda yasal düzenlemelerle, çevre odaklı sürdürülebilirlik uygulamalarının ekonomik ve sosyal açıdan yaratacağı etkilere yönelik ilkeler ve stratejiler geliştirmeye devam etmektedirler.

Birleşmiş Milletlerin (BM) 2015 yılında New York'ta düzenlediği Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde 2030 yılına kadar dünyada yoksulluk, çevre ve iklim krizi, refahın adil paylaşımı ve barışın sağlanması için küresel bir eylem çağrısı niteliğinde Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları kabul edilmiştir. Ancak, Birleşmiş Milletler 2024 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Raporu'na göre; 2015 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde kabul edilen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı ve 169 ilişkili hedeften sadece % 17'sinin 2030'a kadar başarılı olmak için yeterli ilerleme gösterdiği ve gündemi gerçekleştirme yolundan ciddi şekilde sapılmış olduğu belirtilmiştir. Raporun çevre boyutunda; küresel emisyonları genel olarak azaltmak için emisyon yoğunluğunu azaltmada kaydedilen ilerlemenin yetersiz olduğuna dikkat çekilerek, 2023 yılında, enerji yanması ve içinde atıkların da yer aldığı endüstriyel süreçlerden kaynaklanan küresel CO2 emisyonları %1,1 artarak benzeri görülmemiş bir şekilde 37,4 gigatona ulaştığı belirtilmektedir. Düşük karbonlu dönüşümleri hızlandırmak ve yeşil üretim stratejileri geliştirmek için, her ülkenin kendine özgü güçlü yönlerine göre uyarlanmış iş birliği ve yaklaşımlar gerektirdiği vurgulanmaktadır. Sonuç olarak; acil çevresel zorlukların ve bunların altında yatan itici güçlerin ve bağlantıların ele alınması, karbon ayak izini azaltmaya yönelik yerel, ulusal ve küresel düzeylerde yoğunlaştırılmış, hızlandırılmış çabalar ve kapsamlı ve entegre bir yaklaşım gerektirdiği ve acil eylem zorunluluğu belirtilmektedir (UN,2024:27- 48).

Tüm dünya için öncelikli eylem zorunluluğu olan öncelikli konulardan biri atıklardır. Üretim ve tüketimden kaynaklanan atıkların büyük çoğunluğunun depolama alanları ve nihayetinde çöp alanlarında sonlanması, çevre ve insan sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır. Özellikle sürekliliği olan büyük miktarlardaki endüstriyel atıklar tüm sektörlerin yönetilmesi zor olan önemli bir sorundur. Çöp sahalarının kontrol edilemez ortamında bozulan atıkların, iklim değişikliğine katkıda bulunan sera gazlarının en büyük kaynağı olduğu bilinmektedir. Yoğunlaşan nüfus, gelişen teknoloji ve yaşam tarzlarındaki değişime neden olan birçok faktör nedeniyle her yıl daha da çoğalan atık miktarları dikkate alındığında; atıkların sadece günümüz için değil gelecek için de tehlike oluşturduğu görülebilmektedir.

AB'de Üretilen Atık (milyon ton)



Şekil 1. AB'de Sektörlere Göre Üretilen Atıkları ve 2004'ten 2022'ye Kadar Olan Değişiklikleri Gösteren İnfografik (European Parliament, 2024).

Şekil 1'deki 2004 ve 2022 yıllarındaki atık miktarlarındaki artış oranlarında üretim atıklarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Birleşmiş Milletler 2024 Raporuna göre geri kazanılan atık, 2022'de toplam atığın yarısından fazlasını (%61,4) oluşturmuştur. Geri kalan atık ya çöplükte (30,2%), enerji geri kazanımı olmadan yakılmış (%0,4) veya başka bir şekilde bertaraf edilmiştir (%8,0). Küresel sera gazı emisyonları ve atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonları 2022'de bir kez daha yeni rekorlara ulaştığı ve 2023'te yavaşlama belirtisi göstermediği belirtilen raporda, sera gazı emisyonlarında 2030'a kadar köklü azalmaların gerçekleşmesi ve 2050'ye kadar net sifıra ulaşması gerekliliği vurgulanmıştır. Ancak, Avrupa komisyonu (2025), ortalama bir Avrupalının her yıl 5 ton atık ürettiği, bunun sadece %38'inin geri dönüştürüldüğü ve bazı AB ülkelerinde evsel atıkların %60'tan fazlasının hala çöp sahalarına gittiğini belirtmektedir. Bu sonuçlar, sürdürülebilir kalkınma kapsamında önerilen; atıkların çevre ve insan sağlığı açısından bir tehdit olmaktan çıkıp, ekonomi için bir girdiye dönüştürülmesini amaçlayan atık yönetim stratejileri benimsenmesinin önemini ortaya koymaktadır. Raporda 2030 gündemi'nin kabulünden bu yana, ülkelerin resmi istatistikleri kamu kullanımına açmada önemli ilerleme kaydetmiş olmasının belirtilmesi de gelişmeleri izlemeyi daha kapsayıcı hale getirirken, farklı bakış açılarını ve ihtiyaçları içermesi açısından da önemlidir. İzleme eylemleri için yönetmelikler, uygulamalar ve istatistikler temel araçlardır. Kuruluşların sera gazı (GHG) emisyonlarını hesaplamalarına ve yönetmelerine yardımcı olmak için geliştirilen küresel tanınırlığa sahip bir standart olarak Sera Gazı Protokolü (GHG Protokolü) bir örnektir. "Ekolojik ayak izi", "karbon ayak izi" gibi kavramlar ise önemli ölçütler olarak işlev görmektedir.

İnsan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan Ekolojik Ayak İzi, aynı süre içerisinde üretebilecek doğal kaynak miktarıyla, doğal kaynakların kendini yenileme kapasitesinin karşılaştırılması ile ortaya çıkan çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için önemli bir ölçüttür. İnsan kaynağı çıkarımı ve atık üretiminin bir ekosistemin çıkarılan kaynakları yenileme ve üretilen atığı emme yeteneğini aşması durumunda ortaya çıkarak, dünyanın yaşamı destekleyen doğal sermayesinin tükenmesine ve atık birikmesine yol açar (Schaefer vd., 2006:10). Küresel ölçekte toplam ekolojik ayak izinin en büyük bileşeni olan karbon ayak izi, farklı ürün, gövde ve süreçlerin sera gazı yoğunluğunun ölçülmesi olarak ifade edilmektedir (Pandey vd.,2011:135). Karbon ayak izi, enerji tüketimi, ulaşım, üretim ve atık üretimi gibi faaliyetlerden kaynaklanan emisyonları içerdiği için yaşam alanlarının tümünde kullanılan kaynakların sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Kaynakları, kendilerini yenileme hızından daha fazla tüketmeyi sürdürmek dünyayı yok

etmek anlamına geleceği için daha az kaynaktan daha fazlasını elde etmede yeni stratejiler ve yöntemler geliştirmek zorunluluğu doğmuştur. Bu noktada önemli bir sorun olarak görülen atıkların, önlenmesine yönelik atık yönetim stratejilerin belirlendiği düzenlemeler yapılmış ve geliştirilmeye de devam etmektedir. Ayrıca, iklim değişikliğinin insanlığın karşılaştığı en büyük sorun olduğu konusunda hem fikir olan bilim insanları ve karar vericiler; sera gazı emisyonlarını azaltmak için hızlı önlemler almanın, iklim değişikliğinin hem yıkıcı etkilerini hem de neden olacağı ekonomik kayıpları önlemek için de hayati önem taşıdığını iddia etmektedirler.

Atık sektörünün iklim ısınmasına doğrudan katkısının %90'ından fazlası, hem çöplüklerden ve katı atık depolama alanlarından hem de atık su arıtımından gelen organik atıkların anaerobik bozunmasından kaynaklanan metandır (Wilson vd., 2024:860). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli AR7 raporu (IPCC,2025:35), endüstrilere göre geçmiş ve mevcut emisyon seviyeleri başlığı altında; sektörler genelinde malzeme son kullanım talebi, malzeme verimliliği, tüketim kalıpları, döngüsellik ve atıklara yönelik kararlar alınmış ve daha iyi atık ve kaynak yönetimi için önlemlerin, iklim azaltımı planlamasının temel bir parçası olarak entegre edilmesi önerilmektedir.

Hızla büyüyen küresel nüfusun, ham madde tüketimini artırması ve bu döngünün her zamankinden daha fazla endüstriyel atık yaratması, atıkların sürdürülebilir ve etkili bir şekilde yönetilmesinin aciliyetini daha da artırmıştır. Bu kapsamda, Avrupa Birliği, atığı ve çevre üzerindeki etkisini azaltmak için “döngüsel ekonomi” olarak bilinen daha sürdürülebilir bir modele geçişi teşvik etmektedir. Böyle bir döngüsel ekonomi yaratma yolunda atılacak önemli bir adım, daha iyi bir yaşam kalitesine yol açan ancak, aynı zamanda çevre ve gelecek nesiller üzerindeki etkiyi en aza indirmeyi amaçlayan bir tüketim modeline geçmektir (European Parliament, 2023).



Şekil 2. Döngüsel Ekonomi Modelini Açıklayan İnfografik (European Parliament, 2023).

Şekil 2'deki döngüsel ekonomi modeli incelendiğinde, malzemelerin ve ürünlerin yeniden kullanım, onarım, yenileme ve geri dönüştürme yoluyla yaşam döngüsünün uzatıldığı daha verimli kullanımla atıkların azaltıldığı, üretim ve tüketim modeli olduğu görülmektedir. Ayrıca, çevreyi koruma, hammadde bağımlılığını azaltma, iş yaratma ve tüketicilere ekonomik kazanç avantajları sağlayarak, sürdürülebilirliğin ekolojik, ekonomik ve sosyal bileşenlerini kapsadığı söylenebilir.

Atıf direktifinde 2050 yılına kadar döngüsel ve iklim açısından nötr bir ekonomi inşa etmek için son yıllarda atıkları azaltmak ve ürünleri daha sürdürülebilir hale getirecek birçok yeni önlem getirilmiştir. Yeni veya güncellenen mevzuat, eko tasarım, paketleme, yeşil aklama, onarım hakkı, atık yönetimi ve diğer önemli alanları kapsamaktadır. 2019'dan 2023'e kadar 62 Üye Devlet ve Avrupa Birliği, sürdürülebilir tüketim ve üretim modellerine geçişi hızlandırmak için 516 politika aracı bildirmiş ve 2023'teki yeni politikalar ile sürdürülebilir tüketim ve üretim modellerini yüksek etkili sektörlere entegre etmiştir (UN,2024:33).

Bütün gelişmelerden, başlangıçta atık toplama ve mümkün olan en az çevresel zararı verecek şekilde bertaraf etme yoluyla çevresel hasarı en aza indirme amacıyla başlayan atık yönetimi stratejilerinin, 21. Yüzyılın başlarından itibaren daha sürdürülebilir bir atık ve kaynak yönetimi'ne dönüşerek, döngüsel bir ekonomiye ve 'sıfır atık' nihai hedefine doğru ilerlediği görülmektedir. Böylece, sürdürülebilir atık yönetiminin Dünyamızın değerli kaynaklarının uygun şekilde yönetilmesine ve yeni nesiller için ekonomide korunmasını sağlama hedefine doğru ilerlediğini söylemek mümkündür.

Günümüzde sürdürülebilir atık yönetiminin karbon emisyonlarının azaltılmasında hayati bir rol oynadığı, atıkların çöplüklere girmesi veya denizlere, tarım alanlarına karışarak, yaşamın tüm alanlarına verdiği hasarın, atık üretimini en aza indirme ile doğrudan ilişkili olduğuna yönelik çevresel farkındalık artmıştır. Bu yönde yapılan yoğun çalışmalar sonucunda kapsamı genişletilmiş “entegre atık yönetimi”, “bütünleşik atık yönetimi” gibi içeriğinde atıkların kaynağında azaltılması, geri kazanımı, tekrar kullanımı vb. önlemleri içeren yeni yönetim stratejileri benimsenmeye başlamıştır. Akademisyenler, kurumlar, küçük orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) ve sivil toplum kuruluşları gibi birçok aktör, AB politikalarının yönlendirdiği atık azaltma ve geri dönüşüm stratejilerini geliştirmeyi güçlü bir şekilde desteklemektedirler.

2. AB Atık Politikası ve Atık Hiyerarşisi

Mümkün olduğunca atıktan yüksek kaliteli kaynaklar çıkararak döngüsel ekonomiye katkıda bulunmayı amaçlayan AB atık politikası; atık yönetimini iyileştirmek, geri dönüşümde yeniliği teşvik etmek, atık depolama alanını sınırlamayı hedeflemektedir. Belirli atık kategorileri belirli yaklaşımlar gerektirdiği için genel yasal çerçevenin yanı sıra AB'nin farklı atık türlerini ele alan birçok yasası vardır.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Yönetmeliği Atıklar Hakkında Yönerge'ye göre 'atık', sahibinin attığı veya atmaya planladığı veya atması gereken herhangi bir madde veya nesne anlamına gelmektedir. “Atık yönetimi” atıkların toplanması, taşınması, geri kazanılması ve bertarafını içeren tüm işlemlerin denetimi ve bertaraf sahalarının bakımı kapsayan eylemler sürecidir (European Commission, 2025a). Bertaraf kaçınılmaz olarak genellikle kontrolsüz olan çöplük anlamına gelmesine rağmen, emisyonların yakalanması ve sıhhi çöplüğün evrimi konusu 1970'lerin sonlarına kadar düşünülmemiştir. Organik atıkların anaerobik bozunmasının metan üreteceği bilindiği halde, küresel ısınma üzerindeki etkisinin karbondioksitin yirmi katından fazla olduğunun daha sonra anlaşılmış olması girişimleri artırmıştır (Wilson vd., 2024:861). Doğal kaynaklara olan talebin artması, üretim yöntemlerinden kaynaklanan atık miktarlarının yanı sıra değişen tüketim davranışları ile kullanım ömrü kısalan ürünlerin daha kısa sürelerde atık miktarlarını çoğaltması kaygıları artırmaya ve çevre lobilerinin eylemleri ile farkındalığın artmasına neden olmuştur. Bu durum, resmi geri dönüşüm programlarına kamu katılımını gerektiren mevzuatlarla daha da ivme kazanarak, “atık yönetimi” kavramıyla birlikte farklı stratejilerin geliştirilmesine yol açmıştır.

Üretilen atıkların toplanması, taşınması ve bertaraf edilmesini içeren geleneksel atık yönetiminin atık üretildikten sonrasına odaklanmış olması; sonuç olarak atıkların çöp sahalarına veya yakma tesislerine gönderilmesi ile sonlandığı için çevresel hasarı azaltmaya yönelik çabalar daha da artmıştır. 1970'li yıllarda atıkları depolama alanlarından mümkün olduğunca uzaklaştırmak ve bu alanların iyileştirilmesine yönelik adımları belirleyen “atık hiyerarşisi” kavramı, atık yönetiminin yol haritasını değiştiren önemli bir süreç olarak gündeme gelmiştir. Endüstri için girdileri, tasarımı ve hatta bir ürünün kullanım ömrünün sonunun planlanmasını sağlayan “atık hiyerarşisi” atık yönetimiyle ilgili bir kavramdır ve çeşitli atık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi için temel bir işlev görmektedir. Ayrıca, sunduğu çerçeve ile atıkların ne yapılması gerektiğine yönelik anlaşılabilir bir süreç sağlamakla birlikte; atıkları mümkün olduğunca geri dönüştürmeye çalışırken sorumlu bir şekilde işlenmesini de gerektirmektedir.

Daha iyi atık ve kaynak yönetimi için politikaları ve kararları şekillendiren hiyerarşi ilk olarak 1975 yılında Avrupa Birliği'nin sadece bir listeden oluşan Atık Çerçeve Direktifi'nde (1975) tanıtılmıştır. 1979 yılında Hollandalı bir

politikacı olan Ad Lansink'in en çok istenen seçeneğin en üstte, en az istenenin ise en altta yer aldığı bir merdiven biçiminde düzenlenmesini önermesiyle, Lansink'in Merdiveni olarak bilinmeye başlanmış ve 2008 yılında revize ederek beş adımlı bir atık hiyerarşisi tanımlanmıştır (Greedy,2021:1329).

Atıklar hakkında 19 Kasım 2008 tarihli 2008/98/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Yönetmeliği kapsamında; Atık Çerçeve Direktifi (Waste Framework Directive/WFD) ile atık, geri dönüşüm ve geri kazanım tanımları da dahil olmak üzere atık yönetimiyle ilgili temel kavramlar ve ilkeler ortaya koyulmuştur (European Commission, 2025a). Bu hiyerarşi atıktan arındırılmış bir üretime yönlendirmeyi öncelik olarak görürken, atıkların insan sağlığını tehlikeye atmadan, çevreye zarar vermeden ve su, hava, toprak, bitki veya hayvanlar için risk oluşturmadan yönetilmesi gerektiği felsefesine dayanmaktadır.



Şekil 3. EU Atık Çerçeve Direktifindeki Atık Hiyerarşisi WFD (European Parliament Council, 2008).

Şekil 3'deki atık çerçeve direktifinde (WFD) önerilen atık hiyerarşisinde, malzemelerin kullanılmasını ve atık oluşumunu baştan önlemek tercih edilen ilk seçenektir ve atıkları bertaraf etmek son çare olarak görülmektedir. Atığı kaynağında azaltmaya odaklanan atık önleme eylemleri, döngüsel ekonomiye geçişteki değişimi yönlendirmede merkezi öneme sahiptir.

Atık haline gelmiş ürünlerin temizleme ve onarma yoluyla tekrar kullanılmaya uygun hale getirilmesi için yenilenmesi hiyerarşide yer alan ikinci seçenektir. Üçüncü seçenek olan geri dönüşüm; malzemeleri atık olarak atmak yerine yeniden kullanma sürecidir ve sınırlı doğal kaynakları tekrar tekrar kullanarak atıkları azaltma, çöp miktarını ve yakma veya çöp sahalarını kullanma sonucu oluşan kirliliği önlemek için önemlidir. Çünkü ürünler için kullanılan ham maddelerin çıkarılması ve işlenmesi çok fazla enerji gerektiren, çok fazla kirliliğe neden olan ve çevresel sürdürülebilirliği bozan bir işlemdir. Toplanan atıkların yüksek kaliteli ikincil ham maddelere dönüştürmesini içeren "kurtarma" seçeneği sürdürülebilirliğin üç boyutu açısından da önem taşımaya rağmen, son seçenek olan atıkların bertaraf edilmesi çoğunlukla çöp alanlarına gitmeleri anlamına gelmektedir.

Sonuç olarak, WFD atık hiyerarşisinin nihai hedefi atığı önleme ve atıktan arınmış üretim yani "sıfır atık" olmasına rağmen, bu hiyerarşide atıklar; yeniden kullanıma hazırlama, geri dönüştürme, iyileştirme ve bertaraf etme aşamalarından oluştuğu için nihai hedefe ulaşmayı mümkün kılmadığı görüşü yeni önerilere zemin hazırlamıştır. Atıkları bertaraf etmek çevre açısından sürdürülebilir değildir ve bu hiyerarşinin genişletilerek, işletmelerin üretim sistemlerini ve bireylerin tüketim davranışlarını da kapsayan daha sorumlu kaynak yönetimine doğru ilerlemeyi teşvik edecek yeni bir modele ihtiyaç duyulmuştur. Sürdürülebilir bir atık yönetiminin, ürünlerin üretim sürecinden başlayarak, tüketiciyle buluşması ve kullanım ömrünü tamamlaması sonrasında da kapsayacak şekilde ele alınarak, sadece çevre boyutuyla değil ekonomik ve sosyal boyutlarıyla da düşünülmesi gerektiği yaklaşımı önem kazanmıştır.

Zero Waste Europe (ZWE, 2019), Atık Çerçeve Direktifindeki (WFD) mevcut atık hiyerarşisinde atık yönetiminin, atıkların sağlığa ve çevreye en az zararı verecek şekilde bertaraf etmekle ilgili olduğunu belirterek, Döngüsel Ekonomi ile uyumlu bir yeni bir hiyerarşi önerisi yayınlamıştır. İcra Direktörü Joan Marc Simon (2019), mevcut atık hiyerarşisinin yalnızca çevresel bir bakış açısıyla hazırlandığını, sosyal, ekonomik ve lojistik hususları veya döngüsellığe doğru bir geçişi teşvik etme ihtiyacını hesaba katmadığını, sınırlı ve kısıtlayıcı olduğunu belirtmiş ve bu yeni atık hiyerarşisinin ise Avrupa'nın Döngüsel Ekonomi hedeflerine ulaşmak için doğru öncelikleri belirleyen bir araç olduğunu vurgulamıştır. Çünkü bu atık hiyerarşisi, tüketim alışkanlıklarını etkileyerek, iş modellerini yeniden düşünerek ve bunları tasarım yoluyla atıksız hale getirerek, atıkları sistemden tasarlamayı önermektedir.



Şekil 4. Zero Waste Europe Sıfır Atık Hiyerarşisi (ZWE, 2019).

Şekil 4’de Zero Waste Europe’un da üyesi olduğu Zero Waste International Alliance ile işbirliği ile geliştirilmiş olan sıfır atık hiyerarşisinin, kaynakları mümkün olduğunca uzun süre kullanımda tutmaya daha fazla odaklandığı ve geri dönüşümün ötesinde daha etkili atık yönetimi yaklaşımları olduğu görülmektedir. Bu modelde en önemli değişiklik, atıkların bertarafıyla sonlanan doğrusal bir yaklaşımdan, atık yönetimine ve ardından atık ve kaynak yönetimine geçişin benimsenmesidir. Diyagram, sıfır atık hiyerarşisinin, yeniden kullanım ve geri dönüşüme hazırlığın orta seviyelerini korurken, üst ve alt seviyelerde AB atık hiyerarşisinden nasıl farklılaştığını göstermektedir.

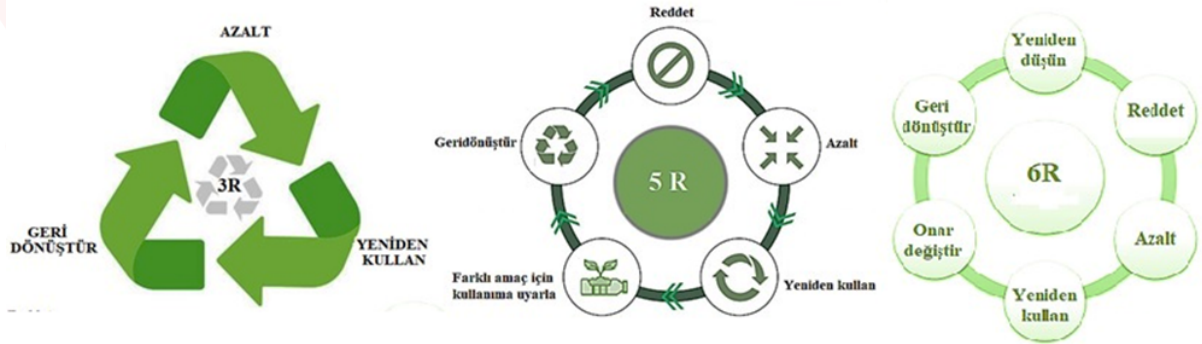
Yukarıdan aşağıya doğru sıralanmış olan hiyerarşide, 2’si ürünlerle ve 5’i atıkla ilgili olan yedi seviye bulunmaktadır. En üstteki iki seviyede atık değil ürünlere odaklanılmış ve geleneksel (WFD) hiyerarşinin “önleme” seviyesi “reddet, yeniden düşün, yeniden tasarla” olarak genişletilmiştir. İkinci seviye olan “azalt ve yeniden kullan”, kullanılmış ürünleri kullanımda tutmaya ve atık haline gelmelerini önlemeye odaklanırken, üçüncü seviye olan “yeniden kullanıma hazırlama”, atık ürünleri alıp tekrar kullanılabilir hale getirebilmeleri için yenilemeyi ifade etmektedir. Dördüncü seviye, geri dönüşüm, kompostlama ve anaerobik sindirimin, malzemeleri kullanımda tutmak için ideal “son seçenek” olduğu geleneksel hiyerarşiyi yansıtmaktadır.

Beşinci seviyede, örneğin yakma yoluyla malzemeyi enerjiye dönüştürmek yerine, malzemeleri ve kaynakları korumaya odaklanılarak “malzeme ve kimyasal geri kazanımı” önceliklendirilmiştir. ZWE hiyerarşisinin en altında, atık yönetimi için kabul edilemez olsa da tüm değerli malzemeler geri kazanıldıktan sonra kalan minimize edilmiş atıkları bertaraf etmek son seçenek olarak yer almaktadır.

Döngüsel Ekonomi çerçevesinde ZWE atık hiyerarşinin itici gücünün yalnızca atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi değil, aynı zamanda kaynakların değerinin yeni nesiller için ekonomide korunmasını sağlamak olduğu görülebilmektedir. Böylece, başlangıçta çevresel hasarı en aza indirmeyi amaçlayan atık yönetiminin, Dünyanın değerli

kaynaklarının uygun şekilde yönetilmesini de kapsayan, sürdürülebilir atık yönetimine yönelik daha derinlemesine bir yaklaşım ile ürünün tüm yaşam döngüsüne odaklandığını söylemek mümkündür. Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı EPA (2024), atık yönetiminin önemli bir hedefi, tek kullanımlık atık miktarını azaltmak ve değerli, sınırlı depolama alanını korumak olduğunu belirtmektedir. Bertaraf edilmesi gereken atık miktarını azaltmak için atık en aza indirilerek, mümkün olduğunca çok malzeme ve atığı yeniden kullanarak ve geri dönüştürerek bu hedefin karşılanabileceği de vurgulanmaktadır.

Atık yönetimine yönelik çabalar, ürünlerin kullanım ömürleri sonunda depolama alanları veya çöplüklerde sonlandırıldığı “beşikten mezara” anlayışının değişmesine yol açmıştır. Uzun vade de olsa endüstrinin tüm alanlarında, atık kavramını ortadan kaldırmayı hedefleyen “sıfır atık”, “beşikten beşiğe tasarım” gibi yaklaşımlarla ekonomik, ekolojik ve sosyal değer yaratan sürdürülebilir üretim süreçlerine geçişler artmıştır. Doğadaki her şeyin bir sistem içinde işlediği anlayışından beslendiği de düşünülen bu üretim yaklaşımında ilk akla gelen atık yönetimi hiyerarşisi; azalt (reduce), yeniden kullan (reuse), geri dönüştür (recycle) adımlarıyla 3R olarak bilinmektedir. Yapılan iyileştirmelerle 5R’ye yükseltilerek reddet (refuse), azalt (reduce), yeniden kullan (reuse), farklı bir amaç için kullanmak üzere uyarla. (repurpose) ve geri dönüştür (Recycle) şeklinde genişletilmiştir. Günümüzün karmaşık çevresel sorunları ve sürdürülebilirlik gereksinimleri, bu prensipleri; yeniden düşün (rethink), reddet(refuse), azalt (reduce), yeniden kullan (reuse), repair/replace (onar/değiştir), geri dönüştür (recycle) adımları ile 6R ye yükseltmiştir. Sektörlere ve yaklaşımlarına göre genişletilmiş 7R ve 9R tanımlarına da rastlandığı gibi atık yönetimine yönelik bu yaklaşımların daha da genişleyeceğini söylemek mümkündür. Bazı çalışmalarda, içerdikleri kavramlar ve amaçları nedeniyle çevrenin 3R’si, korumanın 5 R’si ve sürdürülebilirliğin 6R’si olarak adlandırılmaları da atık hiyerarşisinin kapsamının tespit edilen eksiklikler doğrultusunda geliştirildiğini ortaya koymaktadır.



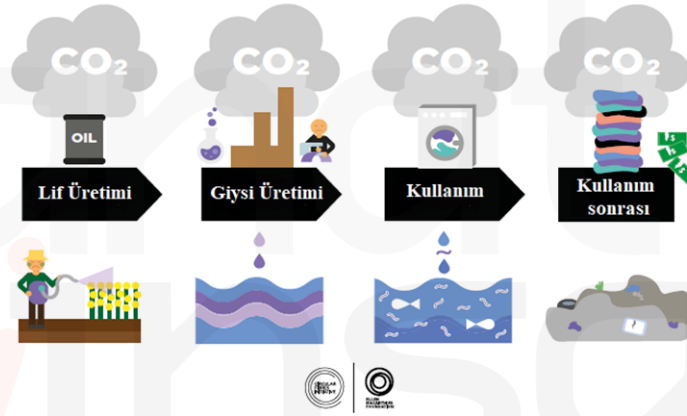
Şekil 5. Sürdürülebilir Atık Yönetimi 3R, 5R ve 6R Döngüsü.

Sürdürülebilir atık yönetimi, malzemelerin atılmak yerine azaltıldığı, yeniden kullanıldığı ve geri dönüştürüldüğü döngüsel bir ekonominin oluşturulmasına yardımcı olmak, karbon emisyonlarını azaltmak, insan sağlığını ve doğal yaşam alanlarını korumak ve doğal kaynakların korunmasına yardımcı olmak için önemlidir. Bu nedenle, atık yönetimi hiyerarşisinin benimsenmesi işletmeler açısından hem sorumluluk hem de zorunluluk olarak görülmektedir. Endüstrinin her alanındaki işletmelerin sürdürülebilir atık uygulamaları için ilk adım olarak net bir sürdürülebilir atık yönetimi stratejisi ve eylem planı oluşturmaları ve sürekli iyileştirmeler yapmaları gerekmektedir. Bu alanların içinde emek ve kaynak kullanımında oldukça yoğun olan tekstil ve moda sektöründe, atıkların artması ve imhasının endüstri için önemli bir sorun teşkil etmesi, atık yönetiminde öncelikli alanlardan biri olmasına neden olmaktadır. Avrupa Çevre Ajansı (EEA, 2023) göre, büyümeye devam eden tekstil tüketimi, ortalama olarak, çevre ve iklim değişikliği üzerindeki dördüncü en yüksek olumsuz etkiye ve küresel yaşam döngüsü perspektifinden su ve arazi kullanımında üçüncü en yüksek etkiye sahiptir.

3. Tekstil ve Moda Sektöründe Atık Yönetimi ve Değerlendirme Stratejileri

Bir tekstil ürününün tasarımı, imalatını, dağıtımını, perakende satışını ve tüketimini içeren tüm faaliyetlerden oluşan tekstil değer zincirinin her aşamasının çevresel etkileri olduğu bilinmektedir. Doğal liflerin yetiştirilmesinde kullanılan toprak, su ve pestisitler, sentetik lifler için kullanılan enerji ve kimyasal hammaddeler dikkate alındığında; tekstilin hammadde aşamasında başlayan çevresel etkilerinin, üretim, ambalaj, dağıtım, kullanım ve kullanım sonrası oluşan atıklarla birlikte çok daha geniş kapsamlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yılda 100 milyon metrik ton üretim kapasitesiyle küresel ölçekte en büyük endüstrilerden biri olan tekstil sektörü (Rathore, 2023: 40), hava, su, toprak ve çevresel kirliliğin yanı sıra doğal kaynakların azalmasında etkin bir sektör olarak görülmekte ve bu durum sürdürülebilir bir gelecek için kaygıları artırmaktadır.



Şekil 6. Tekstil Yaşam Süreci (Ellen MacArthur, 2022:19).

Küresel olarak, kullanılan tekstillerin çoğunun çöplükte son bulması, malzemenin değerinin kaybolmasına ve çöplük alanını işgal ederek çevresel etkilere neden olmasının yanı sıra ekonomik kayıplara da yol açmaktadır. Çöp alanlarında yeterince kontrol altında tutulamayan pamuk ve yün gibi doğal liflerden oluşan tekstil atıklarının ayrıştıkça sera gazı salınımı yaptıkları bilinmektedir. Ayrıca, sentetik liflerin doğada ayrışması çok uzun yıllar sürdüğü için kimyasal hasarın yanı sıra kirlilik de yaratmaktadırlar.

Tekstil ve moda sektöründe hammadde üretim sürecinden, tüketici kullanımı ve kullanım ömrünün bitmesiyle giysilerin elden çıkarılma işlemine kadar tüm süreç, ekolojik olduğu kadar ekonomik ve sosyal açıdan önemli sorunlar yaratmaktadır (Koca, 2019:655). Her yeni giysi üretimi genellikle önemli miktarda sera gazı üreten enerji gerektiren yoğun bir süreçtir. Günümüz enerjisi çoğunlukla yenilemeyen kaynaklardan üretildiği için atıkların iklim değişimine katkıda bulunması da kaçınılmazdır. Bu nedenle, giysi yaşam döngüsünün her adımında çevresel ve mesleki potansiyel tehlikeler üreten bu sektör, doğada kirli ayak izi bırakmaktadır (Koca ve Koç, 2020: 894). Sektörde, tek bir pamuklu tişört üretmek için 2.700 litre temiz suya ihtiyaç duyulmakta ve bu da bir kişinin yaklaşık 2,5 yıllık içme suyu ihtiyacını karşılayacak orandadır (European Parliament, 2025). Özellikle son yıllardaki hızlı moda uygulamaları ile kısa aralıklarla değişen moda trendleri ve ürün kalitesindeki düşüş, giysilerin kullanım ömrünü kısaltarak, tüketici sonrası atıkların artmasına yol açmıştır. Hızlı modanın sürekli değişen bu dinamik yapısı ile yaratılan yapay eskime, sürdürülebilirliğin ilkeleri arasında yer alan, uzun ömürlü ürün kullanımı ve daha sürdürülebilir satın alma davranışları ile tam bir tezatlık göstermektedir. Bu durum, tekstil ve moda sektörünün sürdürülebilirlik açısından problemli sektörlerden biri olarak ilk sıralarda yer almasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, tekstil atıklarını değerlendirmede daha sürdürülebilir bir süreç geliştirmeye yönelik proaktif çabalar arasında etkili geri dönüşüm yöntemlerini içeren stratejilerin benimsenmesi işletmeler için zorunlu bir çözüm yolu haline gelmiştir.

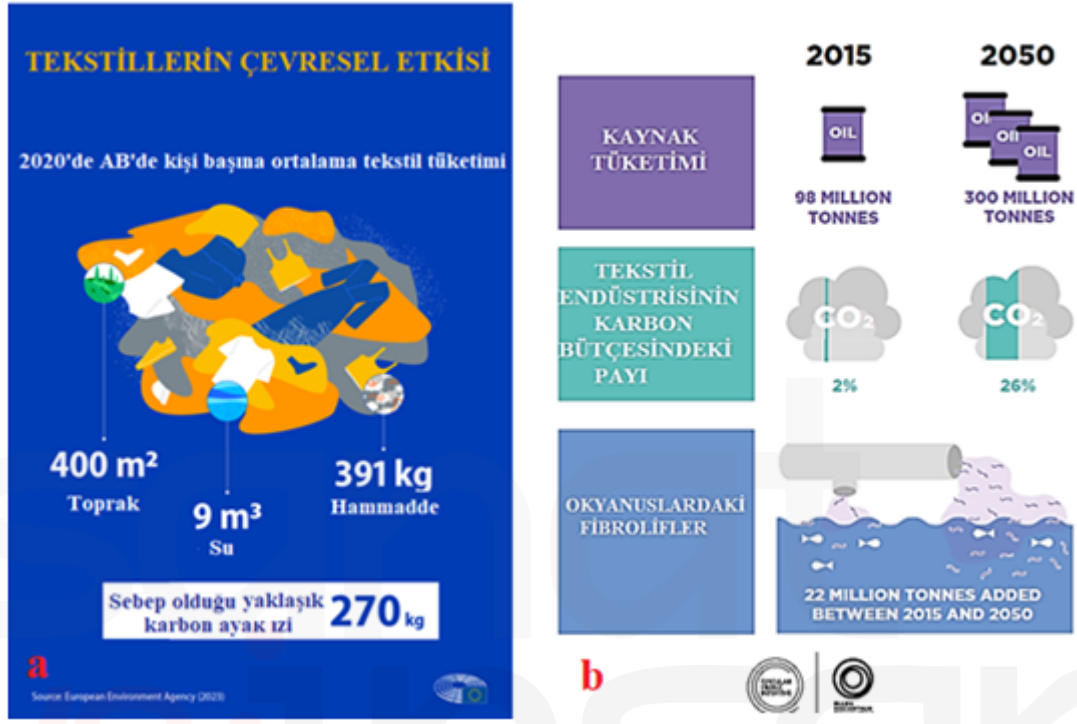
Tekstil atıkları tüketici öncesi ve tüketici sonrası olmak üzere iki grup altında incelenmektedir. Tüketici öncesi atıklar üretim sürecindeki işlemler ile ana ve yardımcı malzemelerden oluşan katı ve sıvı endüstriyel tekstil atıklarıdır. Üretim süreçlerinde oluşan önlenemez ve önlenemez katı atıklar, özellikle kesim artıkları, hem depolama açısından hem de

berteraf edilmeleri açısından büyük sorun teşkil etmektedirler (Koca ve Koç: 2023: 83-84). Tüketici öncesi atıklar genellikle "endüstri sonrası tekstil atıkları" olarak da adlandırılmaktadır. Tüketici sonrası atıklar ise son kullanıcısı için kullanım amacını yerine getirmiş veya artık kullanılmayan tekstillerdir. Eskime, küçülme, moda özelliğini yitirme gibi pek çok faktörün etkisiyle kullanım ömrünü tamamlamış ve elden çıkartılmasına karar verilmiş olan, giysiler ve her türlü tekstil ürünleri bu grup altında yer almaktadır. Ürünlerin tüketiciye ulaşma süreci de dikkate alındığında tüketici sonrası atıkların, her aşamada çevresel etkilere sahip uzun bir tedarik zincirinin sonucunda oluştuğu görülmektedir.

Atıkla ilgili yönetmeliğin 2023 (SWD 422) final etki değerlendirme raporunda; atık üretimini azaltma ve döngüsel ekonomiye geçiş açısından Avrupa Yeşil Mutabakatının hedeflerine katkıda bulunmak için iki kaynak yoğun sektör olan tekstil ve gıdaya odaklanılmıştır. Raporda, 2019 yılında giyim ve ayakkabı, ev tekstili, teknik tekstil ve sanayi sonrası ve tüketici sonrası atıkları kapsayan toplam tekstil atığının çok büyük boyutlara ulaştığı belirtilmektedir. Tekstil atığının %87'sini temsil eden tüketici sonrası tekstil atığının ise yalnızca yaklaşık %22'si yeniden kullanım veya geri dönüşüm için ayrı ayrı toplanırken geri kalanının yakıldığı veya çöplüklere atıldığı vurgulanmıştır. Problemin düzenleyici, piyasa ve davranışsal etkenlerden kaynaklandığına dikkat çekilerek; "tekstil" ve "tekstil atığı" tanımlarının uygulanmasında düzenleyici belirsizlik, yeniden kullanım ve geri dönüşüm sistemlerini ölçeklendirmek için finansman açığı ve pazarı düşük maliyetli giyim ve tekstillerle dolduran "hızlı moda" trendleri etkenler olarak sıralanmıştır (European Commission, 2023).

İlgili literatür incelendiğinde, pek çok araştırmada uzmanların, insanların dünya çapında yönetilemez ve sürdürülemez seviyelerde atık ürettiği ve bunların arasında tekstil atıklarının yüksek oranlarda olduğu konusunda hemfikir oldukları görülebilmektedir. Huygens ve arkadaşları (2023:5), AB'de her yıl 8 milyon tondan fazla tüketici sonrası tekstil atığı yakıldığını veya çöplüğe atıldığını belirtmektedirler. 2019 yılında yapılan araştırmaya göre ise özellikle hanelerden gelen tüketici sonrası atıkların, üretilen tekstil atığının en büyük payını temsil ettiği, endüstriyel sonrası ve tüketici öncesi atıkların toplam atığın daha küçük bir payını oluşturduğu önemli sonuçlardır (sırasıyla toplam tekstil atığının %11'i ve %3'ü). Kullanılmış ve tüketici sonrası atık tekstillerin ayırma kapasitesinin düşük olduğu, ayrı toplanan tekstillerin önemli bir kısmının ayırma, yeniden kullanma ve/veya geri dönüştürme için üçüncü ülkelere ihraç edildiği bildirilmektedir. Ayrıca, 2035 yılı için yaptıkları ileriye dönük değerlendirmede, tekstil tüketiminin artması nedeniyle tekstil atığı üretiminin gelecekte daha da artabileceğini belirterek, ayrı toplanan atık hacimleri artsa bile, yine de önemli bir atık miktarının yakılması ve küçük bir oranda da çöp sahalarına gönderilmesini öngördüklerini belirtmektedirler.

Ellen MacArthur Company 2017 yılı raporunda; tekstil endüstrisinin üretimde kullanılan tehlikeli maddeler ve güvensiz prosesler nedeniyle çoklu sosyal etkilere sahip olduğunu ve son yıllarda okyanuslara giren plastik sorununa büyük katkıda bulunan bir etken olarak tanımlandığını belirtmektedir (Şekil 7b). Ayrıca, kaynak kullanımı ve karbon ayak izi olumsuz etkilerinin 2050'ye kadar ciddi bir şekilde artış göstereceğini öngörerek giysiler, kumaşlar ve liflerin kullanımdan sonra ekonomiye yeniden girdiği, atıksız yeni bir sisteme ihtiyaç duyulduğunu vurgulamış ve döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumlu bir vizyon çizmiştir.



Şekil 7a, AB’de Ortalama Tekstil Tüketimi (European Parliament, 2025).

Şekil 7b. Tekstil endüstrisinin 2050'ye kadar öngörülen olumsuz etkileri (Ellen MacArthur, 2017:19).

Şekil 7’de yer alan Avrupa Çevre Ajansının verilerine göre 2020 yılında Avrupa’da kişi başına kullanılan ortalama tekstil tüketimi için 400 m² toprak, 9 m³ su ve 391kg hammadde kullanılmıştır. Bunun sebepten olduğu yaklaşık karbon ayak izi ise 270 kg dır.

McKinsey Company (2022:2), Avrupa’da kişi başına 15 kilogramdan fazla tekstil atığı üretildiğini ve tekstil atığının en büyük kaynağının tüketicilerden atılan giysiler ve ev tekstilleri olup, toplam atığın yaklaşık %85’ini oluşturduğunu belirtmektedir. Avrupa Çevre Ajansı’nın (EEA, 2023) raporuna göre, Avrupa, tekstil atıkları da dâhil olmak üzere kullanılmış tekstilleri yönetme konusunda büyük zorluklarla karşı karşıyadır. Avrupa’daki yeniden kullanım ve geri dönüşüm kapasiteleri sınırlı olduğundan, AB’de toplanan kullanılmış tekstillerin büyük bir kısmı Afrika ve Asya’ya ihraç edilmektedir. Bu tekstillerin temel amacı yeniden kullanım olduğu halde tekstillerin büyük bir kısmının yeniden kullanılamaz olması nedeniyle varış ülkesinde olumsuz çevresel ve sosyal etkilere katkıda bulunmaktadır.

Avrupa parlamentosunun 2024 yılında atık direktifindeki tekstil atığı kurallarında değişiklik yaparak; 2025 yılına kadar tüm AB ülkelerine yeniden kullanım ve geri dönüşüm için hazırlık yapmak üzere tekstil atıklarının ayrı ayrı toplama yükümlülüğü getirmiş olmasının, toplanan kullanılmış tekstil miktarlarını daha da arttırabileceği öngörülmektedir. Bu nedenle, AB genelinde altyapının geliştirilmesine yatırım yaparak yeniden kullanımı ve geri dönüşümü en üst düzeye çıkarmak için gereken uyumlu eylemler için yasal düzenlemeler yapılmaktadır.

AB, 2050 yılına kadar döngüsel bir ekonomiye ulaşma planının bir parçası olarak, tekstil atıklarını azaltmak ve tekstillerin yaşam döngüsünü ve geri dönüşümünü artırmayı hedeflemektedir (European Parliament, 2025). Bu hedef endüstrinin, geleneksel üretim anlayışından, atığı değere dönüştüren büyük ve sürdürülebilir yeni bir atık yönetimi anlayışını benimsemesi anlamını taşımaktadır. Bu da, hem malzeme hem de trendler açısından ürünün uzun süreli kullanımını, onarılabilirliğini ve geri dönüştürülebilirliğini iyileştirmek ve yeni ürünlerde ikincil hammaddelerin kullanımını sağlamak için tekstillerin döngüsel tasarımı ile gerçekleştirilebilir. Üretimde alışılmış doğrusal malzeme akışı yerine döngüsel malzeme akışının benimsenmesi ile giysi ve diğer tekstil ürünlerinin tüketiminde azalma da sağlanacağı için atık miktarının artması da önlenilebilir. Bu konuda, Avrupa Komisyonu’nun AB ye devletlerinde

tekstil ürünleri için zorunlu ve uyumlu Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (EPR) şemaları getirmeyi önererek, tekstil toplama, ayırma, yeniden kullanma ve geri dönüştürme ile ilgili sosyal girişimleri destekleyecek ve üreticileri daha döngüsel ürünler tasarlamaya teşvik edecek kararlar alması, tekstil atık yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır.

3.1. Geri Dönüşüm ve Döngüsel Tasarım

Genellikle, yeni tekstil veya tekstil dışı ürünlerde kullanılmak üzere tüketici öncesi veya sonrası tekstil atıklarının yeniden işlenmesini ifade eden tekstil geri dönüşümü, tekstil atığı sorununu ele almak için tanınan birincil çözüm olarak öne çıkmaktadır. ISO “5157” standardına göre geri dönüşüm; enerji geri kazanımı hariç (3.2.7.7) bir üründe kullanılmak üzere geri kazanılmış kaynakları elde etme faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır. Kaynak elde etme faaliyeti olan toplama (3.2.6.7) ise kullanılmış tekstil ürünlerini (3.1.1.13) veya atık malzemeleri daha ileri işleme, yeniden kullanım (3.2.2.16), onarım (3.2.2.14), yeniden üretim (3.2.2.12) veya geri dönüşüm (3.2.6.32) için bir ayırma tesisine toplama ve taşıma sürecini kapsamaktadır (ISO,2023). Toplama, ayırma ve ön işleme, elyaftan elyafa geri dönüşüme, tekstil atığı miktarını sınırlamada etkin rol oynamaktadır.

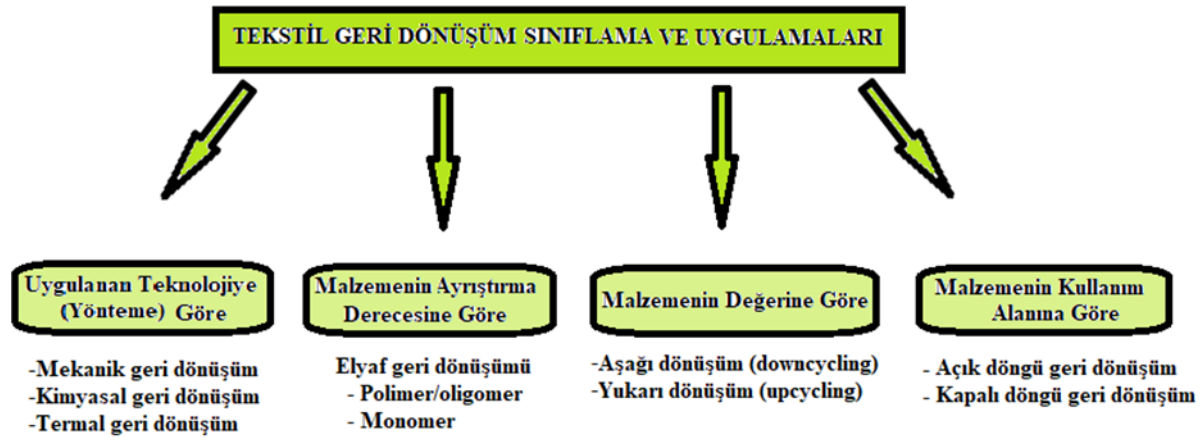
Tekstiller açısından geri dönüşüm birçok farklı alanı kapsayabilir. Giysilerin ve malzemelerin geri dönüşümü yapılabilir. Malzemelerin daha endüstriyel bir bağlamda geri dönüşümü vardır. Bu, tekstil ürünlerinin çözüldüğü ve yeniden bükülmüş yeni elyaflara dönüştürüldüğü geri dönüştürülmüş lif ve iplik üretimini içerir (Koca ve Koç, 2020: 895). Tekstil atıkların karmaşık yapısı nedeniyle, geri dönüşüm için sınıflandırılmaları ve tanımlanmalarında çoğu zaman önemli bir ikilem oluşmaktadır. En yaygın yaygın tekstil atığı kaynağı; tüketici sonrası atıkların yanı sıra ve tekstil endüstrisinden gelen atıklar ve satılamayan tekstil atıklarıdır.



Şekil 8. Tekstil Atıkları ve Geri Dönüşüm Yolları (Damayanti, 2021:7).

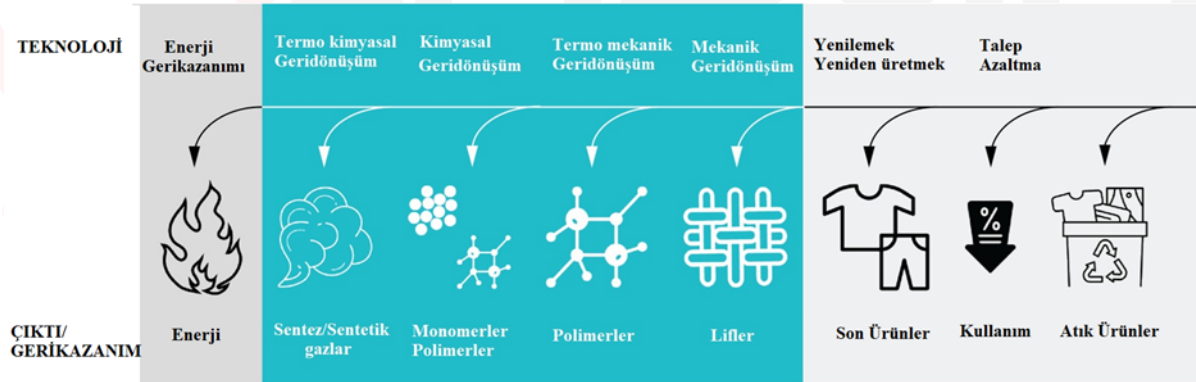
Şekil 8 incelendiğinde, atıkların geri dönüşümünün sağlanmasında ayıklama sürecinin önemli bir aşama olduğu ve sonraki işlemlerin temelini oluşturduğu görülmektedir. Son yıllarda, tekstil atıklarını ayırmak için yakın kızılötesi (NIR) teknolojisi kullanılmaktadır. NIR spektroskopisi, görüntü sınıflandırması yoluyla dönüştürülmüş dalga boyu tanıma yoluyla otomatik olarak uygulanabilmektedir (Damayanti,2021:8).

İlgili literatürde tekstilde geri dönüşümünün farklı sınıflandırmaları olmasına rağmen, en yaygın sınıflama ve uygulamaları dört başlık altında toplanabilir.



Şekil 9. Tekstil Geri Dönüşüm Sınıflaması ve Uygulamaları.

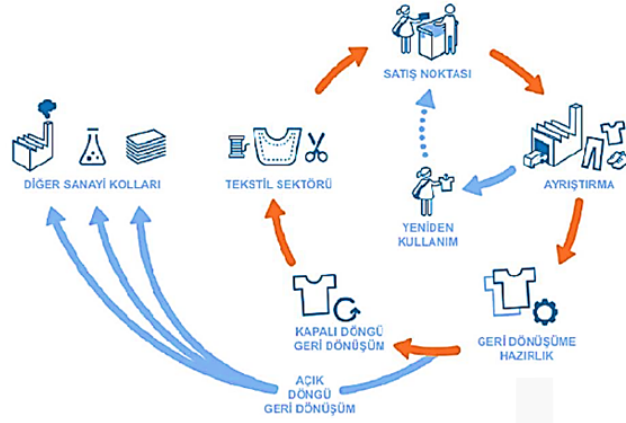
Uygulanan teknolojiye göre geri dönüşüm teknolojileri mekanik, kimyasal ve termal dönüşüm yollarına dayanmaktadır. Mekanik geri dönüşüm, tekstil ürünlerini kesen, parçalayan, öğüten, açan ve yırtan eylemleri içerirken, kimyasal geri dönüşüm, tekstil atıklarını lif veya plastik üretimi için kullanılabilen kimyasal monomere veya polimerlere parçalayan süreçleri içermektedir (Duhoux vd., 2021:26).



Şekil 10. Diğer Olası Çözümlerin Yanı Sıra Tekstil Geri Dönüşüm Teknolojilerinin Kategorilendirilmesi (Stubbe vd., 2024).

Mevcut en sürdürülebilir ve ölçeklenebilir kaldıraçlardan biri elyaftan elyafa geri dönüşüm, malzemenin ayrıştırma derecesine göre gruplama içinde yer almaktadır. Bu uygulamada atıklar yeni elyaflara dönüştürülerek daha sonra yeni giysiler veya diğer tekstil ürünleri yaratmak için kullanılır. Ancak, tekstil atığının yüzde 70'inin elyaftan elyafa geri dönüştürülebileceği tahmin edilmesine rağmen, tekstil atığının yüzde 1'inden daha azı, aşılması gereken ölçek engelleri nedeniyle elyaftan elyafa geri dönüştürülmektedir (Ellen MacArthur Company, 2017).

Kullanım alanına göre geri dönüşümde, tekstil veya tekstil ürünü artıkları aynı sektörde yeniden kullanılmak üzere değerlendiriliyorsa kapalı döngü geri dönüşüm olarak adlandırılır. Atıkların farklı sektörlere hammadde ya da ara ürün olarak girdi sağlaması ise açık döngü geri dönüşümdür.



Şekil 11. Tekstil Sektöründe Açık ve Kapalı Döngü Geri Dönüşüm (Dural,2019).

Malzemenin değerine göre sınıflandırılmasında; tekstil atıklarının daha düşük kaliteli bir maddeye geri dönüştürerek, daha düşük dereceli bir ürünün oluşturulduğu aşağı dönüşüm (downcycling) ve atıkların yaratıcı ve yenilikçi yollarla yeniden kullanılarak yeni ürün tasarlandığı yukarı dönüşüm (upcycling) yaygın olarak bilinen iki geri dönüşüm yöntemidir. Aşağı dönüşüm uygulamaları basit işlemler gerektirir ve kullanımdan sonra tekrar geri dönüştürülemezler. Temizlik bezleri, paspaslar, dolgu ve yalıtım malzemeleri en yaygın örneklerdir.

Tüketici öncesi veya tüketici sonrası atıklarla yapılabilen yukarı dönüşümde ise daha yüksek değere sahip yeniden üretilmiş giysiler veya ürünler tasarlanabilmektedir. Bu bağlamda, atık hiyerarşisinde de önerildiği gibi, ürünlerin ve malzemelerin sirküle edildiği atıktan arındırılmış döngüsel tasarım uygulamaları, döngüsel bir ekonomiye geçişi desteklemek için yaratıcı bir fırsat olarak görülmektedir. Döngüsel tasarım yoluyla tekstil ürünlerinin dayanıklılığı ve onarılabilirliği artırılarak, daha uzun süre ve yeniden kullanılmalarını sağlayan girişimler tüketicilerin ilgisini çekmektedir. İngiltere de bir upcycling platformu olan Reture, kullanıcıların doğrudan tasarımcılarla iş birliği yapmasına olanak sağlayarak, gardıroplarındaki mevcut parçaları dönüştürmelerine yardımcı olmakta ve giysileri daha uzun süre kullanımda tutmaktadır. Zanaatkarlığa odaklanmış bir marka olan Make Nu ise görünür onarım teknikleri kullanarak giysileri yenilemeyi ve kullanım ömürlerini uzatmayı hedeflemektedir (Chan, 2022). Ayrıca, tasarım gereksinimlerinin yeniden kullanım ve geri dönüşüm için malzeme toplanmasını artırabilme potansiyeli olabileceği dikkate alındığında, yeni atık geri kazanım akışlarını da beraberinde getirebilecek olması da önemlidir.



Şekil 12. Giysi Tasarımında Döngüsel Üretim Süreci (Koca ve Koç, 2023: 88).

Ürün yenileme ve yeniden üretim için koşulları yaratan bir tasarım modeli olarak döngüsel tasarım süreçleri, tekstil ve moda sektöründe atıkları eritmenin önemli bir yöntemi olarak görülmektedir. “Üretimde yeniden kullanım için tasarım”, “malzeme geri kazanımı için tasarım”, “uzun ömürlülük için tasarım” başlıca döngüsel tasarım modelleri olarak bilinmektedir. Ürünlerin, kullanım sonunda tekrar döngüye dâhil edilecek şekilde tasarlanmasını içeren bu yaklaşımla,

giysiler, kumaşlar ve liflerin kullanım sırasında en yüksek değerde tutularak, kullanımdan sonra da üretimde kaynak oluşturmaları, atık miktarını azaltmaya katkı sağlayacaktır. Bu süreçlerin mevcut alt yapı ile gerçekleştirilebilir olması ekonomik açıdan olduğu kadar, yeni iş alanı olarak istihdam ve döngüsel ürünlerle kullanıcıya yansıttığı değer ifadesi olarak da sosyal açıdan sürdürülebilirlik ilkelerine hizmet etmektedir. Bu anlamda, modanın yönünü belirleyici etkenlerden biri olan tüketici düşünce, davranış ve ortak algılarını yönlendirme ile atık yönetimine katkı sağlanacağını söylemek mümkündür.

Araştırma ve raporlara göre tekstil atıklarının içinde büyük ölçekleri ile yer alan tüketici sonrası tekstil atıklarının geri dönüşümünün sağlanması atık yönetiminde öncelikli ele alınması gereken sorunlardan biridir. Son yıllarda, bazı markalar tüketici kullanımındaki ürünün kullanım ömrünün uzatılmasına yönelik eskiyi getir yeniye al veya farklı onarma ve iyileştirme kampanyalarıyla hem atıkların azaltılmasına katkıda bulunmakta hem de bu konuda farkındalığı artırma girişimlerinde bulunmaktadır. 2021 yılında Levi's Onaranlar Kulübü olarak *"atma dönüştür: ileri dönüşüm maratonu"* sloganıyla başlatılan sürdürülebilirlik hareketi güzel örneklerden biridir. Projede, kullanılmayan jean'ler Levi's mağazalarına yerleştirilen ileri dönüşüm kutularında toplanmış ve maratona katılan 12 genç tasarımcı ile birlikte yeni ürünlere dönüştürülmüştür.

Günümüzde, artan giysi tüketimine paralel olarak, kullanılabilir durumda olup elden çıkarılan giysilerin, özel kurumlar, sivil toplum kuruluşları ve yerel yönetimlerce giysi konteynerlerinde toplanmaları, ikinci el pazarda satılmak için veya yardım kurumlara bağışlanarak değerlendirilmeleriyle ekonomik değere dönüştükleri bilinmektedir. Bu bağlamda tanınırlıklarını artıran markaların sayıları artmaya devam etmektedir. Kenyalı marka Suave, ikinci el tüccarlarından aldığı giysiler ve giysi üreten büyük fabrikalardan atıklar ile sırt çantaları, çantalar ve dizüstü bilgisayar kılıfları yaratarak eskiye yeni bir hayat vermektedir. Diğer bir Kore markası Re;code, her bir parçasının bir hikayesi olan koleksiyonları ile atık yerine yeni bir değer kültürü yaratan anlayışla geri dönüşüm konusunda uzmanlaşmıştır. Zihinsel engelliler ve 'Goodwill Store' ile birlikte çalışarak kurtarılmış malzemeleri yeniden yorumlamaya ve yeniden tasarlamaya hazır hale getirerek sosyal etkiye sahip projeler sunmaktadır (Brown, 2025). Ancak, her geçen gün yaygınlaşarak önemsenecek boyutta bir pazar oluşturan bu dönüşüm merkezlerinde toplanan giysilerin niteliklerine göre ayrılarak tasnif edilmeleri geri dönüşüm için önemli bir işlemdir ve titizlikle uygulanması gereken belirli aşamalar içermektedir. Hawley (2006:268), pazarın taleplerinin karşılanması için toplanan giysilerin ayıklama kategorilerinin daha da rafine edilmesi gerektiğinin fark edildiğini, çoğu işletmenin kullanılmış tekstillerden yeni ürünler üretmek için tekstil mühendisleriyle birlikte çalıştıklarını belirtmektedir.



Şekil 13. Tüketici Sonrası Atıklar Geri Dönüşüm Ayırıştırma Kategorileri için Piramit Modeli (Hawley,2006:268).

Şekil 11'deki Hawley'in geri dönüşüm piramidinde tüketici sonrası giysilerin geri dönüşüm için ayrıştırılması yer almaktadır. Bu sınıflama amacına ve niteliğine göre atıkları geri dönüşüme hazırlama aşamalarıdır. Piramitte en büyük hacmi, öncelikli olarak gelişmekte olan ülkelerdeki ihracat pazarları veya afet yardımları için ikinci el giyim pazarları için ayrıştırma oluştururken, diğer ayrıştırma kategorileri arasında silme bezlerine dönüştürülen ayrıştırmalar, açık geri dönüşümden elde edilen yeni ürünler, enerji için yakılan ürünler veya çöplüklere atılan ve elmas olarak adlandırılanlar

almaktadır. Elmas kategorileri arasında değerli haute couture ve ünlü markaların giysileri ile aksesuarları yer almaktadır.

Giyilebilir durumda olan kullanılmış giysilerin ayrıştırılarak değerine göre geri dönüşüm uygulamasına tabi tutulması, ile ürünlerinin çöplüklerden uzaklaştırılarak ek katma değerli ürünlerin yer aldığı pazarlar oluşturmaya katkı sağlaması atık yönetimi açısından önemli bir yaklaşım olarak görülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Pek çok faktörün etkisiyle şekillenen üretim ve tüketim miktarındaki artış, bir yandan doğal kaynakların telafisi olmayacak şekilde hızla tükenmesine yol açarken, diğer yandan yarattığı olumsuz çevresel etkilerle, doğadaki tüm canlıların yaşamlarını tehdit edici boyutlara ulaşacağına yönelik farkındalığı ve geleceğe yönelik kaygıları artırmıştır. Üretim ve tüketim süreçlerinde oluşan atıkların büyük bir bölümünün çöp sahalarına atılmasıyla oluşan sera gazlarının, çöplük sızıntısı adı verilen kimyasalların ve çevresel kirliliğin yarattığı çok yönlü olumsuz etkiler atıklara yönelik çözüm yolları aramayı zorunlu hale getirmiştir. Bu durum, resmi geri dönüşüm programlarına kamu katılımını gerektiren mevzuatlarla daha da ivme kazanarak, “atık yönetimi” kavramıyla birlikte farklı stratejilerin geliştirilmesine yol açmıştır. Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Yönetmeliği kapsamında, Atık Çerçeve Direktifi (WFD) ile atık, geri dönüşüm ve geri kazanım tanımları da dahil olmak üzere atık yönetimiyle ilgili temel kavramlar ve ilkeler ortaya koyulmuş ve tanımlanan “atık hiyerarşisi” ile atık yönetiminin yol haritasını değiştiren önemli bir süreç başlatılmıştır. Nihai hedefi atıktan arınmış üretim olan 5 adımlı bu hiyerarşinin son seçeneği olan “atıkları bertaraf etmek”, çevre açısından endişeleri devam ettirdiği için sürdürülebilir olmadığı tartışmaları yeni arayışlara neden olmuştur.

Zero Waste Europe (ZWE) tarafından mevcut hiyerarşi genişletilerek, işletmelerin üretim sistemlerini ve bireylerin tüketim davranışlarını da kapsayan daha sorumlu kaynak yönetimine doğru ilerlemeyi teşvik edecek, döngüsel ekonomi ile uyumlu yeni atık hiyerarşisi geliştirilmiştir. 2’si ürünlerle ve 5’i atıkla ilgili olan yedi aşamadan oluşan bu hiyerarşi ile başlangıçta çevresel hasarı en aza indirmeyi amaçlayan atık yönetimi, kaynaklarının uygun şekilde yönetilmesini de kapsayan, sürdürülebilir atık yönetimine yönelik daha derinlemesine bir yaklaşım ile ürünün tüm yaşam döngüsüne odaklanmıştır.

Ürün yenileme ve yeniden üretim için koşulları yaratan bir tasarım modeli olarak, “üretimde yeniden kullanım için tasarım”, “malzeme geri kazanımı için tasarım”, “uzun ömürlülük için tasarım” yaygın uygulanan döngüsel tasarım süreçleri olarak, tekstil ve moda sektöründe atıkları eritmenin önemli bir yöntemi olarak görülmektedir. “Ürünlerin, kullanım sonunda tekrar döngüye dâhil edilecek şekilde tasarlanmasını içeren bu yaklaşımla, giysiler, kumaşlar ve liflerin kullanım sırasında en yüksek değerde tutularak, kullanımdan sonra da üretimde kaynak oluşturması, atık miktarını azaltmaya katkı sağlayacaktır.

Hammadde üretim sürecinden, tüketici kullanımı ve kullanım ömrünün bitmesiyle giysilerin elden çıkarılma işlemine kadar tüm süreçte oluşan atıkları ile önemli oranda küresel ayak izi bırakan tekstil ve moda sektörü de atık yönetimi konusunda sorunlu alanlardan biridir. Mevcut, doğrusal ürün üretme ve tüketme yöntemlerinin her geçen gün daha da hassaslaşan ekosistemlere zarar vermesi ve değerli doğal kaynakların kaybına neden olması, endüstrinin tüm alanlarında olduğu gibi tekstil ve moda sektöründe de döngüsel üretim modellerine geçilmesini gerektirmektedir. İşletmelerin, malzemelerin geri dönüştürülmesini ve yeniden kullanılmasını sağlamanın yanı sıra, dayanıklılık için tasarım, yeniden kullanım kolaylığı, onarım ve yeniden üretim gibi ömrü uzatan stratejilere öncelik verilmeleri sürdürülebilir üretim açısından önemli görülmektedir.

Sonuç olarak, her ekonomik aktivitenin atık olarak tanımlanabilecek tüketici öncesi ve tüketici sonrası malzeme çıktısı vardır. Satın al kullan at anlayışının "azalt, tekrar kullan, geri dönüştür"e evrilerek sadece çevre ve atık odaklı değil, kaynakları korumayı da kapsayan bir atık yönetimi sürdürülebilirlik ilkeleri ile de örtüşmektedir. Sürdürülebilir atık yönetimi uygulamalarını benimseyerek, atıkların çevre üzerindeki etkisini önemli ölçüde azaltabilir ve kendimiz ve

gelecek nesiller için sürdürülebilir bir gelecek sağlayabiliriz. Tekstil ve moda sektöründe dögüsel iş modellerinin etkin olarak uygulanması için teknik, sosyal ve iş modeli inovasyonunun yanı sıra politika, tüketim ve eğitim yoluyla da desteklenmesi gerekmektedir.

İddialı dögüsellik ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için sektörün; atıkları kaynağında azaltılması, ayrı toplanması, atık karakterlerine bağlı olarak mevzuata uygun şekilde bertarafının sağlanması öncelikli konulardır. Ayrıca, dögüsellığı teşvik eden yenilikçi teknolojilerde araştırma ve geliştirme (ARGE) yapılması, iş modellerini yeniden düşünülmesi ve bunların tasarıma göre atıksız hale getirilmesi önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Brown, S. (2025). 7 Fashion Brands That Are Designing Out Waste. Erişim: 30 Nisan 2025. <https://www.fashionrevolution.org/usa-blog/7-fashion-brands-that-are-designing-out-waste/>
- Brundtland, G. H. (1987). What Is Sustainable Development. Our Common Future, Oxford University Press. Erişim: 30 Nisan 2025. <https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html>
- Chan, E. (2022). 8 Of The Best Repair, Restoration And Alteration Services In The UK. Erişim: 30 Nisan 2025. <https://www.vogue.co.uk/gallery/best-repair-restoration-shops>
- Cortese A. D., Rowe, D. (2017). Higher Education And Sustainability Overview. College of Engineering, University of Toledo. Erişim:13 Nisan 2025. <https://www.haverford.edu/sites/default/files/HaverfordSustainabilityPlanAprilDraft.pdf>
- Damayanti, D., Wulandari, L. A., Bagaskoro, A., Rianjanu, A. and Wu, Ho-S. (2021). Possibility Routes for Textile Recycling Technology. *Polymers*, 13(21), 3834; <https://doi.org/10.3390/polym13213834>
- Duhoux, T, Maes, E., Hirschnitz Garbers, M., Peeters, K., Asscherickx, L., Christis, M., Stubbe, B., Colignon, P., Hinzmman, M., Sachdeva, A., (2021). Study On The Technical, Regulatory, Economic And Environmental Effectiveness Of Textile Fibres Recycling Final Report. Commission, European Directorate General for Internal Market Entrepreneurship and SMEs, Industry. Publications Office. doi:doi/10.2873/828412
- EEA- European Environment Agency (2023). EU Exports Of Used Textiles İn Europe's Circular Economy. Erişim:18 Nisan 2025. <https://www.eea.europa.eu/publications/eu-exports-of-used-textiles>
- Ellen MacArthur Foundation (2017). A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future, Erişim:15 Nisan 2025. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy>
- EPA- Environmental Protection Agency (2024). Waste Management Hierarchy and Homeland Security Incidents, Erişim:13 Nisan 2025. <https://www.epa.gov/homeland-security-waste/waste-management-hierarchy-and-homeland-security-incidents>
- European Commission (2023). Commission Staff Working Document Executive Summary of The Impact Assessment Report SWD (2023) 422 final. Erişim: 18 Nisan 2025. https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-targeted-revision-waste-framework-directive_en
- European Commission (2025). Waste Framework Directive. Erişim: 19 Nisan 2025. https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en
- European Commission (2025a). Waste And Recycling. Erişim: 18 Nisan 2025. https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling_en

- European Parliament (2023). Circular Economy: Definition, Importance And Benefits. Erişim:18 Nisan 2025. <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- European Parliament (2024). Sustainable Waste Management: What The EU Is Doing. Erişim:18 Nisan 2025. <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20180328STO00751/sustainable-waste-management-what-the-eu-is-doing>
- European Parliament (2025). The Impact Of Textile Production And Waste On The Environment (Infographics). Erişim:19 Nisan 2025. <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20201208STO93327/the-impact-of-textile-production-and-waste-on-the-environment-infographics>
- European Parliament, Council (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament And Of The Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives Erişim: 18 Nisan 2025. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj/eng>
- Greedy D. (2021).The Challenge Of The Circular Economy And The Fourth İndustrial Revolution. *Waste Management & Research*, 39(11):1329-1330. doi:10.1177/0734242X20985332
- Hawley, J.M. (2006). Digging for Diamonds: A Conceptual Framework for Understanding Reclaimed Textile Products. *International Textile and Apparel Association*, 24(3), 1-14.
- Huygens, D., Foschi, J., Caro, D., Patinha Caldeira, C., Faraca, G., Foster, G., Solis, M., Marschinski, R., Napolano, L., Fruergaard Astrup, T. and Tonini, D., (2023). Techno-Scientific Assessment Of The Management Options For Used And Waste Textiles In The European Union, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/6292, JRC134586.
- IPCC- The Intergovernmental Panel on Climate Change (2025). Sixty-Second Session Of The IPCC: Decisions adopted by the Panel. Erişim: 23.Nisan 2025. <https://www.ipcc.ch/meeting-doc/ipcc-62/>
- ISO 5157 (2023). Textiles—Environmental—Aspects—Vocabulary. International Organization for Standardization: Geneva Switzerland, Erişim: 20 Nisan 2025 <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:5157:ed-1:v1:en>
- Koca, E. (2019). Artistic Studies on Design Development With Fabric Scraps in The Context of Sustainable Fashion, *The Research Journal of The Costume Culture*, 27(6), 654-665 <https://doi.org/10.29049/rjcc.2019.27.6.654> p ISSN 1226-0401 eISSN 2383-6334
- Koca, E., Koç, F. (2020). Example of Iterative Process in Upcycled Clothing Design: Unused Neckties and Upholstery Scraps. *The Research Journal of The Costume Culture*, 28(6), 890- 911 <https://doi.org/10.29049/rjcc.2020.28.6.890> pISSN 1226-0401 eISSN 2383-6334
- Koca, E., Koç, F. (2023). “Sürdürülebilirlik Bağlamında Kumař Artıkları İle Döngüsel Tasarımlar: Kolaj Ceket Örnekleri”, Tahsin Bozdağ, Levent İskenderoğlu (Ed.). 21. Yüzyılda Sanat Yorumları (s.73-106) içinde, Ankara: İksad Publishing House. ISBN: 978-625-367-455-7 DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10307597>
- McKinsey Company (2022). Scaling Textile Recycling in Europe—TurningWaste into Value. Erişim: 13 Nisan 2025 <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/scaling-textile-recycling-in-europe-turning-waste-into-value#/>
- Ozili, P. K. (2022). Sustainability and Sustainable Development Research Around The World, MPRA Munich Personal RePEc Archive Paper No. 115767. Erişim: 13 Nisan 2025. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/115767/>
- Pandey, D., Agrawal, M. & Pandey, J.S.(2011) Carbon footprint: current methods of estimation. *Environ Monit Assess* 178, 135–160. DOI:[10.1007/s10661-010-1678-y](https://doi.org/10.1007/s10661-010-1678-y)
- Rathore, B. (2023). Textile Industry 4.0: A Review Of Sustainability İn Manufacturing. *International Journal of New Media Studies*, 10(1):38-43. DOI: 10.58972/eiprmj.v10i1y23.41

Schaefer, F., Luksch, U., Steinbach, N., Cabeça, J., and Hanauer, J. (2006). Ecological Footprint and Biocapacity: The World's Ability to Regenerate Resources and Absorb Waste in a Limited Time Period, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, Erişim: 20 Nisan 2025. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3888793/5835641/KS-AU-06-001-EN.PDF>

Stubbe, B., Vrekhem, S. V., Huysman, S., Tilkin, R. G., Schrijver, I., Vanneste, M. (2024). White Paper Textile Fibre Recycling Technologies, Sustainability, 16(2), 618-641. DOI:10.3390/su16020618

Simon, J. M. (2019). A Zero Waste Hierarchy For Europe. Erişim:18 Nisan 2025. <https://zerowasteeurope.eu/2019/05/a-zero-waste-hierarchy-for-europe/>

UN-United Nations (2024). The Sustainable Development Goals Report. Erişim: 13 Nisan 2025. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>

Wilson DC, Paul J, Ramola A, Filho CS. (2024). Unlocking The Significant Worldwide Potential Of Better Waste And Resource Management For Climate Mitigation: With Particular Focus On The Global South. Waste Management & Research. 42(10), 860-872. DOI: 10.1177/0734242X241262717

ZWE Zero Waste Europe (2019). About Zero Waste. Erişim:18 Nisan 2025. <https://zerowasteeurope.eu/about/about-zero-waste/>