

PAMUKLU TEKSTİLLER VE ÇEVRE: BİR BORNOZUN YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ

COTTON TEXTILES AND THE ENVIRONMENT: LIFE CYCLE ASSESSMENT OF A BATHROBE

Aşkın GÜNGÖR
Pamukkale Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
e- posta: askiner@pau.edu.tr

Sema PALAMUTÇU
Pamukkale Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Böl.

Yüksel İKİZ
Pamukkale Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Tekstil ürünleri hayatımızın her alanında yer alması ve tüketiminin çok büyük oranlarda olmasına rağmen, tekstilde geri dönüşüm çalışmaları olması gerektiği kadar değildir. Tekstil üretiminde ortaya çıkan çevresel etkiler ve geri dönüşüm olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada, tekstil ürünlerinden örnek olarak seçilen bornozun Yaşam Döngü Değerlendirmesi (YDD: LCA - Life Cycle Assessment) yapılarak, ürünün “doğumdan-mezara” ortaya çıkardığı atık, fire ve telefler incelenmiş, çevreyle etkileşimi incelenmiştir. Çalışmada, doğal bir elyaf olan pamuk elyafı kullanılarak yapılmış olan bir bornozun, yaşamı boyunca yarattığı çevresel etkiler değerlendirildiğinde düşünüldüğü kadar çevre dostu olmadığı görülmüştür. Pamuklu tekstil üretim sürecinde ortaya çıkan atıkların kısmen değerlendirilebildiği öte yandan kullanılmış tekstil ürünlerinin ise geri dönüşümünde daha fazla yol alınması gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tekstil, Çevre, Yaşam Döngü Değerlendirmesi, Geri kazanım, Bornoz, Pamuk.

ABSTRACT

Although textile sector is one of the biggest consumer intensive sector, recycling and reclamation practices in this sector are not satisfactory. In this study, “cradle to grave” Life Cycle Assessment (LCA) analysis is carried out for a textile product (i.e., the bathrobe). The life cycle stages of the product are explained in detail including the waste potential, energy usage and environmental effects of each stage. Findings of the study present that cotton fiber, which is the most commonly consumed natural fiber, is not so environmentally friendly fiber as opposed to the expectations. Growing, manufacturing, consumer usage, and recovery stages of a 100% cotton bathrobe may cause some environmental effects. Study shows that recycling of waste generated by the production processes of a bathrobe is somewhat common; yet it cannot be said the same thing about the after use textiles.

Key Words: Textiles, Life Cycle Assessment, Recycling, Product Recovery, Bathrobe, Cotton.

Received: 08.10.2008

Accepted: 23.01.2009

1. GİRİŞ

Dünyada nüfus artışı ile birlikte tüketim ve buna bağlı olarak çevre sorunları gittikçe artmaktadır. Bu çerçevede, birçok ürün ve malzeme türünün çevresel zararları ve özellikle geri dönüşümü üzerine çalışılmaktadır. Geri kazanımı en yaygın malzeme grupları cam, metal, plastik, kâğıt, ürün grupları ise elektronik ürünler, ambalaj ürünleri ve otomotiv ürünleridir (1). Bu ürün guruplarının geri dönüşüm alanında önem kazanmış olmasının nedenleri konu ile ilgili bilgi altyapısı, pazar payı ve kamuoyu bilinçlenmesinin oluşmuş olmasıdır.

Tekstil ürünlerinin geri dönüşümü ve geri kazanımı yukarıda dile getirilen ürün

ve malzeme grupları kadar yaygın değildir. Tekstil sektörü ile ilgili çevresel zararlar ve geri dönüşüm çalışmaları daha çok üretim süreçlerinde ortaya çıkan kimyasal atıkların ve kirli suların arıtılmasına yönelik çalışmalar olup katı atıkların değerlendirilmesi ile ilgili bilimsel ya da pratik çalışma sayısının son derece sınırlı olduğu görülmüştür (2, 3).

Tekstil ürünlerinin üretim süreçleri birbirinden farklı ve oldukça uzun süreçler gerektirmektedir. Üretim süreçlerinin her birinde kullanılan hammadde, ara mamul veya kullanılan yardımcı kimyasal, enerji çeşidi, makine parkı gibi girdiler birbirinden çok farklıdır. Yapay lifler kullanılarak elde edilen

tekstil ürünü ile doğal lifler kullanılarak elde edilen tekstil ürünü veya dokusuz yüzey yöntemi ile oluşturulan üzeri renkli baskılı bir tekstil ürünü ile üzerinde nakış bulunan bir dokuma kumaşın üretim süreçleri birbirinden çok farklıdır. Üretim sırasında kullanılan hammadde, makine parkı, enerji çeşitleri ve maliyetleri, süreçlerde ortaya çıkan çevresel etkileşimler ve ürünlerin geri dönüşüm potansiyelleri aynı olmadığından tekstil ürünlerinde geri dönüşüm konusunun tek bir başlık altında değerlendirilmesi oldukça zordur.

Bir ürünün üretim, kullanım ve geri dönüşüm süreçlerinin tamamının çevre ile etkileşimlerinin incelendiği çalışmalar Yaşam Döngü Değerlendirmesi

(YDD–LCA–Life Cycle Assessment) olarak bilinmektedir. YDD, ürünün üretiminde, kullanımında ve kullanım sonrasında ne kadar hammaddenin ve enerjinin kullanıldığını, ne kadar atık yaratıldığını ve her aşamada çevre üzerinde yarattığı etkiyi belirlemek için kullanılmaktadır.

Bu çalışmada YDD metodolojisinin pamuklu tekstil üretim süreçlerinde uygulanması ve %100 pamuklu bornozun YDD metodolojisi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Denizli’de yaygın olarak üretimi yapılmakta olan pamuklu tekstil ürünleri için iyi bir örnek oluşturacağı düşünülen bornoz için doğumdan-mezara yaşam sürecine ait çevre ile etkileşim değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ VE LİTERATÜR ÖZETİ

Yaşam Döngü Değerlendirmesi (YDD–LCA–Life Cycle Assessment), bir ürünün doğumdan mezara yaşam süreci boyunca üretiminde, kullanımında ve kullanım sonrasında ne kadar hammaddenin ve enerjinin kullanıldığını, ne kadar atık yaratıldığını ve her aşamada çevre üzerinde yarattığı etkinin araştırıldığı bir yöntemdir. YDD metodolojisinde temel düşünce, ürünün çevreyle etkileşimini ortaya çıkararak, ürünün çevre üzerindeki etkilerinin azaltılabilmesi için iyileştirme alanlarını net bir biçimde sunulmasıdır. YDD çalışmaları, oldukça uzun zaman ve fazlaca çaba gerektiren çalışmalar olduğundan YDD çalışmalarının belli sınırlar içerisinde yapılması kabul gören bir yaklaşımdır. Bu noktada ürünün “doğumu” ve “mezarı” yani çalışmanın sınırlarının net bir şekilde tanımlanması gereklidir.

Farklı ürün gurupları için yaygın olarak kullanılan YDD ile ilgili çalışmalara literatürde sıkça rastlanmaktadır (4-9).

Çalışmanın ana konusunu oluşturan tekstil sektörüne yönelik yapılan çevresel analiz ve YDD çalışmalarının genellikle bir ürüne veya sürece odaklı olarak yapıldığı görülmüştür. Kalliala ve Nousiainen (10) otel tekstil ürünlerinin üretimi sırasında ortaya çıkan çevresel etkileri incelemek için yaptıkları çalışmada YDD’nin ana prensiplerinden yararlanmışlardır. Binkley (11) Finlandiya ve İngiltere’de üretilen tekstil ürünlerinin yaşam döngüsü analizlerini yapmış ve elde edilen bilgiler doğrultusunda bu iki ülke arasında karşılaştırmalar yapmıştır. Proto ve arkadaşları (12) pamuk bitkisini ele almışlardır. Pamuk bitkisinin gelişimi açık-

lanmış ve daha sonra yenilenebilir bir bitki olan pamuktan elde edilebilen, farklı alanlarda kullanılabilen ürünler üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Ren (13) çalışmasında yün kumaşlar için çevresel performans göstergeleri geliştirmiştir. Bu göstergeler sayesinde üretim için kullanılan teknoloji ve üretimdeki faaliyetlerin değerlendirilmesi yapılabilmekte, çevresel performans değerlendirme, çevreyle dost metotların seçilmesi ve bunlar arasında karşılaştırma yapabilmek mümkün olmaktadır. Dahlöf (14) çalışmasında bir kanepenin için üç farklı kumaş örneğini YDD yaklaşımıyla karşılaştırmıştır. Woolridge (15) çalışmasında, İngiltere’de tekstil geri dönüşüm sürecini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda geri kazanılmış tekstil atıklarından elde edilen ürünlerin daha az enerji ile üretilebildiklerine vurgu yapılmıştır. Nieminen ve arkadaşları (16) Avrupa Birliği Projesi olarak yürütülmüş olan bir projenin sonuçlarının değerlendirildiği yazılarında tekstil üretim süreçlerinde ortaya çıkan çevresel zararlar ve kirlenmenin incelenmesi için YDD metodolojisinin kullanımını tavsiye etmişlerdir. Müezzinoğlu ve arkadaşları (17) YDD tekniği ile pamuklu tekstil ürünlerinin tarladan başlayıp atık merkezine kadar geçen tüm süreçleri incelemiştir.

Mevcut çalışma ülkemizde havlu ve bornoz üretimi ile tanınan Denizli ili özelinde örnek olarak ele aldığı bornoz ürününü YDD bakış açısı ile inceleyerek literatüre katkı yapmaktadır.

3. BORNOZ ÜRETİM, KULLANIM VE GERİ KAZANIM SÜREÇLERİ

Yaşam Döngü Değerlendirmesi yöntemi kullanılarak %100 pamuklu kumaştan imal edilmiş bir bornozun incelenmesinde süreç, tarlaya atılan pamuk tohumu ile başlayıp bornozun atık ürün ve geri dönüşüm ürünü olana kadar geçirdiği tüm evreleri kapsamaktadır. Pamuğun tarlada yetiştirilmesi, işletmede geçirdiği işlem süreçleri, pazarlama, satış ve reklam süreçleri, müşteriye kullanım süreçleri ve daha sonra atık ürün haline geldikten sonraki süreçler çevresel etkiler açısından değerlendirilir.

Çalışmaya esas oluşturan bornozun temel özellikleri şunlardır. Çalışma yapılan bornoz 450 g/m² gramajdaki bukle havlu kumaştan üretilmiş, toplam ağırlığı 1,5 kg olarak kabul edilen bornozdur. Bukle havlu kumaş üretiminde, atıklı ipliği olarak 16/1 Ne, 240 t/m; çözgü ipliği olarak 20/2 Ne, 550 t/m; hav ipliği olarak da 20/2 Ne, 240 t/m; %100 pamuk karde ipliği kulla-

nılacağı kabul edilmiştir. Ayrıca, bornozun şal yaka tasarımına sahip olduğu ve parça boyalı kumaştan üretileceği kabul edilmiştir.

Bornoz üretimi için kullanılan pamuğun yetiştirilmesi, işlenmesi, kumaşın imalatı, bornozun satış, pazarlama süreçlerine ait veriler Denizli’de yerel üreticiler, imalatçılar ve işletmeler ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilmiştir. Pamuklu tekstil üretim süreçlerindeki geri dönüşüm uygulamaları ile ilgili istatistikler, yerel geri dönüşüm firma yetkilileri ile yapılan görüşmeler ve tüketici anketlerinden elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. Süreçlerde ortaya çıkan telef miktarları literatürde verilen miktarlar ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın devam eden alt bölümlerinde ilgili süreçler detaylandırılmış, çalışmada örnek olarak ele alınan bornoz için tespit edilen değerler çalışmanın sonuçlar bölümünde şematik olarak sunulmuştur.

3.1. Pamuk elyafı

Pamuk elyafı yıllık bir bitki olan pamuk bitkisinin kozasından elde edilmektedir. Pamuk iklim şartlarına göre Nisan ortalarında ekimi, Eylül sonlarında ise hasadı yapılan (Ege bölgesinde) 20-25 gün ara ile 4-5 kez salma sulama yapılarak yetiştirilen bir bitkidir. Zararlılardan korumak için 10-15 gün ara ile 200 gr/dekar olmak üzere toplamda yaklaşık dekar başına 1,5 kg ilaçlama yapılması gerekmektedir.

Pamuğun hasadında ülkemizde genelde el ile toplama yöntemi kullanılmakta olup, son yıllarda makine ile hasat yaygınlaşmaya başlamış olmasına rağmen bu oran henüz %10’lar civarındadır. Çalışmada pamuk toplama işleminin işçiler tarafından el ile yapıldığı kabul edilmekte ve bir işçinin ortalama olarak günde 120 kg civarında pamuk topladığı varsayılmaktadır. Tarladan toplanan pamuk naylon veya pamuk çuvalar içinde biriktirilerek nakliyyeye hazır hale getirilmektedir. Pamuk çuvalarının boş ağırlığı yaklaşık olarak 1 kg olup bu çuvalar tek kullanımlıktır. Her bir pamuk çuval yaklaşık 80-90 kg pamuk alabilmektedir. Naylon çuvalar ise çok kullanımlık olup yaklaşık 1 ton pamuk için 1 çuval eskimekte ve yeni çuval ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

Pamuk kozası toplandıktan sonra bitkinin gövdesi (çırpısı) tarlada kalmaktadır. Bitki gövdesinin miktarı yaklaşık olarak 500 kg/dekar civarındadır (pamuk verimi 450 kg kütlü pamuk/dekar civarında kabul edilmiştir). Gövdeler tarlada parçalanıp gübre olmak üzere toprağa karıştırılmaktadır.

Tarlardan toplanan pamuk çuvalar için de veya dökme olarak çırçır fabrikasına kamyonlarla nakledilmektedir. Bir kamyon kasasına yaklaşık olarak 6 ton kadar çuvalanmış pamuk veya 3-5 ton dökme pamuk yüklenebilmekte bu süreçte pamuğun çırçır işletmesine naklinde %1,5 ile %2,5 arasında fire oluşmaktadır.

Pamuk yetiştirme sürecinde tohum ekimi, tohumluğun, gübrelerin ve haşere ilaçlarının nakliyesi ve işçi taşıma gibi ulaşım süreçleri sırasında mazot veya benzin tüketilmekte, bu yakıtlar nedeni ile hava kirliliği oluşmaktadır. Ayrıca tarlada pamuğun sulanması için kullanılacak su pompaları genellikle elektrik ile çalışmakta ve pamuk tarımında gerekli olan maliyet girdilerinden bir tanesi olarak görülmektedir. Tarlanın uzaklığı, işçi götürme sayısı, mevsimin yağış durumu gibi etkenlere bağlı olarak nakliye ile ilgili yakıt harcaması ve sulama için harcanan enerji miktarları farklılık gösterebilmektedir.

Modern pamuk tarımında önemli ölçülerde kimyasal kullanılmaktadır. Bu durum doğal olması nedeni ile tercih edilir bir elyaf olan pamuğun, ekolojik olarak ağır bir fatura ile karşımıza çıkmasına neden olmaktadır. Tüm dünyada toplam tarım alanları içinde %2,4'lük bir paya sahip olan pamuk ekim alanları, bu alanlarda kullanılan sentetik ilaç ve gübre bakımından tüm dünyada tüketilen tarımsal mücadele amaçlı haşere ilaçlarının %16, bitkisel ilaçlarında %11 kadarını oluşturmaktadır (18). Kullanılan kimyasalların %25'i ABD, %11'de Hindistan tarafından tüketilmektedir (19). Modern pamuk tarımında kullanılmakta olan kimyasal madde çeşitlerinin pek çoğunun insanlar da dahil doğadaki birçok canlı üzerinde zehirleyici etkisi olduğu bilinmektedir.

3.2. Çırçırılama

Koza halindeki pamuğun elyaf ile çekirdeğinin birbirinden ayrılması işlemi çırçır makinelerinde yapılmaktadır. Çırçırılama için roller-gin ve saw-gin olmak üzere iki ayrı makine bulunmaktadır. Saw-gin yöntemi roller-gin'e göre çok daha agresif olup, daha iyi bir temizleme sağlamaktadır ve üretim verimi daha yüksektir. Ancak işlem sırasında pamuk elyafını kırdığından ortalama elyaf uzunluğu azalmaktadır ki bu elde edilecek son ürünün kalitesinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. El ile toplanan pamuk için roller-gin, makine ile toplanan pamuk için ise saw-gin yöntemi önerilmektedir. Ülkemizde toplanan pamuğun çok büyük çoğunluğu el ile toplan-

dığından, ülkemizde yaygın olarak kullanılan çırçırılama yöntemi roller-gin çırçırılama yöntemidir.

Çırçır fabrikasına gelen pamuk depolama işlemini takiben, aspiratör ile çırçır makinesine doğru sevk edilmektedir. Aspiratörde 20 kW/ton elektrik harcanır ve %1,5 oranında elyaf ve bitki parçalarından oluşan fire verilmekte olup daha sonra helezonda geçen pamuk kaba temizlik işlemine maruz kalmaktadır. Helezonda %1 civarında atık ayrılmaktadır.

Çırçır makinesinde elyaf randımanı pamuk çeşidine bağlı olarak değişmekle beraber bu çalışmada Standart 1 pamuk için geçerli veriler kullanılmıştır. Standart 1 pamuk için lif oranı, %40-42, çekirdek oranı %57 ve atık oranı %1 civarında gerçekleşmektedir.

Pamuktan elde edilen çekirdek atığı yağ fabrikalarına satılmaktadır. Ayrıca çekirdek üzerinde kalan kısa lif-lifler de ekonomik değeri olan liflerdir. Bu kısa pamuk elyafı oldukça değerli olup kâğıt para yapımında, rejenere selülozik elyaf yapımında kullanılmaktadır. Çekirdekte bulunan yağ oranı %16'dır. Elde edilen yağ, katı yağlarda hammadde, biyodizel yapımında, karışım olarak ayçiçeği yağlarıyla birlikte kullanılmak üzere satılmaktadır. Kalan %84'lük miktar ise küspe olarak, özellikle tavuk yemi olmak üzere değerlendirilmektedir.

Çırçırardan atık olarak gelen fire temizleme işleminden geçirilerek her 5 kg'ından yaklaşık 1 kg pamuk elyafı elde edilebilecek şekilde ayıklanmaktadır. Atık içinde bulunan kabuk ve yaprak kırpıntıları ile çekirdek kabukları yem yapımında kullanılarak hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir.

Mahlıç pamuğu iplik fabrikalarına sevk edilmek üzere pamuklu kumaş ve metal teller ile yaklaşık 220 kg ağırlığında balya oluşturacak şekilde preslenmektedir. Balyalarda kullanılan tellin ağırlığı yaklaşık 2,5 kg'dır.

Çırçır proses maliyetinin %92'sini hammadde oluştururken, işçilik maliyeti %4,5, enerji maliyeti %1 ve diğer maliyetler ise %2,5 civarındadır.

Çırçırılama işleminde tüm süreçte malzemeyi hareket ettirmek ve temizleme işlemlerini yapabilmek için elektrik enerjisi kullanılmaktadır.

3.3. İplik Üretimi

Bornoz için kullanılan ipliğin karde ring ipliği olduğu varsayılarak iplik ile ilgili süreç değerlendirmeleri karde iplik hattı üzerinden yapılmıştır.

İplik hazırlama bölümünde balyaların ve elyaf demetlerinin açılması, temizlenmesi, karıştırılması, taraklanması, çekim ve cer regülasyon işlemleri yapılmaktadır. Bu bölümde oluşan telefler harman hallaç hattı ve tarak makinesinin besleme bölümünde gerçekleştirilen temizleme işlemi sırasında ortaya çıkmakta ve **brizör telefi** olarak tanımlanmaktadır. Brizör telefinin miktarı kullanılan hammaddenin temizlik oranı, makinelerin ayarları ve elyaf özelliklerine bağlı olarak değişmekte olup, literatürde brizör telef oranlarının %2-6 arasında değişebileceği ve bu telefin geri kazanılabilir telef olduğu belirtilmektedir (20), (21). Denizli'deki pamuk ipliği eğiren işletmelerden edinilen verilere göre brizör telefi oranlarının %4,93-7,80 arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. Brizör telefleri ön atık temizleyici ve atık temizleyici ünitelerde %20-50 oranlarında geri kazanılabilmekte ve elde edilen lifler, rotor iplik makinelerinde, vatka, döşemelik ve dokusuz yüzey imalatında kullanılabilmektedir.

Tarak makinesinde yapılan tarama sonucunda elyaf içindeki yabancı madde ve kısa lifler ayrılmakta ve **şapka telefi** olarak telef ambarında toplanmaktadır. Tarak makinesinde şapka telefi dışında filtrelerde biriken atıklar ve görünmeyen kayıplar olduğu da bilinmektedir. Literatürde brizör silindirinde oluşan telef hariç, tarakta oluşan toplam telefin %3-4 civarında olduğu ve bu telefin geri kazanılabilir olduğu ifade edilmektedir (20), (21). İşletmelerden alınan veriler dikkate alındığında ise şapka telefi oranının %1,67-4,36 arasında değişmekte olduğu görülmüştür. Şapka telefleri ön atık temizleyici ve atık temizleyici ünitelerde %50-80 oranlarında geri kazanılabilmekte ve elde edilen lifler, ring ve rotor iplik makinelerinde, vatka, döşemelik ve dokusuz yüzey imalatında kullanılabilmektedir (20).

Cer makinelerinde hava emişi ile biriktirilen döküntülerden oluşan, içeriğinde toz, kısa elyaf ve yabancı maddelerin olduğu telef **cer pnömofil telefidir**. Cer pnömofil telefinin oransal büyüklüğü literatürde %0,2-0,5 olarak verilmektedir [20], [21]. İşletmelerden alınan veriler dikkate alındığında ise pnömofil cer telefi oranının %0,05-0,13 arasında değiştiği görülmüştür. Cer makinelerinde ortaya çıkan bir diğer telef çeşidi de **şerit telefi** olarak isimlendirilmektedir. Şerit telefi kovalarda artık kalan şeritler, çekim sistemi ve bağlama süreçlerinde ortaya çıkan atıklardan oluşmakta olup, bu teleflerin literatürde verilen oranı %0,4-0,6 arasında değişmektedir (20), (21). İşlet-

Tablo 1. Bir iplik işletmesinin kayıtlarına göre ortalama telef oranları

Telef çeşidi	Mayıs %	Haziran %	Temmuz %	Ağustos %	Eylül %	Telef Ort. %
Brizör	7,28	4,93	5,49	7,80	6,09	6,32
Şapka	3,65	2,51	1,67	4,36	3,13	3,07
Cer Pnömoofil	0,06	0,06	0,05	0,13	0,07	0,08
Şerit	0,79	0,75	0,51	0,46	0,66	0,63
Fitil Pnömoofil	0,03	0,02	0,02	0,08	0,05	0,04
Fitil	0,27	0,91	0,60	0,89	0,62	0,66
Ring Pnömoofil	1,45	1,66	1,46	1,65	1,62	1,57
Üstübü	0,93	1,10	0,97	1,07	1,07	1,03
Klima Tozu	1,27	1,08	0,83	1,46	1,36	1,20
G.Toplam	15,73	13,03	11,61	17,91	14,66	14,59

melerden alınan veriler dikkate alındığında ise şerit telefi oranının %0,46-0,79 arasında değiştiği görülmüştür. Cer pnömoofil telefi ön atık temizleyici ve atık temizleyici ünitelerden geçirildikten sonra cer şerit telefonuna benzer alanlarda kullanılabilir. Tarak ve cer şerit atıkları ise her hangi bir temizleme işlemine gerek olmaksızın doğrudan doğruya ring ve rotor iplik makinelerinde, vatka, döşemelik ve dokusuz yüzey imalatında kullanılabilir.

Eğirme bölümünde fitil makinesi, ring iplik eğirme makinesi ve aktarma veya bobinleme makinesi olmak üzere üç ayrı makine bulunmaktadır. Fitil makinelerinde **fitil pnömoofil telefi** ve **fitil telefi** olmak üzere iki ayrı çeşit telefi ortaya çıkmaktadır. Pnömoofil telefi oldukça düşük oranlarda olup, içeriğinde toz, kısa elyaf ve yabancı maddeler bulunmaktadır. Fitil telefi ise fitil formunda olan telefonlar olup fitil kopslarının üzerinde kalan fitillerden oluşmaktadır. Literatürde toplam fitil telefonlarının oransal büyüklüğünün %0,1-1 arasında olabileceği belirtilmektedir (20), (21). İşletmelerden alınan veriler dikkate alındığında ise fitil telefonunun % 0,27-0,91 arasında ve pnömoofil fitil telefi oranlarının ise %0,02-0,08 arasında değiştiği görülmüştür. Fitil pnömoofil telefi cer pnömoofil telefonuna benzemek ve benzer yerlerde yeni den kullanımı mümkün olmaktadır.

Ring iplik makinesinde **ring pnömoofil telefonları** ortaya çıkmakta olup, içeriğinde toz, kısa elyaf ve kısmen yabancı maddeler bulunmakta ve literatürde toplam ring telefonlarının oransal büyüklüğünün %1,5-3,2 arasında olabileceği belirtilmektedir (20), (21). İşletmelerden alınan veriler dikkate alındığında ise pnömoofil ring telefi oranlarının %1,45-1,66 arasında değiştiği hesaplanmıştır. Ring pnömoofil

telefonları de her hangi bir ön temizleme işlemi olmaksızın fitil ve cer pnömoofil telefonlarına benzer yerlerde kullanılmaktadır.

İplik aktarma işlemi sırasında ortaya çıkan telefonların tamamı üstübü telefidir. Telefonlar gerek kops üzerinde artık kalan ipliklerden gerekse iplik bağlama sırasında otomatik bağlayıcılar tarafından emilerek biriktirilen iplik parçalarından kaynaklanmaktadır. Literatürde üstübü telefonların oransal büyüklüğünün %0,75-1 arasında olabileceği belirtilmektedir (20), (21). İşletmelerden alınan veriler dikkate alındığında ise üstübü telefi oranlarının %0,93-1,10 arasında değiştiği hesaplanmıştır. Üstübü telefi %85-95 oranında geri kazanılabilir telefi olup, üstübü olarak kullanım alanı bulunduğu gibi şifonez gibi didikleme makinelerinden geçirilerek saf pamuğa benzer yapıda lif eldesi için de kullanılabilir.

Yukarıda dile getirilen atıkların dışında karde iplik üretim sürecinde oluşan diğer atık çeşidi **klima tozudur**. İşletme içindeki emiş ünitelerinin filtrelerinde biriken tozlar klima tozu telefi olarak toplanmaktadır. Toz telefi dolgu malzemesi veya selüloz hammaddesi olarak kullanılmak üzere farklı tesislerde değerlendirilmektedir. İşletmelerden alınan veriler doğrultusunda karde iplik üreten bir ring iplik işletmesinde ortalama olarak %0,83-%1,46 arasında değişen oranlarda toz telefi ortaya çıkmaktadır.

'de saha çalışması yapılmış olan bir iplik işletmesine ait aylık telefi verileri ve ortalama değerler görülmektedir. Bunlar fiili veriler olup toplam üretimin fisesi olarak hesaplanmıştır.

Karde iplik eğirme süreci enerji maliyetleri ve ilgili çevresel etkiler açısından değerlendirildiğinde elektrik enerjisi kullanımı dışında başka çevresel

etkiye sahip değildir. Eğirme sürecinde ortaya çıkan katı atıkların tamamı geri dönüştürülebilen atıklar olup her bir atığın piyasada bir parasal değeri mevcuttur.

3.4 Dokuma Üretimi

Dokuma kumaş üretiminde dokuma hazırlık bölümü ve dokuma bölümü olmak üzere iki bölüm bulunmaktadır.

Dokuma hazırlık işlemlerinden olan bobin aktarma sırasında açığa çıkan atıklar **çuvallı, gavata** (iplik sarım koniği), **kösük** (konik üzerinde kalan iplik artığı) ve **kartondur**. Bu atıklar üstübü firmaları tarafından satın alınarak değerlendirilmektedir. Kağıt gavatalar kağıt geri kazanımında, plastik gavatalar plastik geri dönüşümünde, çuvallı sağlam olanları tekrar kullanılmakta, hasarlı olanlar ise plastik geri kazanımında değerlendirilmekte, gavata üzerinde fazla kalmış iplikler ise sıyrılarak ikinci kalite elyaf yapımında kullanılmaktadır.

Büküm işlemi sırasında da gavata, klima tozu ve **ham üstübü** atıkları söz konusu olup bu atıkların tamamı geri kazanılabilir atıklardır.

Atık aktarmada az miktarda kösük, ilmar (iplik atıkları), gavata ve klima tozu atıkları açığa çıkmaktadır. Ayrıca ipliklerin taşınmasında kullanılan çuvallar da atık olarak açığa çıkmakta olup bu çuvallar geri kazanım amaçlı olarak satılmaktadır.

Plastik-nylon film ile paketlenip tahta paletlere yüklenmiş olan iplik bobinlerinin kullanımı durumunda **tahta palet**, vakumlamada kullanılan **nylon** ve ayrıca olarak kullanılan karton atıkları ortaya çıkmaktadır. İyi durumda olan tahta paletler genelde iade edilmekte veya satılmakta kırık ve sorunlu olanlar ise genelde yakılarak değerlendirilmektedir. Nylon poşetler ve kartonlar ise geri kazanım amaçlı olarak satılarak değerlendirilmektedir.

Çözgü işlemi kösük, gavata ve ham üstübünün en çok açığa çıktığı süreçlerden birisidir. Levende aktarılamayan haşıl almamış ipliklerden oluşan ham üstübü atığı oldukça değerli bir atık olup ve geri kazanım işletmelerinde birinci kalite elyaf elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca, bu atık, emiciliği nedeniyle temizlik paspası üretiminde ve oto yan sanayiinde otomobil tamir ustaları tarafından yüksek yağ emici özelliği nedeniyle tercih edilmektedir.

Haşıl sürecinde ağırlıklı olarak iki tip telefi açığa çıkmaktadır. İpliğin haşıl almadan artan kısmı (**ham topaç**)

veya haşillandıktan sonra levende sarım öncesi düzgünlük için iplikten kesilen kısmı (**haşilli topaç**). Topaçlar oldukça değerli atıklar olup halat yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca haşıl süreci, kullanılan kimyasal bakımından ve kullandığı enerji bakımından dokuma sürecinin çevreyi en çok etkileyen alt sürecidir.

Tahar işlemi sırasında **ulak atığı** açığa çıkmaktadır. Bu atık değerli ve geri kazanılabilir bir atık çeşididir.

Dokuma işlemi sırasında en çok açığa çıkan atıklar **kenar üstübü**, ham üstübü, topaç, gavata ve klima tozudur. Kenar üstübü, dokuma tezgâhının her iki yanında istenen kumaş eni dışında kalan alandaki fazla çözgü ve atkı iplerinin kesilmesi sonucu oluşan atıktır. Bu atık yüksek oranlarda oluşmakta ve teknik olarak oluşumu engellenememektedir. Geri kazanılmış elyaf yapımında en çok kullanılan atıklardan birisidir. Boyalı veya desenli olması durumunda temizlik paspası ve dolgu malzemesi olarak kullanılır. Topaç ise dokuma tezgâhında kullanılan çözgü veya hav levendinin üzerinde kalan ve dokumada kullanılmayacak miktarda binlerce telden ve genelde 8 m'den daha uzun haşilli ipliklerden oluşan bu atık urgan yapımında kullanılan değerli bir atıktır. Haşıl sökme işlemine tabi tutularak kaliteli elyaf geri kazanımında kullanılabilir ancak bu pahalı bir işlemdir. Ayrıca bu atık, dayanımı yüksek olduğundan işletmelerde bağ ipi olarak da kullanılmaktadır.

Dokuma sürecinde enerji kullanımı temel olarak dokuma hazırlık ve dokuma işlemi olmak üzere iki bölümde incelenir. Dokuma hazırlık bölümünde yoğun olarak kullanılan enerji çeşidi buhar ve ısı enerjisi, dokuma bölümünde ise elektrik enerjisidir.

Dokuma hazırlık bölümünde yapılan çözgü hazırlık işleminde yapılan haşillama sürecinde sıvı sıcaklığı 92 °C'ye kadar çıkmaktadır. Bu sıcaklığa ulaşmak için işletme kazan dairesinde katı, sıvı veya gaz yakıt kullanılarak ısıtma yapılması gerekmektedir. Ayrıca kurutma işlemi için de özel ısıtılmış yüzeyler kullanılmakta olup bu yüzeylerin ısınması için de kızgın buhar eldesi gerekmektedir. Dokuma hazırlık bölümünde harcanan diğer enerji çeşidi elektrik enerjisi olup, çözgü makinesinde, çağlıklarda ve atkı aktarma makinelerinde kullanılmaktadır.

Dokuma bölümünde kullanılan enerji çeşidi ise yoğunlukla elektrik enerjisidir. Harcanan enerji miktarı dokuma makinesinin modeline, çalışma prensibine, dokunan kumaşın özelliğine ve

makinenin çalışma hızına bağlı olarak değişmektedir.

Dokuma hazırlık ve dokuma bölümlerinde leventlerin nakliyesi için ayrıca özel forkliftler kullanılmakta olup, tipine göre akülü veya benzinli olabilirler. Ancak bu araçların kullandıkları enerji miktarı sürecin diğer kısımları ile kıyaslandığında ihmal edilecek kadar küçüktür.

Dokuma hazırlık işleminde yapılan haşillama süreci sıcak su kullanımı ve çeşitli kimyasalların kullanımı nedeni ile çevreye zarar verme potansiyeli yüksek olan bir süreçtir. Haşillama işleminin yanı sıra haşılın daha sonra kumaş üzerinden yıkama ile alınması ve atık suların doğaya verilmesi çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.

3.5. Terbiye İşlemleri ve Boyama

Bornoz üretim sürecinde dokunmuş kumaş terbiye işlemlerinden geçerek konfeksiyon aşamasına hazır hale getirilir. Terbiye ve boyama işlemleri sırasında ısı işlemlerden ve yaş işlemlerden geçen bukle havlu kumaş çevresel açıdan önemli oranda enerji tüketimi, su ve hava kirlenmesine neden olmaktadır.

Havlu kumaşlar için yapılan ağartma işleminde haşıl sökme işleminden gelen kumaşlar birbirine ucuca gelecek şekilde eklenerek overflow makinesine beslenir. Overflow makinesinde yaklaşık olarak 25 kW/saat enerji harcanmaktadır. Bir dolumda yaklaşık 1000 kg havlu kumaş alabilen overflow makinesinde 1/7 flotte oranında su kullanılmaktadır. Her bir banyo için yaklaşık 7 ton su kullanılan makinede 1000 g ıslatıcı, 300 g stabilizatör, 200 g yağ sökücü, 2000 g kostik ve 2000 g peroksit kullanılmaktadır. Kasar işlemi için üç sefer su boşaltımı yapılmakta yani toplam 21 ton su kullanılmaktadır.

Boyama işlemi kasar işlemi ile aynı makine içinde çekirme yöntemine göre yapılmaktadır. 1000 kg havlu kumaşın over-flow makinelerinde boyanması için boya banyosuna 6 ton su alınması gerekmektedir. Banyo içinde 300 g asetik asit ve 500 g iyon tutucu kullanılmaktadır. Boyar madde olarak 110 g boya eritilerek makine içine dozajlandıktan sonra 32 kg tuz ve 5,35 kg soda makineye belli aralıklarla verilir. Boyama süresi 7 ile 8,5 saat arasında değişmektedir. Over flow makinesinde kullanılan su, doğalgaz veya kömür kullanılarak ısıtılmakta, ısınan su kullanımdan sonra tekrar soğutulmuş olarak arıtma ünitesine gönderilmektedir.

Havlu kumaşlarda boyama işleminden sonra tekrar 7 ton su alınarak yıkama işlemi yapılmaktadır. Yıkama işleminden sonra yumuşatma banyosu için 1070 g asetik asit ve 3,8 kg yumuşatma apresi kullanılmaktadır.

Yıkamayı takiben kurutma işlemi ön kurutma ve esas kurutma olarak iki kısımda yapılmaktadır. Ön kurutma işleminde merkezkaç prensibi ile mekaniksel kurutma yapılmakta ve kumaş üzerindeki fazla su uzaklaştırılmaktadır. Esas kurutma işleminde ise ısı transferi prensipleri kullanılarak kurutma yapılmaktadır. Terbiye bölümünde en fazla enerji tüketiminin yapıldığı esas kurutma işlemi ramöz makinesinde açık ende yapılmaktadır. Santrifüj makinesinde 2 kW/saat elektrik enerjisi kullanılarak fazla suyun kumaştan uzaklaştırılmasını takiben, turban makinesinde 3,5 saat süren bir havalı kurutma işlemi yapılır. Turban makinesinde 50 kW/saat enerji harcanır. Daha sonra ramöz makinesinde açık en olarak işlem gören 1000 kg ağırlığındaki havlu kumaş 150 kW/saat elektrik enerjisi harcayarak 2-2,5 saat sürede kurutulmaktadır.

Kurutulmuş olan 1000 kg ağırlığındaki kumaş yaklaşık 1 saat içinde 2 kW/saat elektrik enerjisi harcayan kalite kontrol makinelerinde kontrol edildikten sonra ambalajlanarak konfeksiyon işletmesi için hazırlanır. Ambalaj malzemesi olarak 5015 kg naylon ambalaj filmi, 50 m koli bandı ve 200 g kadar etiket kağıdı kullanılır.

Ön terbiye ve boyama işlemleri sırasında ortaya çıkan katı atıklardan ilki uç bezidir. Uç bezleri işleme giren toplam ağırlığın yaklaşık %0,5'ini oluşturur ve temizlik malzemesi olarak işletmede kullanılabilir, ya da dolgu malzemesi veya tekrar lif elde edilmek üzere açma makinelerinde işlenmek üzere satılır. İşlemlerde kullanılan boya ve diğer kimyasallara ait ambalajlar, bidonlar, çuvallar, kumaş toplarının sarıldığı kâğıt silindirler ve plastik filmlerdir. Bir bornoz üretmek için bu aşamada ortaya çıkan katı atığın 16 g'ı naylon (polipropilen veya polietilen kökenli), 10 g'ı rolik kağıt, 3 g'ı polipropilen çuval ve 0,00042 adet tehlikeli atık kategorisindeki boya bidonundan oluşmaktadır.

Terbiye ve boyama işlemleri sırasında yoğun bir şekilde su, kimyasal ve enerji kullanılmaktadır. Ortalama olarak her 1 kg tekstil mamulü için 100 litre su tüketilir. Kullanılan sıcak sular ısı kazanımı için kullanılabilirdiği gibi bazı işletmelerde doğrudan doğaya verilmektedir. Bu durum su kaynaklarını ve toprağı olumsuz etkilemekte-

dir. Suların soğutulması ve artırılarak doğaya verilmesi gerekmektedir. Tekstil kimyasallarının çevresel etkileri ve atık sular ile ilgili pek çok bilimsel çalışma yapılmakta, bu çalışmalarda konunun çevre açısından önemi vurgulanmaktadır.

Yaş işlemler ve kurutma sırasında kullanılan yakıtın çeşidine bağlı olarak gaz atığı da ortaya çıkmaktadır. Baca gazı olarak doğaya atılan bu atık içindeki zararlı maddelerin en aza indirilmesi yakıt türü ve yakma yöntemi ile ilgili olup, baca gazı atıklarının dikkatle izlenmesi ve iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. Konu ile ilgili olarak öncelikle işletmeler, işletmelerin bulunduğu yerlerdeki yerel yönetimler ve çevre ile ilgili kurumlar sorumluluk almalı ve iyileştirme çalışmaları yapmalıdır.

3.6. Konfeksiyon

Konfeksiyon bornoz üretim sürecinin son safhasıdır. Bu aşamada çıkan atıklar, **kumaş top başı** ve sonu kumaş parçaları, postal kesiminde oluşan **kırpıntılar**, kumaş toplarının boyahanedan getirilirken kirlenmemesi için kullanılan paketleme naylonları ve tozun içinde bulunan **roliktir**. Kumaş top başı ve sonu atıklar (toplam kumaşın yaklaşık %15'i) büyüklüklerine ve kumaşın niteliğine göre değerlendirilmektedir. Naylon ve rolük atıkları değerlendirilebilir atıklar olup işletmeler bu atıkları genellikle geri dönüşüm firmalarına satmaktadır. Bu süreçte kesimden kaynaklanan kumaş tozları emiş sistemi tarafından toplanmaktadır. Bunlar klima tozu atığı olarak değer kazanmaktadır. Emiş sistemi tarafından emilemeyecek kadar büyük, kırpıntı olarak değerlendirilemeyecek kadar küçük atıklar ise toplanarak "çöp" olarak satılmaktadır ancak bunlarda yine atık işleyen işletmeler tarafından elden geçirilerek değer taşıyanlar ayrıştırılmakta veya en azında yakılarak enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Kesim işleminden sonra dikiş sürecinde açığa çıkan atıklar dikiş ipliği gavataları (genelde plastik), **overlok atığı**, **dikiş ipliği** ve hatalı kumaş parçalarıdır. Overlok atığı overlok makinesinde kumaşın kenarının dikim sırasında düzgünleştirme amaçlı kesilmesi sonucu ortaya çıkar ve kumaşın ham olması veya rengine göre değeri değişebilen bir atık çeşididir.

Ayrıca dikim sırasında ürüne kimlik veren marka veya yıkama talimatlarını tanıttıcı dokunmuş etiketler kullanılmakta ve bu etiketlerin bir kısmı atık haline gelebilmektedir.

Dikimi tamamlanan bornozlardan paketlenmeye uygun olanlar paketlenme sürecine, ikinci kaliteye ayrılanlar ise tamir veya ikinci kalite satış sürecine yönlendirilir. Paketleme sürecinden önce temizlik işlemi yapılmaktadır. Temizlik işleminde dikiş sırasında kalan fazla iplik uçları kesilerek atık halinde uzaklaştırılır. Bu kısa iplik parçaları da süpürülerek toplanır ve "çöp" ile birlikte değerlendirilir. Temizliği yapılan bornoz ütölleme işlemine tabi tutulur. Daha sonra uygun katlama talimatına göre katlanan bornoz gerekli etiketler (genelde karton) takılarak müşterinin talebine göre naylon poşete veya karton kutu içinde paketlenir. Sonrasında ise kolileme işlemi yapılır ve bornozlar sevkıyata hazır hale getirilir. Dikim sonrası açığa çıkan atık yok denecek kadar az olup sadece çöp ve klima tozundan bahsedilebilir.

Konfeksiyon sürecinde kullanılan enerji çeşidi tamamen elektrik enerjisidir. Kalite kontrol makineleri, dikiş makineleri, ütü ve paketleme makinelerinde elektrik enerjisi kullanılmaktadır.

Konfeksiyon sürecinin çevresel etkileri bornoz üretim sürecindeki diğer işlemlere göre çok düşüktür. Ütölleme işlemi sırasında kullanılan ısıya bağlı olarak çevrenin ısınması dışında başka çevresel etki tanımlanamamaktadır.

3.7. Sevkiyat, Satış ve Kullanım

Bornozların işletmeden sevkiyatında genellikle karton koliler veya paletli koliler kullanılmakta ve nakliye araçlarına (genellikle tır veya kamyonlar) doğrudan yükleme yapılmaktadır. Yükleme sonrası ihraç edilen bornozlar genelde üretim tesisinden limana sonra gemi ile gidecekleri ülke limanına sonra da genelde kara yolu ile teslim edilecekleri depoya taşınmaktadır. Bu aşamada taşıma amaçlı araçların kullandığı fosil kaynaklı yakıtlar ve açığa çıkan emisyon gazları ürünün çevre ile etkileşiminde etkili olmaktadır.

Ürünlerin teslim edildikleri depolarda nakliyle sırasında kullanılan karton koli, palet ve diğer paketleme malzemeleri atık olarak açığa çıkmaktadır. Merkez depolarda satış noktalarına nakliye sırasında yine fosil yakıtların neden olduğu çevresel etkiler ortaya çıkmaktadır. Satış noktasında kullanılan elektrik enerjisinin (klima, aydınlatma ve diğer elektrikli cihazlar) bir bölümünün de ürüne ait çevresel etkileşime katkısı olmaktadır.

Ürün satıldıktan sonra ürünü satın alan müşteri evine geldiğinde ürünü evine getirmekte kullandığı mağazanın naylon veya kâğıt poşetini, bornozun

karton kutusunu veya poşetini ve ürün tanıttıcı etiketlerini atık olarak ortaya çıkarmaktadır. Tüketicilerin çoğu bu atıkların aslında her birinin geri kazanılabilir atık olduğunu düşünmeksizin çöpe atmaktadır.

Son tüketici tarafından kullanılan bornoz bu süreçte belli aralıklarda yıkanmaktadır. Yıkama işlemi için kullanılan su ve çamaşır deterjanı önemli bir çevre etkileşimine neden olmaktadır. Ev tipi 5 kg çamaşır yıkama kapasiteli bir çamaşır makinesi laboratuvar ortamında yapılan ölçümlere göre ön yıkama programı ile 75 g deterjan ve sudaki kireç düzeyi yüksek olduğunda 15 g kireç çözücü kullanılmaktadır. Yapılan ölçümler sonucunda makine her su alışında 15 litre su kullanmakta ve uzun programda 6 kez su almaktadır. Böylece yıkama başına yaklaşık 90 litre su kullanılmaktadır. Modelden modele değişmekle birlikte makine saatte yaklaşık 1 kW elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Enerji tüketimi yıkama sıcaklığına bağlı olarak değişir. Ön yıkamalı bir programın 90 dakika sürdüğü kabulü ile yıkama başına harcanan elektrik enerjisi 1,5 kW'tır. Çalışmada varsayılan bornozun yaklaşık 1500 g olduğu düşünüldüğünde yukarıdaki kabuller çerçevesinde bir bornozun yıkanması için harcanan enerji miktarı 0,45 kW, kullanılan su miktarı 27 litre, kullanılan deterjan miktarı 22,53 g ve kullanılan kireç çözücü 4,5 g'dir. Kullanılan yıkama suyu genelde kanalizasyona verilmektedir. Bu suyun arıtılmadan doğaya bırakılması durumunda yeraltı sularında kirlenmeye neden olmaktadır. Bir bornozun ortalama kullanım süresine ve yıkama sıklığına bağlı olarak yukarıda sayılarla gösterilen çevresel etkilerin şiddeti artmaktadır.

3.8. Geri Kazanım

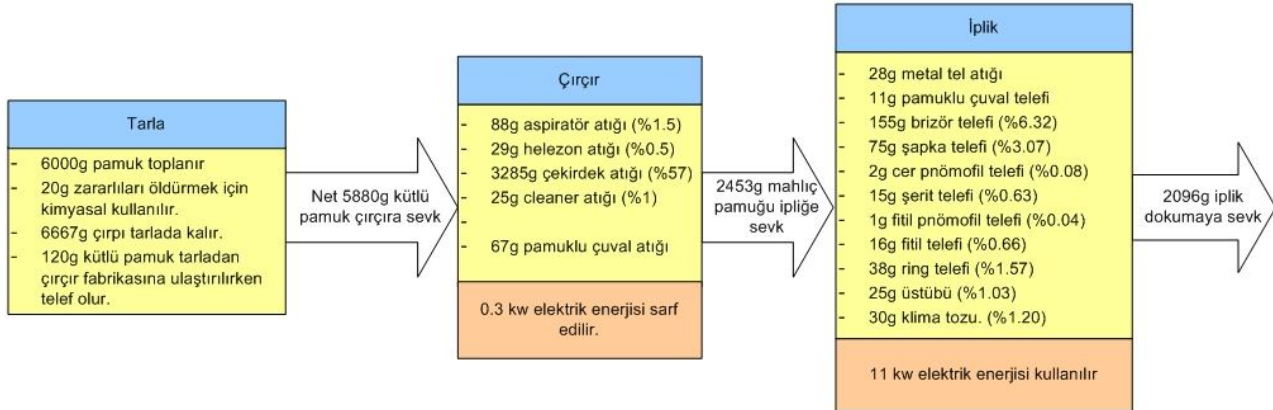
Kullanım süresi sonunda bornozlar atığa dönüşmektedir. Bir bornoz, eskimesi, renginin bozulması, emiciliğini kaybetmesi veya modasının geçmesi nedeniyle kullanım dışı bırakılmaktadır. Yapılan anket sonuçlarına göre bir havlu veya bornozun eskimesi durumunda kullanıcının karar eğilimi Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablodan görüldüğü gibi ankete katılanların %5,88'i bornozu hemen çöpe atma, %61,76'sı ise temizlik bezi olarak kullandıktan sonra çöpe atma eğilimi göstermektedir.

Çöpe atılan ve belediye çöplüklerinde son bulan bornoz %100 doğal liften üretilmiş olması durumunda belli bir süre sonunda doğaya zarar vermeden

Tablo 2 . Bir bornoz veya havluyu eskidiği zaman ne yaparsınız?

Karar Seçeneği	Cevap yüzdesi (%)
Çöpe atarım	5,88
Lazım olur diye bir yere koyar saklarım	11,76
Isınma amaçlı olarak yakarım	5,88
Temizlik bezi yaparım ve sonra kötü olunca çöpe atarım	61,76
Eskiciye veririm veya satarım.	5,88
Belediyenin atıkları toplama araçlarına veririm.	0,00
Diğer	8,84



Şekil 1. Tarladan iplik üretimine 1,5 kg ağırlığındaki bir adet bornozun atık potansiyeli ve enerji kullanımı

kaybolmakta ancak geri kazanılmasının getirdiği fırsat maliyeti ortaya çıkmaktadır.

Kullanım dışı kalan bornozun değişik yöntemlerle geri kazanım merkezlerine ulaştırılması durumunda, burada bornoz diğer geri kazanılabilir ürünlerle birlikte geri kazanım sürecinin içerisine dâhil edilmektedir. Geri kazanım merkezlerine getirilen bornoz ve bornoz benzeri tekstil atıkları mevcut sağlık, renk ve malzeme bileşenlerine göre ayrıştırılmaktadır. Daha sonra iyi durumda olanlar belli temizlik işleminden sonra ihtiyacı olanların kullanımına sunulabilmektedir. Ayrıştırılma işleminden sonra ürünlerin bir bölümü ısınma amaçlı olarak yakılmakta, geri kalan atıklar ise elyaf olarak açılmak üzere ilgili sürece yönlendirilmektedirler.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekstil sektörü, hem insan gücü kullanımı, hem de tüketim potansiyeli olarak dünyanın en büyük sektörlerinden birisidir. Tekstil ürünlerinin üretiminden kullanımına ve geri kazanımına kadar geçen süreçte, geri kazanılabilir veya kazanılamayan bir-

çok katı ve sıvı atık meydana gelmekte, çevreyle etkileşim ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada temel yaklaşım olarak benimsenen Yaşam Döngü Değerlendirmesi (YDD: LCA - Life Cycle Assessment) yöntemi tanıtılarak, bir bornoz imalatındaki süreçler değerlendirilmiştir. 1,5 kg ağırlığındaki standart bir bornozun doğumdan mezara kadar geçirdiği tüm evreler tarladan başlayıp atık haline gelene kadar incelenmiş ve sayısal veriler elde edilmiştir. Şekil 1'de 1,5 kg ağırlığındaki bir bornozu üretebilmek için her bir aşamada gerekli pamuk miktarı, oluşan atıklar ve kullanılan enerji miktarları şematik gösterimle özetlenmiştir. Sunulan değerler, çalışmaya destek veren işletmelerden elde edilen veriler ve yapılan hesaplamalara dayanmaktadır.

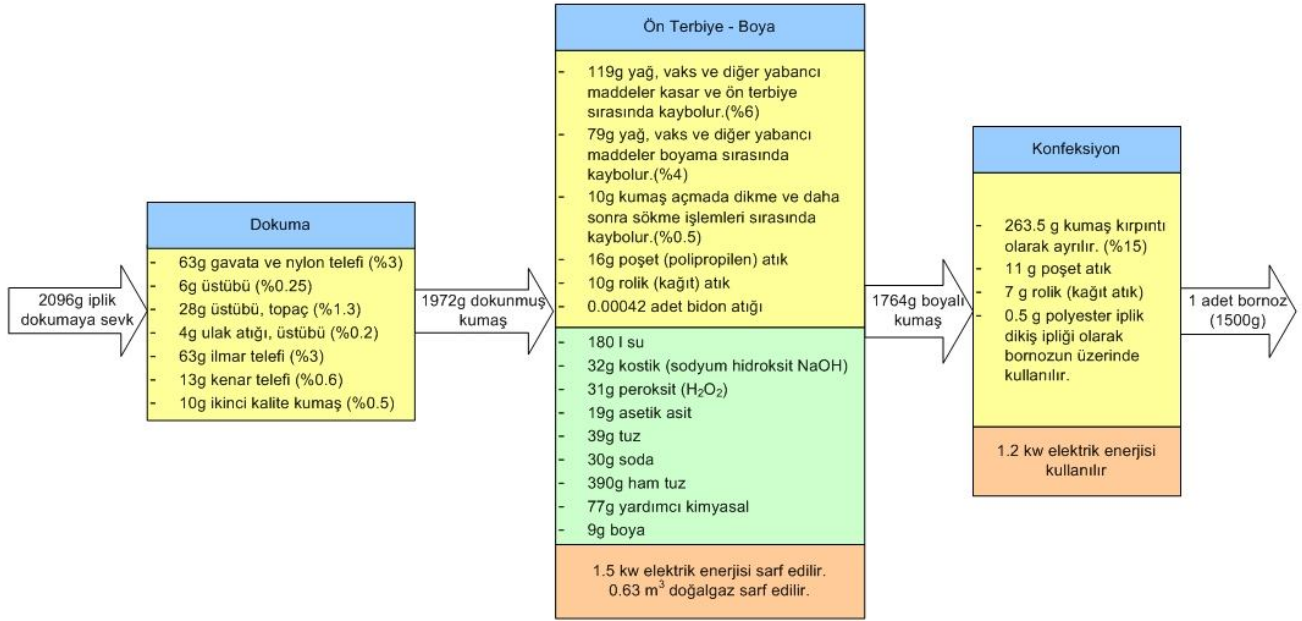
Çalışmada, doğal elyaf olması açısından çevre dostu olarak kabul edilen pamuk elyafının ürün haline gelmesi ve kullanım aşamaları çevre açısından pek çok olumsuzluğa neden olduğu belirlenmiştir.

Başlangıç noktası olan bornozdan hareketle diğer pamuklu ev tekstillerine

ve daha sonra da tüm tekstil ürünlerine bakıldığında tekstil ürünlerinin tamamı üretim, kullanım ve geri dönüşüm aşamalarında önemli oranlarda çevre kirliliğine yol açmaktadırlar. 1,5 kg ağırlığındaki bir bornoz elde edebilmek için 150 lt su ve çok miktarda kimyasal kullanılmaktadır.

Bornoz üretim aşamalarında enerji kaynağı olarak doğal gaz, fuel oil ve elektrik enerjileri başta olmak üzere kömür, LPG ve buhar gücü kullanıldığı bilinmektedir (22). Enerjinin en yoğun olarak kullanıldığı işlemler dokuma ve iplik eğirme süreçleridir. Yaş işlemler ve kurutma süreçlerinde ağırlıklı olarak ve en fazla zararlı kimyasal atığın olduğu proses boyama-bitim işlemleridir. Çalışmanın konusu olan pamuklu tekstil ürünü olan bornoz çerçevesinde aşağıdaki öneriler yapılabilir:

Modern pamuk tarımı sırasında kullanılan, gübre ve haşere mücadele ilaçları toprak, su, çevre kirliliği ve insan sağlığı açısından önemli tehditler oluşturmaktadır. Organik pamuk tarımı yapılması ve organik tekstil ürünü kullanımının yaygınlaşması pamuklu tekstil ürünlerinin doğaya verdiği zararı azaltacaktır.



Şekil 2. Dokumadan sevkıyata kadar 1,5 kg ağırlığındaki bir adet bornozun atık potansiyeli ve enerji kullanımı

- Tekstil atık sularının titizlikle arıtılması son derece önemli bir konudur. Bu konu ile ilgili olarak tüm taraflar bilinçlendirilmelidir.
- Tekstil ürünlerinin evsel kullanımı sırasında yüksek sıcaklıkta yıkamaktan ve aşırı ağartıcı ve deterjan kullanmaktan kaçınılmalıdır. Böylece hem doğrudan enerji tasarrufu sağlanmış olacak hem de deterjan, deterjan kutusu, ve nakliye harcamaları ve bu işlemlerin çevreye verdiği zararlar azalmış olacaktır.
- Tekstil üretiminde çevre dostu veya en az çevre kirliliği yaratan yöntemler tercih edilmeli, gerekli makine parkı veya teknoloji altyapısı için teşvik verilmelidir. Konuyla ilgili olarak devlet kademeleri, yerel yönetimler, odalar, tüketici birlikleri ve diğer gönüllü kuruluşlar aynı hedefe yönelik olarak bir araya gelmelidirler.
- Kullanım dışı kalmış tekstil ürünlerini tüketicilerden almak için daha etkin

yöntemler uygulanmalıdır. Tekstil ürünlerinin ayrı toplanması ve uygun taşıma yöntemi ile ayrıştırma merkezine taşınması sağlanmalıdır.

- İkinci el ürün olarak kullanılamayacak nitelikteki tekstil atıklarının değerlendirilmesine yönelik araştırma projeleri geliştirilmeli ve atıkların farklı sektörlerde kullanımları için araştırma çalışmaları yapılmalıdır.
- Tekstil üretim süreçlerinde yapılacak olan verimlilik çalışmaları bu süreçlerde açığa çıkan atık miktarlarının azaltılması üzerinde etkili olacaktır (23, 24)
- Tekstil işletmelerinde atık kontrolü adım adım ele alınmalı ve optimum koşullar sağlanmalıdır. Atıklar sınıflandırılarak biriktirilmeli ve değerlendirilmelidir.
- Tekstil geri dönüşümünden elde edilen ürün çeşitliliği ve kullanım alanlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Çalışmada, atıklarla ilgili veri toplama konusunda yaşanan zorluklar, ülkemizde hem işletmeler hem de ilgili kamu kuruluşlarının atıklarla ilgili düzenli ve güvenilir veri toplama ve depolama eksikliklerini göstermektedir. Atıklar konusunda toplumsal duyarlılık henüz yeterli düzeyde değildir. Tekstil üretim, kullanım ve geri dönüşüm aşamaları önemli kirlilik kaynakları olup bu konu ile ilgili bilgi ve farkındalık eksikliği bulunmaktadır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu (MAG) tarafından Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir. (Proje No: 104M376). Ayrıca, çalışmanın yayına dönüştürülmesinde Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimi (BAP) destek sağlamıştır.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Güngör, A. and Gupta, S.M., Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey, *Computers and Industrial Engineering*, 36, 811-853, 1999.
2. Tübitak proje sonuç raporu, 104M376, Çevreye Duyarlı Bakış Açısı İle Tekstil Ürünlerinin Yaşam Döngülerinin Analizi, 2007.
3. Güngör A., S.Palamutcu, Y.İkiz, "Bir Bornozun Yaşam Döngü Değerlendirmesi", Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, Ankara, 15-17 Kasım 2007.
4. Jönsson, A., Tillman A-M., Svensson T., Life Cycle Assessment of Flooring Materials: Case Study, *Building and Environment*, Vol. 32, No. 3, 245-255, 1997.
5. Gonzalez, B., Adenso-Diaz B., Gonzalez-Torre P.L., A fuzzy logic approach for the impact assessment in Life Cycle Assessment, *Resources, Conservation and Recycling*, 37, 61-79, 2002.

6. Krömer S., Kreipe E., Reichenbach D., Stark R., Life cycle assessment of a car tire, *Continental Publications*, 1999.
7. Corbierre-Nicollier, T., Laban B. G., Lundquist L., Leterrier Y., J.- Manson A.E. Jolliet O., Life cycle assessment of bio-fibers replacing glass fibres as reinforcement in plastics , *Resources, Conservation and Recycling*, 33, 267–287, 2001.
8. Rebitzer, G., Buxmann K., The role and implementation of LCA within life cycle management at Alcan, *Journal of Cleaner Production*, 13, 1327-1335, 2005.
9. Rivela, B., Moreira M. T., Munˆoz I., Rieradevall J., Feijoo G., Life cycle assessment of wood wastes: A case study of ephemeral architecture, *Science of the Total Environment*, 2005.
10. Kalliala, M.E., and Nousiainen P., Life Cycle Assessment Environmental Profile Of Cotton And Polyester-Cotton Fabrics, *AUTEX Research Journal* ,1(1), 1999.
11. Binkey, J., Life cycle analysis – a Finland United Kingdom comparison, *Bolton Environmental Technology Initiative*, (2002).
12. Proto, M., Supino S., Malandrino O., Cotton: a flow cycle to exploit, *Industrial Crops and Products*, 11, 173–178, 2000.
13. Ren, X., Development of environmental performance indicators for textile process and product, *Journal of Cleaner Production*, 8, 473–481 2000.
14. Dahllöf, L., *LCA Methodology Issues For Textile Products*, Licentiate Thesis, Environmental Systems Analysis, Chalmers Tekniska Högskola, 2004.
15. Woolridge, A.C., Ward G.D., Phillips P.S., 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*, 2006.
16. Nieminen E., M.Linke, M.Tobler, B.V. Beke, EU COST Action 628: life cycle assessment (LCA) of textile products, eco-efficiency and definition of best available technology (BAT) of textile processing, *Journal of Cleaner Production* 15, 2007, 1259-1270.
17. Müezzinoğlu, A., Azbar, N. ve Şengül,F., "Chapter 20: Application Of Lifecycle Analysis Techniques For Cotton Textile Products:From The Cotton Fields To Final Waste Disposal", - *Risk Reduction-Chemicals And Energy Into The 21st Century*, Taylor-Francis Publishers, (Editör:Mervyn L. Richardson), Hertfordshirek, UK, 1996.
18. Tarakçiođlu, I., Organik Pamuk ve Tekstil Sanayi, İstanbul Ticaret Odası Yayını, Yayın No: 2008-7, s. 144.
19. Leary 2000, www.foxfibre.com
20. Altun, Ş. ve Ulcay, Y., Klasik Tekstil Üretimi Sırasında Ortaya Çıkan Atıklar, Nedenleri ve Geri Kazanım Yöntemlerine Genel Bir Bakış", *Tekstil Maraton*, 4, 48-64, (1999).
21. Sheikh, H.R., Improving yield of yarn from Pakistani cottons, *Pakistan Textile Journal*, (2), 2004.
22. EİE, Elektrik İşleri Etüd İdaresi, Endüstride Enerji Yönetimi Prensipleri, 2. baskı, cilt I. Ankara, Elektrik İşleri Etüd İdaresi GenelMüdürlüğü, Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi; 2004.
23. Kanat S.Güner M., Tekstil ve Konfeksiyon İşletmelerinde Verimlilik Ölçümü, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4/2007, s. 279-283.
24. Yücel Ö., Konfeksiyon Üretiminde Hata Türü ve Etkileri Analizi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2/2007.

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.

**HAYATTA EN HAKİKİ
MÜRŞİT
İLİMDİR, FENDİR.**

M. Kemal ATATÜRK