

Tekstil endüstrisi için geri dönüşüm ve önemi Recycling and importance for textile industry

Merve TÜREMEN¹ , Aslı DEMİR^{2*} , Esen ÖZDOĞAN³ 

¹Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.

^{2,3}Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
merve.turemen@gmail.com, asli.demir@ege.edu.tr, esen.ozdogan@ege.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 01.03.2018, Kabul Tarihi/Accepted: 25.09.2018

* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2018.97253

Derleme Makalesi/Review Article

Öz

Tekstil geçmişten günümüze kadar insanoğlunun üç temel ihtiyaçlarından biri olarak bilinmektedir. Tekstil ürünlerinin tüketimi, günümüzde modanın hızla gelişimi ve nüfus artışıyla birlikte artmıştır. Tekstil ürün ve işlemlerinde kaynakların korunması, atık sahaların azaltılma ihtiyacı, atık maliyeti ve üretim için ucuz hammadde ihtiyacı gibi zorlayıcı nedenlerle geri dönüşüm tüm dünyada giderek öneme sahiptir. Geri dönüşüm ile birlikte sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan dünyaya önemli katkılar sağlanabilecektir. Birçok ülke bu konuda önlemler alarak endüstriyel bazda çalışmalarını hızlandırmıştır. Ülkemizde tekstil, önde gelen endüstriyel sektörlerden biri olması ve tekstil materyallerinin %95'ten daha fazlasının geri dönüştürülebilme, değerlendirilebilme imkânı olması nedeniyle oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada tekstilde geri dönüşüm konusunda genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tekstil, Geri dönüşüm, Tekstil atığı, Atık değerlendirme

Abstract

Textiles are known to be one of the three basic needs of human beings as from the past to the present day. Consumption of textile products has increased along with the rapid development of fashion and population growth. Recycling with compelling reasons, such as the protection of resources in textile products and processes, the need to reduce waste areas, the cost of waste and the need for cheap raw materials for production, is increasingly prevalent throughout the world. With recycling, significant contributions to the world will be achieved in terms of social, economic and environmental aspects. Many countries have stepped up their work on industrial basis by taking precautions in this regard. Textile in our country has a very important place because it is one of the leading industrial sectors and more than 95% of textile materials can be recycled and evaluated. In this study, a general evaluation of recycling in textiles was made.

Keywords: Textile, Recycling, Textile waste, Waste utilization

1 Giriş

İnsanın üç temel ihtiyacından biri olan giyinme, insanoğlunun var oluşundan başlayarak bugüne kadar önemini korumuştur. Önceleri sadece örtünme ve korunma amacıyla kullanılan tekstil ürünlerinin tüketim oranı zamanla moda gibi görünüm ve güzellik amacıyla da kullanılmasıyla birlikte artmıştır.

Son yıllarda moda endüstrisindeki hızlı değişim ve bu kapsamda üretilen ürünleri içeren moda eğilimleri nedeniyle doğal kaynaklar hızla tüketilmekte ve doğa her geçen gün daha fazla kirletilmektedir [1].

Yaşam standartlarındaki değişimler ve artan endüstrileşmeyle birlikte meydana gelen atıklar da zamanla logaritmik şekilde artmaktadır. Batılı yaşam tarzının katı atık alanlarındaki payı oldukça büyüktür. Yalnızca tüketilen ürünlerin fazlalığı değil, ayrıca aşırı ambalaj içermesi de buna katkıda bulunmaktadır. Yapılan aşırı tüketim ve kirlilik sonucunda ekosistemde ozon tabakasındaki incelleme, küresel ısınma, asit yağmurları gibi çevre sorunları karşımıza çıkmıştır. Bu nedenle çevresel zararların bilincinde olan ülkeler, ulusal ve uluslararası kuruluşlar, tüketici ve üreticiler geri dönüşüm konusunda yoğun çalışmalar sürdürmektedir. Doğal kaynaklardan etkin ve daha uzun süreli faydalanabilmek için atık israfı yerine ekonomik değeri olan maddelerin geri dönüşümü konusunda belirli yöntemlerin uygulanması gerekmektedir [2]-[4].

Geri dönüşüm, herhangi bir şekilde kullanılmış ve kullanım dışı kalmış atık malzemelerin geri kazanılabilecek nitelikte olanlarının farklı yöntemlerle hammadde olarak yeniden üretim sürecine katılması şeklinde tanımlanabilmektedir.

Böylece, atıklar bir hammadde gibi kullanılarak yeni bir maddeye dönüştürülebilmekte ve çok çeşitli atık malzemelerin geri dönüşümü yapılabilmektedir [5].

Metal sektörden sonra hammadde, su, kimyasal ve enerji tüketen, aynı zamanda çevreyi en çok kirleten endüstri dallarından birisi de tekstil sanayiidir. Hammaddeden nihai ürün haline gelene kadar tekstil materyallerine uygulanan iplik, dokuma, örme, terbiye ve konfeksiyon gibi işlemler sonucu çeşitli atıklar ortaya çıkmaktadır [7].

Tekstil ve hazır giyim sektörü, sağladığı istihdam olanakları, temel ihtiyaç olması, üretim sürecinde yaratılan katma değer ve ihracat gelirleri içindeki yüksek payı nedeniyle ekonomik kalkınma sürecinde önemli rol üstlenmektedir [6].

Günümüzde aşırı tüketim ve moda kavramı birleşik kavramlar olarak ele alınmaktadır. Tam anlamıyla moda değişimlerinde ivme yakalamak için yeni ve farklı şekillerde ürünlerin sürekli yenilenmesi gerekmektedir. Ayrıca moda, hazır giyimden ev tekstili sektörüne kadar hayatımızda olan moda ürünleri ihtiyaç olduğundan daha yüksek düzeyde tüketime katkıda bulunmaktadır. Tüketicilerin satın alma alışkanlığı devam ettikçe ambalaj, giysi ve ev tekstil ürünlerinin atıkları daha fazla olacak ve bu sorun giderek büyümeye devam edecektir [8].

Tüm olumsuz etkilerin sonucu olarak ortaya çıkabilecek çevresel etkilerin azaltılması için tekstil atıklarının geri kazanımı en iyi çözüm yolu olarak görülmektedir.

2 Geri dönüşüm

1970'lerde başlayan çevre hareketi ile tanıtılan geri dönüşüm kavramının geçmişi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır [8].

Antik çağlarda geri dönüşüme örnek olarak kılıç, tencere ve diğer metal malzemelerin eritilmesi ile sikkeler, heykeller ve diğer ev eşyaları gibi yeni malzemeler yapıldığı bilinmektedir. Savaşlar sebebiyle oluşan kaynak sıkıntıları, geri dönüşümün ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Özellikle büyük devletler, 2. Dünya Savaşı esnasında ülke çapında geri dönüşüm konusunda kampanyalar başlatmış ve metal ile lifli maddelerin toplanmasını teşvik etmişlerdir. Atık depolama alanlarının kullanılmasıyla birlikte, plastik şişeler gibi malzemelerin doğada bozulmasının çok uzun yıllar alacağı görülmüş ve kullanım dışı kalan ürünlerin uzağa atılması çok popüler olmuştur [9]. Ancak çöp alanları çevre ve halk sağlığı için tehdit oluşturdukları gibi, depolanan çöplerin içinde oluşan gaz birikmeleri de tehlike oluşturmuştur [10],[11]. Ülkemizde, Çevre Bakanlığı'nca 1991'de yayınlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği geri kazanımı yasal zorunluluk haline getirmiştir [12].

Sınırlı olan kaynakların zamanla tükeneceği kaygısı ve buna bağlı olarak geri dönüşümün öneminin gittikçe artması tekstil sektörünü de etkilemiştir. Yaşam standartlarının gelişmesi ve küresel nüfus artışı sonucu lif talep ve tüketimi sürekli artarak üretim 95,3 milyon tonun üzerine çıkmıştır [13]-[14]. Lif üretiminin büyük bir kısmı örneğin; tek kullanımlık gibi kısa dönemli kullanımdan, giysi, halı, otomotiv içi gibi orta dönemli kullanıma kadar olmakta ve bunların kullanım ömrü birkaç yılla sınırlı kalmaktadır. Tekstil ürünlerinde ekonomik yaşam döngüsü özellikle kıyafet ve bazı ev tekstil ürünlerinde çok kısadır [15]-[17].

Tekstil ürün ve işlemlerinde kaynakların korunması, atık sahaların azaltılma ihtiyacı, çöp boşaltma için ödenen ücretler ve üretim için düşük maliyetli hammadde malzeme ihtiyacı gibi atık geri dönüşümü için birçok zorlayıcı neden bulunmaktadır. Geri dönüşüm ile tekstilde atıkların toplama alanlarında depolanma masrafları azalacak, çevre korumasına katkı sağlanacak, işçiler için istihdam olanakları doğacak, yardıma ihtiyacı olan ve afet olan bölgelere giysi gönderilebilecektir [3].

Ancak geri dönüşüm, görüldüğünden daha fazla karmaşık bir durumdur. Bütüncül bakış açısı ve "Genel Sistem Teorisi (GST)" tekstil geri dönüşüm proseslerinin çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan değerlendirilmesinde yararlı bir çerçeve oluşturmaktadır. Farklı bilimsel alanlarda uygulanabilen bu teori ilk olarak 1950'lerde Bertalanffy tarafından ileri sürülmüştür. Birçok teoristin de sistem teorilerini değişik formlarda kendi alanlarına uygulamalarını teşvik etmiş ve bunlar ekonomi, biyoloji, organizasyon ve mühendislik gibi farklı alanlara, yakın zamanda ise kompleks sosyal sistemlere uygulanmıştır. Sosyal sistemler teorisi, daha yüksek seviyede sosyal analiz için bütünleştirilmiş bir sistem öne sürmektedir. Teori, çevre ve koşullar bağlamında bireysel davranışın anlaşılmasına olanak sağlamak ve ekonomi, yasal kısıtlamalar, teknolojik gelişme, kültürel perspektifler, rekabetçi çevre ve altyapı gibi göz önünde bulundurulması gereken birçok unsuru ele almaktadır. Tekstil geri dönüşümü açısından değerlendirildiğinde, bölgesel katı atık politikaları, yerel yardımların uygunluğu/ulaşılabilirliği gibi birçok çevresel faktör etkili olabilmektedir. Sosyal sistemler birey, aile, arkadaş gibi mikro birimlerden; aile şirketleri, büyük ortaklıklar, hükümetler ve bütün toplumlara kadar genişleyen makro grupları oluşturan sistemlerdir. Bu açıdan baktığımızda bireyin davranışları, kararları, çevresel kaygılar, politik unsurlar, teknoloji, altyapı ve rekabet arasındaki karşılıklı ilişki göz önünde bulundurulmaktadır [3].

3 Tekstilde geri dönüşüm

Günümüzde tekstil malzemeleri klasik tekstiller (giyim ve ev tekstili) dışında teknik alanda da kullanılmaktadır. Tekstil atıkları, üretici atığı ve nihai tüketici atığı olarak sınıflandırılabilir. Üretim sonrası atıklar, hazır giyim, ev tekstili ve teknik tekstil üretim proseslerinin her bir adımında oluşan atıklardır. Kullanım sonrası atıklar ise, tüketiciler tarafından kullanılmış ancak istenilen ihtiyaca daha fazla cevap veremeyen ve elden çıkarılmasına karar verilmiş hazır giyim veya tekstil ürünleri olarak ifade edilmektedir [3],[29].

Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı tarafından yapılan bir raporda, çöp alanlarının %5'inin tekstil atıklarından oluştuğu ve bunların %15'nin geri dönüştürüldüğü, geri kalan kısmının çöplüklere gönderildiği belirtilmiştir. Tekstil Geri Dönüşüm Kurumu'nun da içinde yer aldığı birçok organizasyon, tekstil atıklarının hızlı artışı konusunda farkındalık yaratmak için çalışmalarını sürdürmektedir. Bu çalışma, tekstil atıklarını işleme, azaltma (reduce), yeniden kullanma (reuse), geri dönüşüm (recycle) ve enerji geri kazanımı gibi stratejileri kapsamaktadır. Bunların amacı, ürün ömrünü uzatmak ve yeniden değerlendirilme aşamasında mümkün olan en büyük faydayı sağlamaktır. Tekstil atıklarının geri kazanımı konusunda Avrupa ve Amerika'daki geri kazanım faaliyetleri, kullanılmış tekstil atıklarının toplanıp geri kazanılması konusuna odaklanmıştır. Kullanılmış giysilerin kişi başı toplama oranı Avrupa'da 7 kg/yıldır. Örneğin; 2009 yılında Amerika'da, 1,3 milyon ton kullanılmış giysi geri kazanılmıştır. Bu tür kullanılmış giysileri toplayan zincirler yardım kuruluşları, devlet/belediye ve özel sektörün birlikte yer aldığı toplama ve geri kazanım zincirlerinden oluşmaktadır. 2011 yılında, Refashion NYC (New York) isimli bir proje kapsamında en büyük kullanılmış giysi toplama kampanyası başlatılmıştır [28].

Geri kazanım amacıyla alınan giysiler daha sonra ayrıştırılmakta, kullanılabilir durumda olanlar yardım kuruluşlarına, ikinci el giysi satan dükkanlara veya üçüncü dünya ülkelerine satılmaktadır. Bir kısmı ise geri kazanım tesislerinde tekstil ürünlerine yeniden dönüştürülmektedir. Üretim sırasında lif, iplik, parça kumaş, üstübu ve kadife tozu gibi katı atıklar oluşmaktadır. Bu üretim atıklarının bir kısmı işlenerek tekrar lif ve iplik haline getirilmekte ve tekstil sanayiinde yeniden kullanılmaktadır. Geri kalanı ise yalıtım, dolgu malzemesi ve kağıt imalatında, kadife tıraş tozu da tutkal ve kağıt para yapımında kullanılmaktadır [10].

Amerika'da, tekstil atıklarından geri kazanım yapan yaklaşık 500 adet işletme bulunmaktadır. Atık geri kazanım sektöründe Almanya'da 300'den fazla firma bulunmaktadır. Avrupa ülkeleri tekstil atıklarını doğrudan yeniden kullanım ile birlikte temizlik bezi ve mekaniksel yöntemle geri kazanımla paspas ve halı üretiminde kullanılmaktadır. AB ülkeleri, atık bertarafı maliyetinin yüksek olması nedeniyle geri kazanıma yönelmektedir. Dünya çapında örneklendirmek gerekirse, Gina Tricot, KappAhl ve Lindex markaları poliester ve pamuk gibi geri dönüştürülmüş giysileri üretmektedir. Ülkemizde yapılan geri dönüşüm faaliyetlerine örnek olarak H&M firmasının yaptığı çalışmalar örnek verilebilmektedir. Bunun yanında büyük markalar (Inditex vb.) ürünlerinde belli oranda geri dönüştürülmüş lifleri kullanarak hem farkındalık yaratmakta hem de çevreye büyük oranda katkı sağlamaktadır. Endüstriyel boyutta ise Uşak ili geri dönüşüm sektöründe ülkemizde önemli rol oynamaktadır [28]-[29].

İlk kez 2007 yılında Fransa'da, tekstil üreticilerini bir araya getirmeyi amaçlayan ve geri kazanılmak üzere giysi, astar, kumaş, ayak kabı vb. parçaları toplamayı amaçlayan bir yasal politika ortaya koyulmuştur [30].

Türkiye'de ise tekstil üretim atığı oldukça fazladır. Bu nedenle geri kazanım faaliyetleri daha çok üretim atıklarının toplanması ve geri kazanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Ekonomik refah seviyesinin yükselmesine paralel olarak Türkiye'de giyim alışkanlıkları da değişmektedir. Çok daha kısa sürede giysiler değiştirilmekte ve kullanım ömürleri giderek azalmaktadır [11],[18].

Türkiye'de tekstil ürünlerinin geri kazanımı, ekonomik ve ekolojik açıdan büyük katkısı olan ancak önemsenmeyen bir sektördür. Ayrıca istihdam da yaratmaktadır. Kurulabilecek kapsamlı bir toplama ağı ile Türkiye'deki kullanılmış tekstil atıkları geri kazanım zincirine katılabilecektir. Endüstriyel ve evsel atıklar bir arada değerlendirildiğinde, Türkiye'de her yıl yaklaşık 1milyon tonun üzerinde geri kazanılabilir nitelikte tekstil atığının ortaya çıktığı görülmektedir.

4 Geri dönüşüm yöntemleri

Geri dönüşümde ilk yaklaşım, orijinal formdaki ürünlerin tekrar kullanılması şeklindedir. Kullanım dışı olarak sınıflandırılan tekstil ürünleri, farklı yollarla geri kazanım merkezine ulaştırılmakta ve geri kazanılabilir diğer ürünlerle birlikte geri dönüşüm sürecine dahil olmaktadır. Öncelikle renk, sağlamlık, şekil, tip veya malzeme bileşenlerine göre sınıflandırılmaktadır. Ayrıca kumaş cinsi, kalitesi ve hatta belirli market ve pazarlarda edindikleri prestije göre de ayırma işlemi yapılabilmektedir. Birincil geri dönüşüm yaklaşımında, kullanılabilir nitelikte olanlar belli temizlik işleminden sonra ihtiyacı olanlara, özellikle gelişmekte olan ülkelere ya da afet bölgelerine gönderilmekte ve burada kullanıma sunulmaktadır [3],[13],[20].

İkinci yaklaşımda; ayırma işleminden sonra tekstil atıklarının ve üretim atıklarının geri kazanımı için mekaniksel, termomekaniksel, kimyasal, enerji elde etme ve diğer yöntemler gibi çeşitli yöntemler uygulanmaktadır [18].

Mekaniksel yöntemde, toplanan atıkların kesme, şifonöz vb. makinelerle parçalama, taraklama ve diğer mekanik işlemler ile tekrar liflere dönüştürülmesi sağlanabilmektedir. Atıkların işlenmesi sonucunda temizlik ve keçe malzemesi yapılabilmekte, doğal hammaddeler ile iplik atıkları karıştırılarak yeniden prosese dâhil olabilmektedir [20],[21].

Termo-mekaniksel yöntemde, poliamid, poliester gibi termoplastik lifler tekrar granül haline getirilerek plastik ve lif üretiminde kullanılmaktadır [18]-[20].

Kimyasal yöntemlerde, atıklar depolimerizasyon ile hammadde veya ara ürüne dönüştürülmekte ve bu ürünler farklı amaçlarla kullanılmaktadır [18]. Derişik asit ile selüloz esaslı liflerin hayvansal esaslı olanlardan ayrılması veya elektrostatik yöntemle poliester liflerinin ayrılması şeklinde uygulanan kimyasal yöntemler de bulunmaktadır [20].

Yüksek kalori değerleri nedeniyle tekstil atıkları yakıt olarak da kullanılabilir. Bazı geri kazanılan liflerden istenilen katma değer elde edilememesi ya da ikinci el ürünlerin istenilen ihtiyaca cevap verebilecek nitelikte olmaması gibi durumlarda yakılarak enerji elde edilmektedir. Alternatif bir yakıt kaynağı olarak kullanılan tekstil ürünlerinin yakılması Avrupa'da, Amerika'dan daha yaygın olarak yapılmaktadır [3]. Polimerlerden elde edilen ısı değerlerinin çok yüksek olması

nedeniyle yakılarak ısı elde edilmesi işlemi de önem kazanmaktadır [18].

Diğer yöntemler ise; kullanım ömrü bitmiş veya kullanılmayacak ürünlerin yeniden kazanımının mümkün olmadığı atık depolama alanlarına gönderilmesi, temizlik bezi olarak kullanıma devam edilmesi veya gerekli olacağı düşüncesiyle saklanması işlemlerini kapsamaktadır.

Her yeni üretimde su, enerji, kimyasal madde tüketilmekte ve bu süreç her yeni ürün için tekrarlanmaktadır. Diğer yandan, geri kazanılan tekstil atıklarından yola çıkılarak elde edilen ürünler daha az enerji ile üretilebilmektedir. Bu nedenle, geri kazanım sayesinde su, kimyasal ve enerjiden de tasarruf edilebilmektedir [22].

Geri dönüşümün avantajları yanında dezavantaj oluşturma ihtimali de bulunmaktadır. Bazı durumlarda geri dönüşüm işlemi süresince kazandırdığından daha fazla petrol harcayabilir, emisyonlar nedeniyle doğaya daha fazla zarar verebilmektedir. Bu nedenle ideal bir geri dönüşüm planı için söz konusu prosesin fizibilite etüdü, yaşam döngüsü analizi ve maliyet analizi de yapılarak değerlendirilmelidir.

Günümüzde doğal liflerin yanı sıra sentetik liflerin çeşitliliğinin artması ve daha fazla sayıda liflerin bir arada karışım halinde kullanımı ile tekstilde geri dönüşüm daha karmaşık bir hal almıştır. Lif mukavemeti artması durumunda ise daha zor parçalanmayan veya açılan lifler yapılmıştır. Ayrıca, lif karışımlarını ayırmak için saflaştırma işlemi daha zor yapılmaktadır. Buna rağmen, geri dönüşüm sektörü moda endüstrisinin ürettiği her şeyle başa çıkmak zorundadır [3].

5 Tekstil atıkları ve çevresel etkileri

Üretim esnasında ve kullanıldıktan sonra meydana gelen atıklar, tekstil endüstrisinde, diğer endüstrilere kıyasla daha temiz olarak değerlendirilmektedir.

Petrol türevi ürünlerden sentetik esaslı ürünler elde edilmektedir. Bu ürünlerin geri kazanılıp yeniden kullanılması yerine atık olarak çöpe terk edilmesi, aynı miktarda üretilecek hammadde için gerekli petrol, kimyasal, enerji ve suyun da boşa gitmesi anlamına gelmektedir. Tekstil malzemelerinin üretiminde kullanılan poliamid, poliester ve polipropilen gibi polimerler doğada uzun süre bozunmadan kalmaktadır. Ayrıca, hafif oldukları için çöplük alanlarında büyük yer tutmaktadırlar [18].

Doğal lifler içerisinde en fazla kullanılan pamuk lifi biyolojik olarak çözünebilir bir hammadDEDİR. Ancak üretimi esnasında büyük miktarda suni gübre, pestisid ve su kullanımı gerekmektedir ve yer altı suları kirletilmektedir. Pamuk üretiminin yoğun olduğu bölgelerde, fazla miktarda pestisid kullanımı canlıların sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Geri kazanım ile pamuk üretiminde kullanılması gereken pestisit, suni gübre ve su miktarının da önüne geçilebilecektir. Pamuk üretiminde kullanılan gübreler genellikle azot esaslı olup önemli miktarlarda azot su kaynaklarına sızmakta ve kirlenmelerine neden olmaktadır. Geri kazanım sayesinde bu olumsuz etkiler de azalacak veya tamamen yok olacaktır. Türkiye önemli bir pamuk üreticisi olmakla birlikte, son yıllarda önemli bir pamuk ithalatçısı ülke konumundadır. Geri kazanılmış pamuğun tekrar üretime sokulması, pamuk ithalatında da önemli düşüşe yol açacaktır. Tüm bu nedenlerden ötürü, atık geri kazanımı tekstil endüstrisinde ekonomik anlamda oldukça önemlidir. Pamuklu ürünlerin geri dönüşümü ile ekili alanlar başka bir tarımsal ürün için de

kullanılabilecektir. Pamuklu tekstil ürünlerinden elde edilecek geri dönüştürülmüş pamuk miktarının ülke üretiminin önemli miktarını karşılayacağı düşünüldüğünde pamuk için verilen destekten tasarruf edilmiş olunacaktır [18].

Kullanılan enerji açısından değerlendirildiğinde pamuklu giysi üretimi için harcanması gereken enerji miktarı yaklaşık 66.643 kWh/ton iken poliester giysi için 91.508 kWh/tondur. Taşıma, paketleme ve satış için ortalama %35 ek enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde, poliester ve pamuklu ürünler geri kazanıldığında, pamuktan yaklaşık 13.1 milyar kWh/yıl, poliesterden ise 14 milyar kWh/yıl civarında enerji kazanılabilecektir [18].

Pamuğun çıkarılmasında ortaya çıkan tozların sebep olduğu akciğer hastalıkları, pamuğun taşınması esnasında oluşan emisyon, hasat esnasında oluşan bitkisel atıklar, poliester üretimindeki petrol esaslı hammaddelerin çevresel etkileri ve doğada bozunmayan poliesterin neden olduğu ekolojik sorunlar da bu şekilde geri kazanım sayesinde azaltılabilecektir. Viskon liflerinin üretim sürecine bakıldığında, asit, kimyasal madde, su ve enerjiye ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu nedenle, viskondan elde edilen ürünlerin çöpe atılması doğal hayat için de bir tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu ürünlerin geri kazanımı ile yüksek miktarda kimyasal madde, enerji ve su kullanımının da önüne geçmiş olacaktır [3],[18],[29],[30].

Keten liflerinde, liflerin saplarından ayrılması için havuzlama yapılmaktadır. Havuzlama, atık suda yüksek seviyede kimyasal oksijen ihtiyacı (KOl) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) değerlerine sebep olan bir yaş işlem olup doğal su kaynaklarını da kirletmektedir. Geri kazanım yapılması ile bu sorunlar da önenebilecektir [23].

Metan oluşumu sebebiyle yün üretimi de global ısınmaya neden olmaktadır. Yün sanayiinin yoğun olduğu Yeni Zelanda vb. bölgelerde sera gazı emisyonu büyük oranda zirai faaliyetlerden kaynaklanmaktadır [23],[24].

Yukarıda bahsedilen etkilere ilaveten, tekstil endüstrisindeki temel ekolojik sorunlar, atık su miktarı ve bünyesinde bulundurduğu kimyasal madde miktarı ve tipi ile ilgilidir. Diğer sorunlar yüksek miktarda su ve enerji tüketimi ile hava emisyonundan ileri gelmektedir [18],[25]-[27],[31],[32].

6 Sonuç

Tekstil ürünlerinin tüketimi, nüfus artışı ve modanın hızlı değişimi ile birlikte artmıştır. Doğal kaynakların bir gün tükeneyeceği açık bir şekilde ortadadır. Sınırlı olan doğal kaynakların dikkatli bir şekilde kullanılmasını öngören, çevre değerlerini tahrip etmeyen ve çevreye verilen zararların telafisi için çözüm arayan bir kalkınma anlayışı bugün uluslararası kuruluşlar ve kanunlar bünyesinde incelenen ortak bir politika haline gelmiştir. Bu bağlamda atık geri kazanımı ve yeniden kullanımı üzerine çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir.

Tekstil materyallerinin %95'ten daha fazlasının geri dönüştürülebilme, değerlendirilebilme olanağı nedeniyle tekstil sektöründe geri dönüşüm daha da önem kazanmıştır. Tekstil atıkları üretim sırasında veya tüketim sonrası atıklar olmak üzere iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Üretim sırasında atık kontrolü sağlanmalı, optimum materyal kullanımı ve bunun yanında geri kazanılabilir nitelikte olan lif, kimyasal madde, su vb. girdilerin kazanımının sağlanması üzerine çalışmalar yapılmalıdır. Tekstil endüstrisinin çevresel

etkilerinin azaltılması konusunda, tüketici davranışları da büyük etkiye sahiptir. Yılda kişi başına düşen ürün miktarını azaltmaları halinde, tüketici bazında da etkili bir yol izlenebilecektir.

Geri dönüşüm, daha uygun ve temiz teknolojilerin kullanılması, daha verimli enerji ve daha uygun fiyatlar olması durumunda, çevresel etkiler ve ürün rekabeti göz önüne alınarak tercih edilen bir yaklaşım olmalıdır. Lifli atıklar çok büyük çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle, geri kazanım konusunda farklı etkiler yaratmak için özel sektör, devlet ve üniversite işbirliği gerekmektedir.

Sürdürülebilir bir gelecek için doğal kaynakların etkin kullanımı, enerji verimliliği, endüstrilerin atık yüklerinin azaltılması ve çevre kirliliğine etkisi bulunan tüm paydaşların üzerine düşen görevleri yerine getirmesi gerekmektedir. Tekstil endüstrisinde ekonomik, sosyal ve çevre açısından kapsamlı bir analiz için yaşam döngüsü değerlendirmesi yapılması gerekmektedir.

7 Kaynaklar

- [1] Alpat FE. "Yavaş moda nedir?". *Akdeniz Sanat* 4(8), 44-47, 2011.
- [2] Hanay Ö, Koçer N. "Elazığ kenti katı atıkları geri kazanım potansiyelinin belirlenmesi". *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4), 507-511, 2006.
- [3] Wang Y. *Recycling in Textiles*, 1st ed. Cambridge, England, Woodhead Publishing Ltd, 2006.
- [4] Kozak M. "Tekstil atıklarının yapı malzemesi olarak kullanım alanlarının araştırılması". *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 62-70, 2010.
- [5] Büyükaslan E, Jevsniak S, Kaloğlu, F. "A sustainable approach to collect post-consumer textile waste in developing countries". *Marmara Journal of Pure and Applied Sciences*, 1, 107-111, 2015.
- [6] Dilber İ. "Tekstil ve konfeksiyon sanayinin rekabet gücü". *Yönetim ve Ekonomi*, 11(2), 85-97, 2004.
- [7] İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği. "Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Ekoloji ve Ekolojik Etiketler, İstanbul: İtkib Ar&Ge ve Mevzuat Şubesi". <https://docplayer.biz.tr/2246243-Tekstil-ve-konfeksiyon-sektorunde-ekoloji-ve-ekolojik-etiketler.html> (10.10.2017).
- [8] How Recycling Works. "Recycling History, HowStuffWorks, Green Science". <http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/recycling1.htm>, (11.10.2017).
- [9] Brief History of Post WW II US Recycling Movement. "Institute for Local Self-Reliance". <https://ilsr.org/history-post-ww-ii-recycling-movement/> (11.12.2017).
- [10] Üçgül İ, Turak, B. "Tekstil katı atıklarının geri dönüşümü ve yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmesi". *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, APJES III-III,39-48, 2015.
- [11] Altun Ş. "Türkiye'deki Tekstil Ve Hazır Giyim Atıklarının ve Geri Kazanım İmkânlarının Genel Profilinin Çıkarılması". Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye, TÜBİTAK Proje Raporu, 55, 2010.

- [12] Gurer C, Akbulut H, Kurklu G. "İnşaat endüstrisinde geri dönüşüm ve bir hammadde kaynağı olarak farklı yapı malzemelerinin yeniden değerlendirilmesi". *5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir, Türkiye, 13-14 Mayıs 2004.
- [13] Güngör A, Palamutçu S, İkiz Y. "Pamuklu tekstiller ve çevre: bir bornozun yaşam döngü değerlendirmesi". *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 197-205, 2009.
- [14] Discover Natural Fibres Initiative-DNFI. "Forecast World Fibre Production". <https://textile-network.com/en/Technical-Textiles/Fasern-Garne/Forecast-world-fibre-production> (27.11.2019).
- [15] Hawley JM. *Textile Recycling: A Systems Perspective, Recycling in Textiles*. 1st ed. UK, Woodhead, 2006.
- [16] Yılmaz F. *Tekstil Atık Suları Kullanarak Mikrobiyel Yakıt Hücreleri ile Elektrik Üretimini Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2013.
- [17] Dodd N, Gama Caldas M. "Revision of the EU Green Public Procurement (GPP) Criteria for Textile Products and Services". Joint Research Centre (JRC), Publications Office of the European Union, Technical Report With Final Criteria, Luxembourg, 81, 2017.
- [18] Uşak Ticaret ve Sanayi Odası Raporu. "Tekstil Geri Kazanım Sektörü Raporu". Uşak, Türkiye, 29, 2016.
- [19] Dönmez ET, Türker, E. "Tekstil atıkları içeren yüzeylerin sahip olduğu elektromanyetik kalkanlama, ses ve ısı izolasyonu özellikleriyle ilgili literatür incelemesi". *Tekstil ve Mühendis*, 24(106), 124-135, 2017.
- [20] Ağdağ ON, Kırımhan S. "Denizli organize sanayi bölgesi'nde endüstriyel katı atık durumu ve geri kazanımı". *DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 47-58, 1999.
- [21] Hawley, JM. "Digging for diamonds: A conceptual framework for understanding reclaimed textile products". *Clothing and Textiles Research Journal*, 24(3), 1-14, 2006.
- [22] Woolridge AC, Ward GD, Phillips PS, Collins M, Gandy S. "Life cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use of virgin material: An UK energy saving perspective, Resources". *Conservation and Recycling*, 46(1), 94-103, 2006.
- [23] Sandina G, Peters GM. "Environmental impact of textile reuse and recycling-A review". *Journal of Cleaner Production*, 184, 353-365, 2018.
- [24] Youhanan L. *Environmental Assessment of Textile Material Recovery Techniques*. MSc Thesis, Industrial Ecology, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2013.
- [25] Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği. "IIPC Tekstil Sanayii için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dökümanı ve İlgili Yönetmelikler". İstanbul, Türkiye, 751, 2008.
- [26] Yücel F. "Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında çevre korumanın ve ekonomik kalkınmanın karşılığı ve birlikteliği". *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(11), 100-120, 2003.
- [27] Türkmen N. "Sürdürülebilir bir tekstil endüstrisi için "yavaşlık" ve alternatif üretim modelleri". *Akdeniz Sanat Dergisi*, 4(8), 59-61, 2014.
- [28] Ekström KM, Salomonson N. "Reuse and Recycling of Clothing and Textiles-A Network Approach". *Journal of Macromarketing*, 34(3), 383-399, 2014.
- [29] Muthu SS. *Sustainable Innovations in Recycled Textiles*. 1st ed. Singapore, Springer Nature, 2018.
- [30] Bukhari MA, Carrasco-Gallego R, Ponce-Cueto E. "Developing a national programme for textiles and clothing recovery". *Waste Management & Research*, 36(4), 321-331, 2018.
- [31] Curi K, Ekinci E, Kocasoy, G. *Ulusal Çevre Eylem Planı: Katı Atıkların ve Tıbbi Atıkların Yönetimi*. DPT, Ankara, Türkiye, 1998.
- [32] Well Dressed. "The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom". <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/insights/sustainability/well-dressed/> (27.11.2019).