

Tıbbi Tekstil Atıkları ve Sürdürülebilirlik Çalışmaları

Güler ÖNCÜ¹, Meruyert KAYGUSUZ^{1,*}

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu,
Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Isparta/Türkiye

*meruyertkoi7@gmail.com

Özet – Tıbbi tekstiller cerrahi, acil tedavi, klinik ve hijyenik amaçlarla kullanılan elyaf esaslı ürün ve yapılarıdır. Tekstil endüstrisi içinde teknik tekstiller alanında en önemli ve hızlı gelişen bir alandır. Ancak, sağlık hizmetlerinde tek kullanımlık ürünlere yönelik artan talep, atık oluşumunu da beraberinde getirmektedir. COVID-19 pandemisi sonrası oldukça yüksek miktarlarda kullanılan maske örneğinde olduğu gibi, tüm tek kullanımlık ürünler kullanımdan sonra atılınca en fazla çevreye zarar vermektedir. Tıbbi atık istatistiklerine göre, 2019 yılsonu itibarıyla 1524 sağlık kuruluşundan 90 bin 920 ton tıbbi atık toplandığı tespit edilmiştir. Tıbbi atığın %8,7'si yakma tesislerine gönderilirken, %91,3'ü sterilize edilerek depolama alanlarında bertaraf edilmiştir. Sağlık kuruluşlarında oluşan bu tıbbi atıklar genel (%75-90) ve özel (%10-25) atıklar olmak üzere iki grupta toplanabilir. Genel atıkların risk taşımayan (enfeksiyöz ve tehlikeli olmayan) evsel atığa benzer özellikte atıklardır. Bu grup atıkların gerçek bir sorun oluşturmadan yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir olduğunu, ancak bazı duygular veya korkular nedeniyle yeniden kullanılmadığı bildirilmektedir. Tıbbi tekstil ürünlerinin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı, günlük hayatın hemen her alanında ortaya çıkan bir konu olarak önemi her geçen gün artmaktadır. Ancak, bu ürünlerin çevre üzerindeki küresel etkisi dikkate alınarak, ürün yaşam döngüsü analizi gibi bir yaklaşım ile tıbbi tekstillerin %100 geri dönüşüm sürecinin ele alınması, dünya ekonomisinin ve çevrenin geleceği için özellikli bir çaba gösterilmesi gereken alan olmalıdır.

Anahtar Kelimeler – Teknik Tekstil, Medikal Tekstiller, Atıkların Geri Dönüşümü, Sürdürülebilirlik

I. GİRİŞ

Tıbbi tekstiller cerrahi, acil tedavi, klinik ve hijyenik amaçlarla kullanılan elyaf esaslı ürün ve yapılarıdır. Tekstil endüstrisi içinde teknik tekstiller alanında önemli olduğu kadar hızla gelişen bir alandır [1]. Medikal tekstiller, tıbbi durumlar için dizayn edilmiş tekstil malzemeleridir. Ameliyat iplikleri, sargı bezleri, yara örtüleri, bandajlar, yapay organlar ve benzeri malzemeler tıbbi tekstil ürünleri arasında yer almaktadır [1, 2]. Tıbbi tekstiller; dokuma, örme, nonwoven (dokusuz) prosesleri ile üretilebilir. Günümüzde, tıbbi uygulamalarda nonwoven yüzeyler yaygın olarak kullanılmaktadır. Dokusuz yüzeyler, üretim kolaylığı, kullanım ve ücret uygunluğu, koruyucu özellikleri ile artan etkinliğe sahiptir.

Birçok tıp tekstil ürünü kullanım sırasında; ilaçlar, vücut sıvıları ve kanla kirlenerek geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılmasını

imkânsız hale gelmektedir. Sağlık hizmetlerinde medikal atık ürünlerin bulaşıcı hastalık etkileri nedeniyle, tek kullanımlık ürünlere yönelik artan bir talep vardır. Sağlık hizmetleri pazarına sunulan çoğu tekstil ürünü şu anda yakılmakta veya çöp sahasına gönderilmekte olup, neredeyse tüm tek kullanımlık ürünler kullanımdan sonra yakılmaktadır [3].

Tıbbi atıklar radyoaktif atıklardan sonra tehdit oluşturan ikinci sıradaki tehlikeli atıktır. Ayrıca tıbbi atık yönetimi stratejik değerlendirme gerektirdiği kadar tehlikeli bir işlemdir [4]. Ülkemizde tıbbi atıkların yönetimi ile ilgili ilgili usul ve esaslar, Çevre ve Orman Bakanlığı 25 Ocak 2017 tarih, 29959 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" [5] ile belirlenmiştir. Yönetmeliğe göre, sağlık tesislerinde (hastaneler, laboratuvarlar, aile hekimleri, veteriner klinikleri, özel

muayenehaneler vb.) oluşan atıklar, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün de sınıflandırmasına uygun olarak evsel, tıbbi (enfeksiyöz, patolojik ve kesici delici atıklar), tehlikeli ve radyoaktif atıklar olmak üzere dört ana gruptan oluşmaktadır [5]. Türkiye'de Sağlık kuruluşlarında 2020 yılında 110 bin ton tıbbi atığın toplandığı, %90,6'sının sterilize edilerek depolama alanlarına, %9,4'ünün ise yakma tesislerine gönderilerek bertaraf edildiği belirtilmiştir [6].

Tıbbi atıkların bertarafı için birçok teknoloji bulunmaktadır. Dünyada tıbbi atıkların %59-60'ı yakma teknolojileri, %20-37 si buhar bertaraf teknolojileri ve %4-5'i kimyasal bertaraf teknolojileri ve diğer yöntemler uygulanarak yapılmaktadır [7, 8].

Tıbbi atıkların hangi teknoloji kullanılarak bertaraf edileceğine üç yaklaşım (desantralize, on-site), küme veya merkezi (off-site) bertaraf yöntemleri (Şekil 1) ile değerlendirme yapılarak karar vermek gerekmektedir [9].



Şekil 1. Bertaraf Yaklaşımları, Yerinde (Desantralize), Küme ve Merkezi Bertaraf Yaklaşımları [10].

Tıbbi tekstil alanında Döngüsel Ekonomi modelinin benimsenip herhangi bir sağlık tehlikesi oluşturmayacak şekilde geri kazanılıp yeniden kullanılmasına ihtiyaç vardır. Ürünlerin mümkün olduğunca biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerden seçilmesi ve kullanılmasını, kullanım ömürleri bittikten sonra çevreye zarar vermeden doğaya geri dönebilir olması önem taşımaktadır. Çevre dostu malzemelerin seçilerek, ayrıştırmayı kolaylaştırıp yeniden üretim döngüsüne girmeleri amaçlanmaktadır.

TIBBİ TEKSTİLLERİN SINIFLANDIRILMASI

Medikal ve cerrahi uygulamalarda kullanılan tekstiller aşağıdaki gibi dört ana sınıfta toplanabilir.

1) *İmplant edilmeyen tekstiller*; Bunlar, yara sargısı, bandajlar, gazeler, plaster, lint, tampon, fiber optik elemanlar gibi hastanın iyileşmesine yardımcı olmak için insan vücudu dışında kullanılan malzemelerdir.

2) *Hijyen ve bakım amaçlı tekstiller*; Genellikle ev, hastane ve ameliyathanelerde hijyenik bakım ve personel ve hastaların güvenliği için kullanılırlar. Bunlar tıbbi giysiler, tıbbi örtüler, tıbbi eldivenler, tıbbi maskeler ve başlıklar, tıbbi çoraplar, yatak örtüleri, idrarını tutamayan hastalar için bez/çarşaf, bebek bezi, bayan hijyenik pedleri, temizlik bezleri, diz ve dirsek başlıkları vb sıralanabilir.

3) *Extra-korporeal cihazlar*; Bunlar suni böbrek, suni karaciğer, mekanik akciğer gibi kullanılan yapay organlardır.

4) *İmplant edilebilir tekstiller*; Bunlar, insan vücudunda dikiş veya değiştirme ameliyatı gibi alanlarda kullanılan ameliyat iplikleri, yumuşak-doku implantları, ortopedik implantlar, kardiyovasküler implantlardır [11].

Küresel tıbbi tekstil pazarının 2025 yılına kadar 23,3 milyar ABD dolarına ulaşması beklenmektedir [12]. Covid-19 virüsü salgını, artan geriatrik nüfus, devam eden teknolojik gelişmeler ve sıkı yasal çerçeve nedeniyle medikal tekstillere olan talebin yüksek oranda artacağı öngörülmektedir [12].

Tıbbi tekstil pazarına şu anda Avrupa'nın hakim olması ile birlikte Kuzey Amerika ve Asya-Pasifik ülkelerinde de artan üretim söz konusudur. Pazarın büyümesi, yeni yara bakım teknolojilerine ilişkin artan farkındalık, yaşlanan ve büyüyen diyabetik nüfus ve devlet fonları tarafından yönlendirilmektedir [13]. İngiltere ve Amerika başta olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde tıbbi tekstiller alanında enstitüler ve araştırma merkezleri bulunmaktadır. Ülkemizde konuya olan ilgi ve farkındalık henüz istenilen seviyede olmasa da bu alanda çalışmalar sayısı artmaktadır. Türkiye'de tıbbi tekstiller alanında daha çok araştırmanın yapılması ve projelerin üretmesi, üniversite-sanayi işbirliğinin desteklenmesi gerekmektedir.

TIBBİ TEKSTİL ATIKLARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Doğal çevredeki değişimler ve teknolojinin olumsuz etkileri, bilim dünyasındaki gelişmeler ve tıbbi tekstiller alanındaki ilerlemeler bir çerçeve

içerisinde değerlendirildiğinde; gelecek nesillere daha iyi bir dünya ve huzurlu ve güvenilir bir yaşam sunmak adına tıbbi tekstil atıklarına da daha çok önem vermek gerekmektedir. Sağlık hizmetlerinde tek kullanımlık ürünlere yönelik artan talep, atık oluşumunu da beraberinde getirmektedir. COVID-19 pandemisi sonrası oldukça yüksek miktarlarda kullanılan maske örneğinde olduğu gibi, tüm tek kullanımlık ürünler kullanımdan sonra atılınca en fazla çevreye zarar vermektedir. Bu grup atıkların gerçek bir sorun oluşturmadan yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir olduğunu, ancak bazı korkular veya duygular nedeniyle yeniden kullanılmadığı bildirilmektedir.

Sürdürülebilirlik, modern toplumun en önemli zorluklarından biridir. Tıbbi tekstillerin çevre üzerindeki küresel etkisi dikkate alınarak, ürün yaşam döngüsü analizi gibi bir yaklaşım kullanılmalıdır. Tıbbi tekstil ürünlerinin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı, günlük hayatın hemen her alanında ortaya çıkan bir konu olarak önemi her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle, bu ürünlerin %100 geri dönüşüm süreci, dünya ekonomisinin ve çevrenin geleceği için özellikli bir çalışma alanını oluşturmalıdır. Böylece, atık malzemelerin yeniden kullanımı ile hem ekosistemdeki kirlilik yükünün azalmasına katkı sağlanacaktır.

Fransız start-up firması cerrahi, kumaş ve FFP2 maskelerin geri dönüştürülmesi için bir pilot uygulama yürütmektedir. Eczanelerde, mağazalarda veya alışveriş merkezlerinde bulunan toplama noktalarında toplanan maskeler metal çubuğu çıkarılarak öğütülmekte, daha sonra tamamen dekontamine edilmek üzere bir UV tüneline geçirilmekte, en son bir enjeksiyon presine enjekte edilerek PLAXTIL malzemesine dönüştürülmektedir. Bu malzemeler maske bağlantı elemanları, kapı açıcılar, koruyucu vizörler gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. PLAXTIL malzemeye dönüşüm [14]

Yeni Zelanda'da Atık yönetim şirketi TerraCycle, yüz maskeleri, siperlikler, tek kullanımlık eldivenler, kulak tıkaçları, saç fileleri, koruyucu gözlükler veya tek kullanımlık giysileri bir kutuya doldurulduktan sonra geri dönüştürmek için Sıfır Atık Kutuları kullandıklarını ve kutulardaki ürünlerin malzeme özelliklerine ve bileşimlerine göre kategorilere ayrılarak diğer plastiklerle karıştırıldığını açıklamışlar. Daha sonra bu malzemelerin üçüncü taraflarca dış mekân mobilyaları, zemin kaplaması ve saklama kapları gibi yeni ürünlerin üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülmüş peletler halinde eritildiğini belirtmişler (Şekil 3).



Şekil 3. Geri dönüşümlü banklar [15]

İsviçre'de araştırmacılar heyecan verici yeni bir malzeme geliştirmişler. HelloMask, isimli bu ürün %99 organik, biyokütle türevi olan bir polimer bileşiminden yapılmıştır. Şeffaf ve nefes alabilir olmasının yanı sıra biyolojik olarak parçalanabilir ve geri dönüştürülebilir olan bu ürün yüz ifadelerini ortaya çıkarmanın yanı sıra virüsleri ve bakterileri filtrelemek üzere tasarlanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Şeffaf ve nefes alabilir organik maske [16]

Hindistan'da kullanılmış maskeler ve diğer atıklarını geri dönüştürmek için bir yöntem geliştirilmiştir. Brick (tuğla) 2.0, kullanılmış maskeler katılarak üretilmiş olup malzemenin geri kalan %52'si kâğıt atık ve bağlayıcılardan oluşmaktadır. Brick 2.0'ın sıvaya çok iyi yapışan, hafif, geri dönüştürülebilir ve normal tuğlaların yarı

fiyatına sahip olduğu, böylece kırmızı tuğlaların yerine geçebileceği ve üç kat daha güçlü olduğu bildirilmektedir. Bu şekilde üretilen Brick 2.0 tuğlalar birçok ev ve tuvalet inşasında kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Brick 2.0 tuğla yapımı [17]

Tıbbi tekstil alanında Döngüsel Ekonomi modelinin benimsenmesine ve sağlık açısından tehdit oluşturmadan mümkün olduğunca geri kazanılıp yeniden kullanılmasına sürdürülebilirlik açısından da ihtiyaç vardır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan nüfus, hızlı tüketim ve oluşan atıklar tüm dünya için tehdit oluşturmaktadır. Atık yönetimi, özellikle pandemi ile gündemimizi işgal eden, dünya çapındaki bir sorun olarak tüm insanlığı etkilemiş ve bu süreçte tıbbi atıkların önemi artmıştır. Tıbbi tekstilin atık yönetimi politikası dünya için hayati bir gerçektir. Tekstil materyallerin %95'ten fazlasının geri dönüştürülebilir ve değerlendirilebilir olması nedeniyle geri dönüşüm olanakları daha da önem kazanmıştır. Polyester, naylon ve polipropilen gibi, sentetik esaslı ürünler doğada uzun yıllar bozunmamaktadır. Sentetik esaslı ürünler, giderek tükenen petrol türevi ürünlerden elde edilmektedir. Kullanılabilecek durumdaki bu ürünlerin çöplüklere dökülmesi, aynı miktarda hammaddenin üretilmesi için gerekli "yenilenemeyen" petrolün, kimyasalların, suyun ve enerjinin de çöpe atılması anlamına gelmektedir. Atıkların verdiği zararları büyük ölçüde bertaraf etmek mümkün gözükmesine de atıkların azaltılması sürdürülebilir bir yaklaşımla mümkündür. Nonwoven tıbbi atıkların geri kazanım yoluyla kompozit malzemeye dönüştürülerek farklı bir yaşam döngüsü kazandırmak mümkündür. Ayrıca;

- Tıbbi atık kumaşların yeniden kullanılabilir hale getirmek için plazma uygulamalarının araştırılması,
- Tıbbi atıklar uygun şekilde işlenmesi,
- Kullanılmış tıp tekstillerin toplanmasına yönelik bir sistemin geliştirilmesi ve teşvik edilmesi,
- Düşük karbonlu ve kapsamlı büyüme için sürdürülebilir kalkınma odaklı işbirliklerinin artırılması,
- Tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerin iyi hesaplanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Y. Ersoy, M. Duran, A. Tayyar (2015). Tıbbi Tekstiller ve Yara Örtüsü. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(2), 451-458.
- [2] S. Akter, A. Y. M. A. Azim, M. A. Al Faruque (2014). European Scientific Journal 10(12), 488- 502.
- [3] S. K. Das, W. A. D. M. Jayathilaka (2021). Challenges and Potential Solutions for 100% Recycling of Medical Textiles, Materials Circular Economy, 3:13.
- [4] S. V. Manyele, H. Anicetus (2006). Management of medical waste in Tanzanian hospitals, Tanzania Health Research Bulletin, 8(3), 177-182.
- [5] <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170125-2.htm>, (31.03.2022)
- [6] TÜİK (2021). <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/atik--stat-st-kler--2020-20220128153639.pdf>
- [7] B. K. Lee, M. J. Ellenbecker, R. Moure-Ersaso (2004). Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes, Waste Management, 24, 143–151.
- [8] J. Veeken, (2000), Tıbbi Atıkların Yönetimi İçin Uygun Teknolojiler, Katı Atık Yönetimi Stratejisinin Uygulanması Amacı ile Kurumsal Güçlendirme Konusunda Teknik Asistanlık, Çevre ve Orman Bakanlığı, www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/evsel/5.doc (Erişim Tarihi: 31-03-2023).
- [9] A. Küçük (2013). Tıbbi Atık Yönetiminin Ekonomisi, Sayıştay dergisi, 90.
- [10] UNEP, 2012
- [11] M. E. Martínez-Barbosa, R. A. Moreno-Corral (2022). Washable, reusable and disposable medical textiles, Eds: Md. Ibrahim H Mondal, In The Textile Institute Book Series, Medical Textiles from Natural Resources, Woodhead Publishing, 717-765.
- [12] Medical Textiles (2019). Market size, share & trends analysis report by fabric (Non-woven, Knitted, Woven), by Application and Segment Forecasts, 2019–2025.
- [13] D. Napierska, K. Pacella (2022). The Role of Chemistry in Sustainable Medical Textiles. HCWH Europe.
- [14] <https://www.rfi.fr/en/france/20200905-french-startup-gives-disposable-masks-a-brighter-less-polluting-face-plaxtil-covid-19>

- [15] <https://www.inceptivemind.com/epfl-invent-hellomask-transparent-biodegradable-face-mask/13739/>
- [16] <https://zerowasteboxes.terracycle.co.uk/pages/how-we-recycle-1>
- [17] <https://www.thetribalbox.com/empowering-underprivileged-to-making-recycled-bricks-out-of-used-masks>