

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL ENDÜSTRİSİ KAYNAKLI ATIK MASURALARIN GERİ
DÖNÜŞÜM İLE DÖNGÜSEL EKONOMİYE KAZANDIRILMASI

Gökben SARAÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Güleda ENGİN

Aralık, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKSTİL ENDÜSTRİSİ KAYNAKLI ATIK MASURALARIN GERİ DÖNÜŞÜM
İLE DÖNGÜSEL EKONOMİYE KAZANDIRILMASI**

Gökben SARAÇ tarafından hazırlanan tez çalışması 18.12.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Güleda ENGİN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Güleda ENGİN, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Nihal BEKTAŞ
Gebze Teknik Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Güleda ENGİN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Tekstil Endüstrisi Kaynaklı Atık Masuraların Geri Dönüşümü ile Döngüsel Ekonomiye Kazandırılması başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim

Gökben SARAÇ

İmza



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü'nün FYL-2019-3589 numaralı projesi ile desteklenmiştir.



*Aileme
biricik ŞAH'ıma
ve geleceğe*

TEŞEKKÜR

Öncelikle ufkumu açan bir eğitim olanağı sağladığı için Yıldız Teknik Üniversitesi'ne, bana inanan ve bilgi ve tecrübesi ile desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Güleda ENGİN'e,

Çevre Mühendisliğindeki başarılarımı destekleyip beni Yüksek Lisans yapmam için yüreklendiren Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU'na,

Ülkemizde başlatılan Sıfır Atık projelerin tohumlanması için gerekli zemini oluşturan Çevre ve Şehircilik Bakanlığına,

Tez çalışması kapsamında bilgisini koşulsuzca paylaştığı ve laboratuvarını çalışmaya açtığı için İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı Dr.Öğr.Üyesi Öznur ÖZDEN'e, Çevre ve Şehircilik İstanbul İl Müdürlüğü Sıfır Atık Proje Ekibindeki tüm yoğunluğuna rağmen vakit ayırıp mevzuat konusunda beni bilgilendirdiği için Dr.Ziraat Müh. Funda MOL ERCAN'a,

Çevre ve Orman Bakanlığı Müsteşar Yardımcısı olarak görev yapan ve çevre konusundaki engin tecrübesi ile tezime değer katan Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK'e, Kağıt konusundaki deneyimlerini ve AGED raporlarını paylaşan, çalışmaya kıymet ve destek veren AGED Genel sekreteri Osman KAYTAN'a,

Çalışmanın hayata geçmesi için atık yönetimindeki tecrübesini ve ekibini bizimle paylaşan Efsane Ambalaj Kurucusu Göksel KIRAN'a ve Bursa'nın önde gelen ip üreticilerine, Teorik çalışmanın hayat bulurken karşılaşılabilecek sorunları öngörülerıyla birlikte paylaştığı için Gökmen KIRAN'a,

Zorlu çalışma sürecinde desteğini esirgemeyen, aklı bende eli üzerimde olan ve en önemlisi beni gururla izleyen annem Tezcan KIRAN'a,

Tecrübesi ile çalışmanın dönüm noktalarında imzası olan yol arkadaşım Makina Mühendisi Olcay SARAÇ'a ve en kıymetlisi onunla vakit geçirmek yerine tüm enerjimi tezime aktarmama anlayış gösteren, göstermeye çalışan gözbebeğim ŞAH'ıma teşekkürü bir borç bilirim.

Gökben SARAÇ

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	3
1.3 Hipotez	4
2 Geri Kazanım ve Döngüsel Ekonomi	5
2.1 Geri Kazanım ve Döngüsel Ekonominin Dünyadaki Yeri.....	5
2.2 Türkiye’de Geri Kazanım ve “Sıfır Atık Projesi”	7
2.3 Atık Yönetimi	7
2.3.1 Geri Kazanılabilen Maddeler	9
2.3.2 Geri Kazanım Yöntemleri	10
2.3.3 Sosyo-Ekonomik Etki	11
2.4 Yeniden Kullanım İçin Verilen Teşvikler ve İlgili Mevzuat	13
2.4.1 Atık Yönetimi Yönetmeliği	13
2.4.2 Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği.....	13
2.4.3 Sıfır Atık Yönetmeliği	14
2.5 Tekstil Sektörü	19
2.5.1 Tekstil Sektörüne Genel Bakış.....	19

2.5.2	Tekstil Endüstrisi ve Geri Dönüşüm Potansiyeli.....	20
2.5.3	Sentetik İplik ve Kağıt Masura Kullanımı.....	21
2.6	Kağıt Üretim Sektörü	23
2.6.1	Endüstriyel Kağıt Üretim Sektörüne Genel Bakış	23
2.6.2	Kağıt Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım Potansiyeli.....	26
2.6.3	Kağıt Masura Üretimi.....	28
3	Materyal Metot	31
3.1	Ürün Hazırlama.....	32
3.2	GKM Verim Analizi.....	36
3.3	Masuradan Kağıt Geri Kazanımı	37
3.4	Döngüsel ve Biyo-Ekonomik Geri Kazanım Hesaplamaları	38
4	Döngüsel Ekonomik Geri Kazanım Sonuçları	40
4.1	Çevresel Geri Kazanımlar	40
4.2	Enerji ve Ekonomik Kazanımlar	42
4.3	Geri Kazanımların Değerlendirilmesi.....	44
5	Sonuç ve Öneriler	46
5.1	Sonuçlar ve Genel Değerlendirme	46
5.1.1	Masura Yeniden Kullanım Potansiyeli (Bursa İli)	47
5.1.2	Masura Geri Dönüşümünün Çevresel ve Ekonomik Analizi	48
5.2	Öneriler	49
	Kaynakça	50
	Tezden Üretilmiş Yayınlar	54

KISALTMA LİSTESİ

AGED	Atık Kağıt ve Geridönüşümcüler Derneği
ASD	Ambalaj Sanayicileri Derneği
ÇŞB	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
EUROSTAT	Your Key to European Statistics
FOA	The Food and Agriculture Organization
GKM	Geri Kazanılmış Masura
İDA	İstanbul Düşünce Akademisi
İGEME	İhracatı Geliştirme Merkezi
İSTAÇ	İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme
İTO	İstanbul Ticaret Odası
İTKİB	İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri
PAGÇEV	Türk Plastik Sanayicileri Araştırma Geliştirme ve Eğitim Vakfı
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜRKAY	Türkiye Katı Atık Yönetimi
TPB	Theory of Planned Behavior (Planlı Davranış Teorisi)
WHO	World Health Organization

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Lineer Ekonomiden Döngüsel Ekonomiye Geçiş	5
Şekil 2.2	AB Döngüsel Plastik Ekonomi Vizyonu.....	6
Şekil 2.3	Atık Hiyerarşisi	10
Şekil 2.4	Küresel Atık Arıtımı ve Bertarafı.....	11
Şekil 2.5	Planlı Davranış Modeli Teorisi.....	12
Şekil 2.6	Atık Toplama Ekipmanları.....	18
Şekil 2.7	Dokuma Kumaş İhracatı Ülke Payları.....	20
Şekil 2.8	Tekstil ve Hammaddeleri Türkiye İhracat Miktarları	20
Şekil 2.9	Küresel Bazda İhracatta Kullanılan Ürün Grupları	22
Şekil 2.10	Ülkemizde İhracatta Kullanılan Ürün Grupları	23
Şekil 2.11	Atık Kâğıt Geri Dönüşüm Ve Kâğıt Üretim Tesisi Temel İş Akım Şeması.....	25
Şekil 2.12	Dünyada Atık Kağıdın Ülkelere/ Bölgelere Göre Geri Kazanım Yüzdeleri	26
Şekil 2.13	İstanbul İçin Genel Atık Karakterizasyonu	27
Şekil 2.14	Masura Üretimi ve Oluşan Ürün.....	30
Şekil 3.1	Tip 1 (sağ) ve Tip 2 (sol) Masura Örnekleri	32
Şekil 3.2	İş Akış Şeması	33
Şekil 3.3	Kabul Edilen Karışık Masura Örnekleri	33
Şekil 3.4	Sistemden Çıkan GKM.....	34
Şekil 3.5	Masura Hataları.....	35
Şekil 3.6	İpli Masura ve Çıkan Deşe	35
Şekil 4.1	Tezin 1 Yıllık Kazanım Hedefleri	45

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Geri Kazanım/Geri Dönüşüm Hedefleri.....	14
Tablo 2.2 Malzeme Bazlı Geri Dönüşüm Hedefleri (%) (Yeniden Kullanıma Hazırlama Dahil)	14
Tablo 2.3 Mahalli İdareler İçin Uygulama Takvimi	15
Tablo 2.4 Bina ve Yerleşkeler İçin Uygulama Takvimi.....	16
Tablo 2.5 Dünya ve Türkiye Kağıt Endüstrisinde Kullanılan Hammaddeler Grupları ve Oranları	25
Tablo 2.6 GTİP 4822 Dünya İhracatında İlk 10 Ülke	29
Tablo 3.1 TİP1 Arz-Talep-Verim Tablosu	36
Tablo 3.2 TİP2 Arz-Talep-Verim Tablosu	37
Tablo 3.3 Kağıt Atık için Kazanımlar.....	38
Tablo 3.4 Kağıt Atık için Ekonomik Kazanç Tablosu	39
Tablo 4.1 TİP1 için Çevresel Kazanımlar.....	40
Tablo 4.2 TİP2 için Çevresel Kazanımlar.....	41
Tablo 4.3 TİP1 için Enerji Kazanımı ve Ekonomik Tasarrufu	42
Tablo 4.4 TİP2 için Enerji Kazanımı ve Ekonomik Tasarrufu	42
Tablo 4.5 TİP1 için Ekonomik Kazanç Tablosu.....	43
Tablo 4.6 TİP2 için Ekonomik Kazanç Tablosu.....	44

Tekstil Endüstrisi Kaynaklı Atık Masuraların Geri Dönüşüm İle Döngüsel Ekonomiye Kazandırılması

Gökben SARAÇ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Güleda ENGİN

Ülke ekonomimizin ticari anlamda can damarlarından biri olan tekstil sektöründe kullanılan kağıt masuraların yeniden kullanılarak geri kazanımını hedef alan bu tezin çıktılarının ülkemizin bir diğer önemli sektörü olan kağıt sektörüne oldukça ciddi katkıları olması hedeflenmiştir. Bu iki önemli sektörün kesişim noktalarından biri olan kağıt masuraların kaynağında ayrı toplanması, sıfır atık kapsamında fiziksel işlemler uygulandıktan sonra aynı işlevinde tekrar kullanılabilirliğini ölçmek ve böylece geri kazanımını sağlamak amacı ile bu tez fikri ortaya çıkmıştır. Iskartaya çıkan masuraların oldukça sert olmaları ve hacimce büyük alanlar kaplamaları nedeniyle bertarafında sıkıntılar yaşanmaktadır. Geri kazanılmış masuraların (GKM) maliyeti yeni masuraların maliyetine göre yaklaşık dört (4) kat düşüktür. Ayrıca, üretilen yeni masuraların yüzeyinde kullanılan silikonlu parşömen kağıdın ve selülozun ülkemizde üretilmemesi ve ithal edilmesi sebebi ile maliyetin yaklaşık yüzde ellisi yurtdışına gitmekte ve dolayısıyla milli ekonomimizde ciddi zararlar oluşmaktadır. Bu amaçla, pilot ölçekli bir tesiste 3 ay boyunca gerçekleştirilen masura dönüşüm miktarının çevreye ve ekonomiye katkısı incelenmiştir. Söz konusu geri kazanımın çevresel boyutu, enerji ve su

tasarrufu, ağaç kesilmesinin önlenmesine bağlı oksijen kazanımı, depo alanı tasarrufu ve sera gazı miktarı önleme miktarı hesaplamalarıyla ortaya konmuştur.

Tez çalışması kapsamında kağıt masuralar yeniden kullanıma hazırlama işlemi ile atık sınıfından çıkarılıp ürün sınıfına alınmıştır. Geri Kazanılmış Masura (GKM) tez çalışması kapsamında 13 haftada Sıfır Atık bilinci ile 270bin adet masura işlenmesi ile 32,5 ton kağıt masura kaynağında ayrı toplatılmıştır. Tekstil firmalarına %80'lik bir verim oranı ile 26 ton GKM sağlanmış ve kağıt yeniden kullanılmıştır. 6,5 ton ıskarta kağıt ve kağıt etiket geri dönüşüm tesislerine iletilmiştir. Masura üzerinden sıyrılan ip(deşe) ip geri kazanım tesislerine iletilmiştir. Çeyrek yıllık GKM tedariki toplamda 32,5 ton kağıt geri kazanımı sağlamıştır. Bu miktar 550 adet ağacın kurtarılması gibi çok değerli bir sonuç elde etmemize neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sıfır atık, yeniden kullanım, döngüsel ekonomi, kağıt atık, biyo-ekonomi

Bringing The Waste Bobbins from Textile Industry Into Circular Economy via Recycling

Gökben SARAÇ

Department of Environmental Engineering

Master of Environmental Engineering Thesis

Advisor: Prof. Dr. Güleda ENGİN

The aim of this thesis is to recycle the paper bobbins used in the textile sector, known as one of the lifeblood of the economy of our country and simultaneously make significant contributions to the paper sector which is another important sector of the country. The idea of this thesis has emerged to separately collect the paper bobbins, which are one of the intersection points of these two important sectors, from the source and to measure the reusability of the bobbins in the same function after the application of physical processes within the scope of zero waste. Waste paper bobbins are very hard and cover large areas making their disposal difficult and problematic. The cost of recovered bobbins is approximately four (4) times lower than the cost of new bobbins. Furthermore, due to the fact that the silicon parchment paper and the cellulose used on the surface of the new paper bobbins are not produced in our country and need to be imported and, therefore, about fifty percent (50%) of the cost goes abroad and thus serious damages occur in our national economy. For this purpose, 3 months pilot scale study was performed to examine the contribution of the amount of paper bobbins recovery to the environment and circular economy. The environmental dimension of the aforementioned recovery was determined by energy and water savings, oxygen

recovery due to tree cutting, storage area savings and greenhouse gas amount prevention calculations.

Within the scope of the thesis, paper bobbins were removed from the waste class by the re-use process and taken into the product class. Recycled bobbins (GKM) were collected separately from 32.5 tons of paper bobbins welding process by processing 270 thousand bobbins with Zero Waste awareness in 13 weeks within the scope of the thesis study. 26 tons of recycled bobbins were provided to textile companies with a yield rate of 80% and the paper was reused. 6.5 tons of scrap paper and paper labels were sent to the recycling facilities. The thread stripped over the bobbins was transferred to the thread recovery facilities. The quarterly recycled bobbin supply covered a total of 32.5 tons of paper. This amount has resulted in a very valuable consequence of saving 550 trees.

Keywords: Zero waste, reuse, circular economy, paper waste, bio-economy

Ülkemizde orman ürünleri, kağıt üretimi ve kağıt geri kazanımında doğru stratejiler belirlenemediğinden kağıt geri kazanımında istenilen seviyelere ulaşamamıştır. Bu problem kağıt hammaddesi olan selüloz yönünden de zayıf kalmamıza sebep olmuş ve kağıt geri kazanımını daha önemli hale getirmiştir. Ülkemizde yeni başlatılan “Sıfır Atık” projesi ile yeni bir bilinç oluşturulmaya başlanmıştır.

1.1 Literatür Özeti

İstanbul’a ait verilerden yola çıkılarak genel atığın %13’lük miktarını kağıdın oluşturduğu bilinmektedir (Kemirtlek, 2017). Bu değer kağıdın kaynağında ayrı toplanmadığını göstermektedir. Bununla birlikte Çevre ve Orman Bakanlığı Katı Atık Ana Planı projesi 2006 verilerine göre Türkiye’deki katı atık kompozisyonu içindeki kağıt dağılımı %11’dir.

2018 yılı verilerine göre İstanbul’da her gün oluşan evsel atık 19.500 tondur (İSTAÇ, 2018). Bu veriler günlük 2535 ton, yıllık 1 milyon ton dönüşebilen atık kağıdın depo sahalarında bertaraf edildiğini işaret etmektedir. İstanbul’da üretilen atıkların karakterizasyonunu baz alarak yapılan hesaplamada ise TÜİK 2016 verilerine göre evsel atık miktarının Türkiye genelinde yıllık 32 milyon ton olduğu ve bunun 4 milyon tonunun dönüştürülebilir atık kağıt olduğu görülmektedir (TÜİK, 2018). Bu rakamlar bize 2 milyar ₺ değerindeki kağıdın her yıl toprak altına verildiğini göstermektedir. Buna düzenli depolama maliyeti eklendiğinde maliyetin katlanacağı da aşıkardır (Tatoutchoup, 2016). Ayrıca kullanılmış kağıtların geri kazanılması ile ilgili yapılacak uygulamalar yeni iş kolları oluşturmaktadır.

Ülkemizde üretilen atık kağıdın kaynağında ayrı toplanarak elde edilecek kazanımlar döngüsel ekonomi açısından oldukça önemlidir. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ve Sıfır Atık Yönetmeliğine göre malzeme bazlı geri dönüşüm oranının(yeniden kullanıma hazırlama dahil) %54’den %60’lara çıkarılması

hedeflenmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Bu geri kazanım sağlandığında yıllık 1 milyon ton atık kağıt ithalatına gerek kalmaması önemli bir ekonomik katkı olacaktır.

Sıfır Atık projesi kapsamında 12 Temmuz 2019 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanan Sıfır Atık Yönetmeliği’nde belirtilen puanlama sistemi Sıfır Atık belgelerinin 3 kademeli olacağını göstermektedir. ÇED Yönetmeliği Ek-2 listesindeki Sanayi Tesisleri kapsamına giren tekstil tesisleri 31 Aralık 2021 tarihine kadar bu sisteme geçiş yapmakla yükümlüdür (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Özendirici olması beklenen bu sistemin, GKM kullanıcılarına ve atık üreticilerine yüksek puan getireceği öngörülmektedir.

Dünyada uygulanan 4R olarak bilinen atık hiyerarşisine göre sırasıyla atık azaltma (reduce), yeniden kullanım (reuse), geri dönüşüm (recycling) ve geri kazanım (recovery) sistemi ülkemizde var olan uygulamaya Sıfır Atık projesi ile birlikte bir yaptırım olarak hız ve önem kazandırılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanı Murat Kurum’un açıklamasına göre plastik poşet kullanımı 3 ay gibi kısa sürede %70 azalmıştır. Ülkemizde öncelikle bu bilincin oluşması ve ardından atık hiyerarşisine uygun atık yönetimi yapılması planlanmaktadır.

Kağıt geri kazanımının çevresel kazanımları ile ilgili yapılan araştırmada 1 ton kullanılmış kağıt çöpe atılmayıp geri kazanıldığı ve kağıt üretiminde tekrar kullanıldığı zaman; 17 adet yetişmiş çam ağacının kesilmesi, 36 ton sera gazı CO₂ atmosfere atılması, 4100 kWh elektrik enerjisinin israf edilmesi, 267 kg kirletici gazın atmosfere atılması, 1750 litre fuel-oilin israf edilmesi, 3-4 m³ depolama alanı tasarruf edilmesi, 85 m² ormanlık alanın tahrip edilmesi, 38,8 ton suyun israf edilmesi önlendiği belirtilmiştir (Öztürk, 2005).

1 ton kağıdın geri kazanılması ile 3-4 m³ çöp depolama alanı korunmaktadır bu nedenle çöp depo sahalarının kullanım ömrü uzamaktadır. Bunun yanı sıra depo sahaları artık terkedilmektedir. Ne yazık ki İstanbul’da çöp depolama alanına giden katı atık miktarının %7.5-8.5’u kuru bazda kağıttır. Bu kağıdın yaklaşık olarak yarısı geri kazanılırsa İstanbul’daki çöp depolama alanlarının ömrü %7.5-10.7 arasında uzar bunun yanı sıra taşıma ve bertaraf kaynaklı ekonomik tasarruf edilir (Öztürk, 2005).

1.2 Tezin Amacı

Geri kazanım, geri dönüşüm ve yeniden kullanım bilindiği üzere atıkların tekrar kullanılabilir hale getirilmesi ile alakalı üç önemli terimdir. Bu üç terim anlamca birbiri içine geçmiş olmakla birlikte temelde atıkların tekrar ekonomiye kazandırılmaları için doğru stratejiler belirlemek ve sürdürebilir bir hayat oluşturmak için kullanılmaktadır. Geri kazanım anlam bakımından daha geniş bir kavramdır ve geri dönüşüm ile birlikte yeniden kullanımı kapsamaktadır. Atık hiyerarşisinde önceliğin yeniden kullanıma verilmesi bu tezin oluşmasının en temel sebebidir. Bilindiği üzere bir ürünün tasarımından itibaren yeniden kullanılabilirliğini hedef alan Döngüsel Ekonomi ve Biyo-Ekonomi zamanımızın en vurucu kararı ve uygulamasıdır. Ancak kağıt sektörü bu konuda henüz hak ettiği değeri görememiştir. Halkın bilinçlenmesi ile tasarruflu kullanımı ardından kaynağında ayrı toplanması ve yeniden kullanılması kağıdın değerini ön plana çıkarmanın başlıca göstergesi olacaktır.

Ülkemizde ekonomik olarak lokomotif görevi gören ithalat konusunda oldukça başarılı olduğumuz, üretim miktarlarının oldukça yüksek olduğu tekstil sektörüne yapılabilecek en ufak katkı ülkemize ekonomik bir kazanç olacaktır. Hem ekonomik açıdan hem de ürettiği atık bakımından döngüsel ekonomi içinde yer alması gereken tekstil sektörü yeniden kullanım ve dönüşüm fikrini benimsediği sosyal yardım çalışmalarında belirtilmektedir (Sandin ve Peters, 2018). Dolayısıyla bu çalışmanın ana amacı tekstil sektörü atıkları içinde önemli bir yer tutan kağıt masurayı atık olarak isimlendirilmeden yeniden kullanıma hazırlayarak geri kazanılmasını sağlamak ve hem tekstil sektörünü döngüsel ekonomi içine çekecek cazip şartlar oluşturmak, hem de ülkemizde başlatılmış olan Sıfır Atık Projesine katkıda bulunmaktır.

1.3 Hipotez

Kağıdın yeniden kullanımı ile atık hiyerarşisinde bir kademe yukarıya çıkarılabileceği bilinmektedir. Bu kapsamda ele alınabilecek tekstil endüstrisinde kullanılan kağıt masuraların biyo-ekonomiye ve döngüsel ekonomiye katkı sağlama potansiyelinin ortaya konması bu tezin hipotezini oluşturmaktadır.

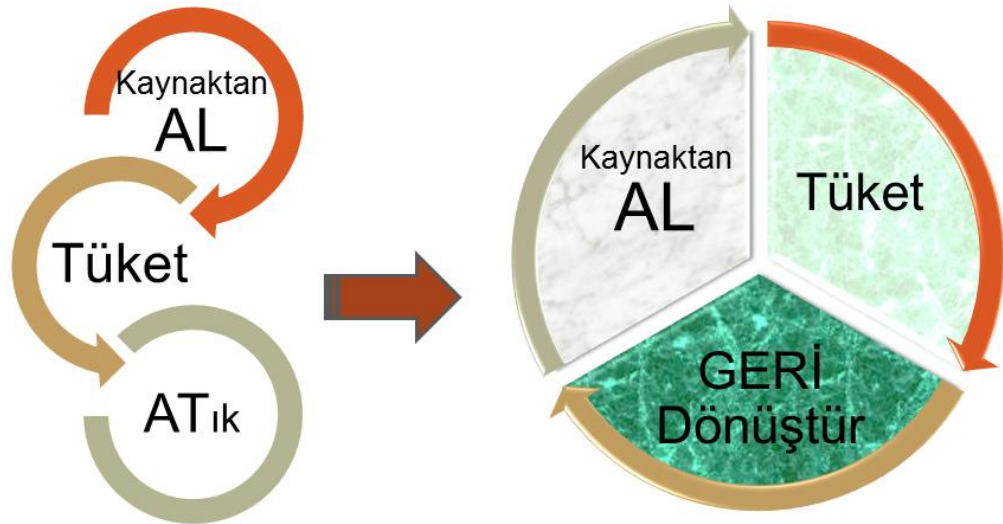


Geri Kazanım ve Döngüsel Ekonomi

Tüketim üzerine kurulu ekonominin sonucu, tüketim sonrası oluşan atıkların tahmin edilemeyecek miktarlarda olması ve atıkların çevresel zararlı etki oluşturması sonrası dünyada bir çözüm arayışına gidilmiştir.

2.1 Geri Kazanım ve Döngüsel Ekonominin Dünyadaki Yeri

Lineer şekilde işleyen Şekil 2.1’de gösterilen kaynaktan al, tüket ve atık bertaraf et şeklindeki ekonomi terk edilmeye başlanmıştır. Lineer ekonomi yerine tasarımından itibaren döngüsel sürece katılabilecek şekilde tasarlanan bir yapı oluşturularak döngüsel ekonomiye geçiş yapılmaya başlanmıştır. Günümüzde toplumlar tam olarak bu geçiş arasında kalmış ve düşünce yapısını değiştirmekle başlayan bir dönüşüme girmiştir. Çöp kavramını terk etmekle başlayan bu atık felsefesi çeşitli yaptırımları olsa da gönüllülüğe dayanmaktadır.



Şekil 2.1 Lineer Ekonomiden Döngüsel Ekonomiye Geçiş

Döngüsel ekonomide ürünler sırasıyla yeniden kullanılabilirlik, geri dönüştürülebilirlik ve en son tercih olarak enerji kazanılabilirlik fikri ile tasarlanmaktadır. Dünyada uygulanan 4R olarak bilinen atık hiyerarşisine göre sırasıyla atık azaltma (reduce), yeniden kullanım (reuse), geri dönüşüm (recycling) ve geri kazanım (recovery) sistemidir. Bu sistemin işleyemediği durumda atık nihai bertaraf olan düzenli depolamaya gönderilir. AB mevzuatlarında hedef düzenli depolama bertaraf yöntemini terk etmektir. Yanı sıra AB direktiflerince atığın enerji kazanımı bir geri dönüşüm olarak kabul edilmemektedir. Yine AB'nin plastiklerle ilgili stratejisi Şekil 2.2'de verilmiştir (Arıkan, Erişim Tarihi: 03.05.2019).



Şekil 2.2 AB Döngüsel Plastik Ekonomi Vizyonu (Arıkan, Erişim tarihi: 03.05.2019)

*2025 yılında 10 milyon ton geri dönüştürülmüş plastik kullanımına yönelik bir hedef de ayrıca belirlenmiştir.

Plastik ürün sanayinin de tehlikeli atıklar oluşturduğu bilinmektedir (Öncel, 2017). Bu nedenle plastik hammaddesi vazgeçilmesi gereken hammaddelerin başında gelmektedir. Dünyadaki hızlı ekonomik gelişme ve şehirleşme beraberinde atık

artışını getirmekte ve 2030 yılında nüfusun %60'ının 2050 yılında ise nüfusun %70'inin şehirlerde yerleşeceği tahmin edilmektedir (WHO, 2016). Nüfus artışı ve şehirleşme atık miktarlarında artış anlamına gelmektedir. Hâlihazırda dünya oldukça büyük bir değişime gitmektedir. Atık oluşumunu önleyen ve azaltan atık yönetim planları devreye sokulmaktadır (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017). Atık üretmemek için yeni tasarımlara gidilirken, elinde oluşmuş atığı en verimli şekilde yönetmek, gelecek nesillere yeni bir bilinç oluşturmak 21. YY insanının en temel ödevini oluşturmaktadır (Lüy, 2007).

2.2 Türkiye’de Geri Kazanım ve Sıfır Atık Projesi

Türk halkı geleneklerinde tasarruf olan ve atık ürünleri yeniden kullanabilecek pratik zekâya sahip bir yapıdadır. Bu yapı sayesinde Türkiye’de tasarruf bilincindeki aksaklıklar kolayca giderilebilir. Bu sebeple tasarruf etmenin, israf etmemenin güzelliği ve insani görevini yapmış olmanın verdiği huzur ülke çapında hızlıca benimsenmiştir.

Ülkemizde Sayın Emine ERDOĞAN’ın öncülüğünü yaptığı ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığının yürüttüğü Sıfır Atık projesi ülke çapında yaygın bir etki yaratmıştır. Ambalaj Atığı Kontrolü Yönetmeliği’nin yanı sıra 12 Temmuz 2019 tarihinde Sıfır Atık Yönetmeliği yürürlüğe girmiş ve bu iki yönetmelik atıkların doğru stratejilerle ile yönetilmesinin zeminini oluşturmuştur. Sıfır Atık projesi kapsamında başlatılan plastik poşetlerin ücretli olması sonrasında Çevre ve Şehircilik Bakanı Murat Kurum’un açıklamasına göre plastik poşet kullanımı 3 ay gibi kısa sürede %70 azalmıştır.

Gönüllülük esasına dayanan atık yönetimi yaptırımlar ile denetlendiğinde hedeflenen sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır. Ülkemiz insanının tasarruf bilinci avantaj olmasına rağmen, eğitimle desteklenmesi atıkların azaltılması, kaynağında ayrı toplanması, yeniden kullanılması, geri dönüşümü ve geri kazanımı sistemini doğru uygulanabilmesini sağlayacaktır.

2.3 Atık Yönetimi

Zamanımızın en büyük tehlikesi bilinçsiz tüketimdir. Bu durum fark etmek istemediğimiz bir hastalık gibi yayılmakta ve herhangi bir önlem alınmamaktadır.

Atık yönetimi artan ve önlenemeyen atık miktarları için çok önemli bir kavramdır. Atığın iyi yönetilmesi için yapay zeka temelli modellerin kullanıldığı bilinmektedir (Yetilmezsoy, 2011). Ancak yaygın bir uygulamaya geçilmemiştir. İnsanın ihtiyaçları doğrultusunda üretilen ürün sayısı ve endüstriyel üretim, kullanım ve imha süreci boyunca bir ürün için oluşan atıkların miktarı artmaktadır. Bu durumda bir ürün için oluşan atık miktarının büyük bir kısmının tüketiciye ulaşana kadar oluştuğu söylenebilir. Toplumun tüketirken oluşacak atık miktarını algılaması bu sebeple zor olacaktır. Toplumun bu konuda bilinçlenmesi oldukça önemlidir. Katı atık incelemesi yapılırken mutlaka toplumun psikolojik ve sosyo-ekonomik durumu göz önüne alınmalıdır. Toplumların ilerlemesi ve gelişmişlik düzeyinin artması dünyada üretimi ve tüketimi arttırmıştır. Artan nüfusun ve kültürel etkileşimin etkisi ile tüketim toplumları oluşmuş ve ihtiyaç için üretimin yanı sıra, ihtiyaç olmayanın üretildiği ve çok iyi pazarlandığı dünya da atık üreten bir makineye dönüşmüştür. Üretilen belediye atık miktarı AB Üye Devletleri'nde önemli ölçüde değişmiştir. Kişi başı yıllık 261 kg ile Romanya en düşük atık miktarını üretirken, bunu Polonya (kişi başına 307 kg), Çek Cumhuriyeti (kişi başına 339 kg) ve Slovakya (kişi başına 348 kg) takip etti. En yüksek atık üretim sıralamasında, Danimarka (kişi başına 777 kg), 2016'da Malta'nın (kişi başına 647 kg), Kıbrıs'ın (kişi başına 640 kg), Almanya'nın (kişi başına 626 kg) ve Lüksemburg (kişi başı 614 kg) en yüksek miktarda atık üretilmiştir (EUROSTAT, 2016). Gelişmiş toplumlarda kişi başı günlük üretilen katı atık miktarı 1,5-2 kg mertebelerine ulaşmış durumda iken ülkemizde bu değer 1,17 kg/gün civarındadır (TUİK, 2016). Türkiye'de 2016 yılında toplanan belediye atık miktarı 31.583.553 ton olarak belirlenmiştir (TUİK, 2016). Oluşan atık toplumun tüketimi ile orantılı olduğundan atığın üretiminde, tüketim toplumu olmanın ve gelişmişlik seviyesinin artması ana nedenler olarak gösterilmektedir. Tüketim toplumu olmanın ve gelişmişlik seviyesinin artmasının en büyük çevresel sonucu oluşan atığın büyük miktarlara ulaşmasıdır. Dünyada oluşan atık miktarını 7.6 milyarlık bir nüfus ve kişi başı günlük ortalama 1 kg atık üretimini baz alarak hesapladığımızda 2750 Mt/yıl atık miktarına ulaşılır. Bu dezavantajın avantaja çevrilerek bir hammadde olarak değerlendirilmesi gereklidir. Çevresel görünen bu sorunun aslında ekonomiye dayandığını görmek gerekir. Günümüzde sıkça kullanılan, döngüsel

iktisat; endüstriyel iktisatta üretim, kullanım ve imha süreci yerine, dönüşümü ve yeniden dönüşümü esas almayı ifade eden endüstriyel bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır. Döngüsel iktisatta kârlılık; kaynakların mümkün olduğu kadar geri dönüşümden kazanılması ve atıkların mümkün olduğu kadar yeni kaynaklara dönüşebilmesiyle ölçülür.

2.3.1 Geri Kazanılabilen Maddeler

Geri kazanılabilen maddeler demir, çelik, bakır, alüminyum, kurşun, piller, kağıt, plastik, kauçuk, cam, motor yağları, atık yağlar, akümülatörler, araç lastikleri, beton, röntgen filmleri, elektronik atıklar, tekstil atıkları, organik atıklar olarak sıralanabilir.

Geri dönüşümde amaçlanan kaynakların lüzumsuz kullanılmasının önlenmesi ve atıkların kaynağında ayrıştırılması ile birlikte atık miktarının azaltılmasıdır. Demir, çelik, bakır, kurşun, kağıt, plastik, kauçuk, cam, elektronik atıklar gibi maddelerin geri dönüşüm ve tekrar kullanılması, tabii kaynakların tükenmesini önleyecektir. Bu durum; ülkelerin ihtiyaçlarını karşılayabilmek için ithal edilen hurda malzemeye ödenen döviz miktarını da azaltacak, kullanılan enerjiden büyük ölçüde tasarruf sağlanmış olacaktır (PAGÇEV, Erişim Tarihi: 11.05.2019).

AGED'in 2018 yılında 4 il için yaptığı katı atık depolama alanlarındaki katı atık karakterizasyon çalışması sonucu yaptığı Türkiye geneli değerlendirmeleri oldukça değerlidir. Araştırmaya göre Türkiye geneli 2018 yılı geri dönüşebilir atıkların miktarı 34 milyon tondur. Yaklaşık 2,5 milyon tonu kağıt-karton oluşturmaktadır. Hurda geri dönüşümlü malzemenin piyasa fiyatları ile yapılan hesaplamada geri kazanılabilir ancak gömülen atıkların yaklaşık değeri 6,5 milyar ₺'dir. Bunun 2,5 milyar ₺'si kağıt-karton kaynaklıdır (AGED, 2018).

Plastik, cam, metal ve tekstil gibi atıklarının yeniden kullanımı mevcutken kağıdın neme, ısıya, su temasına dayanıklı olmaması kağıdın geri kazanım yöntemi olarak kağıt hamuruna dönüştürülmesinden başka çare bırakmamaktadır. Döngüsel ekonomi kapsamında ambalaj atıkları geri dönüştürülebilir olarak tasarlanmaktadır. Ancak önceliği yeniden kullanımına veren uygulamalardan biri depozito sistemidir. Bununla birlikte yönetmeliklerde yeniden kullanıma uygun

malzemelerin/ürünlerin kaynağında ayrı toplanmasına öncelik verilmesine tek tip toplanmasına yönelik bir madde bulunmamaktadır.

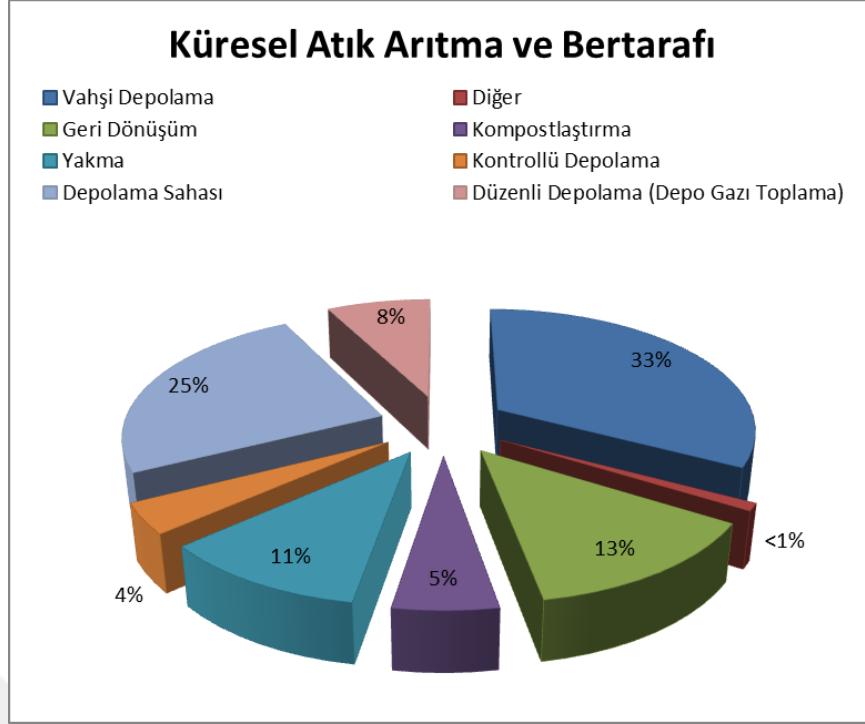
2.3.2 Geri Kazanım Yöntemleri

Geri kazanım, geri dönüşüm ve yeniden kullanım bilindiği üzere atıkların tekrar kullanılabilir hale getirilmesi ile alakalı üç önemli terimdir. Bu üç terim anlamca birbirini içine geçmiş ancak temelde atıkların tekrar ekonomiye kazandırılmaları için doğru stratejiler belirlemek için kullanılmaktadır. Şekil 2.3’de verilen Atık Hiyerarşisinin doğru uygulanması ve sistemin doğru işlemesi kaynağında ayırmaya bağlıdır (Ercan, 2015). Genel anlamda geri kazanım yapabilmenin en temel yolu atıkların kaynağında ayrı toplanmasına bağlıdır. Karışık halde toplanan atıkların sonrasında ayrılması geri dönüşüme uygunluğu etkileyeceğinden geri kazanım verimini düşürmektedir.



Şekil 2.3 Atık Hiyerarşisi

Dünyada katı atık bertarafından genel olarak bahsetmek mümkündür ancak yönetim planı yapmak için yeterli olmayacaktır. Çünkü kişi başı üretilen atık miktarı ülkelerin gelişmişlik seviyesine göre değişmektedir, bununla beraber bertaraf yöntemleri o ülkenin iklim ve toprak gibi coğrafi özelliklerinin yanı sıra gelişmişlik seviyeleri ile de değişiklik göstermektedir. Dünyada üretilen katı atığın bertaraf yönetimleri Şekil 2.4’de verilmiştir (Kaza, 2016). Dünyada istenmeyen bir yöntem olan vahşi depolama geri dönüşümün yaklaşık üç katı kadar bertaraf yöntemi olarak kullanılmaktadır.



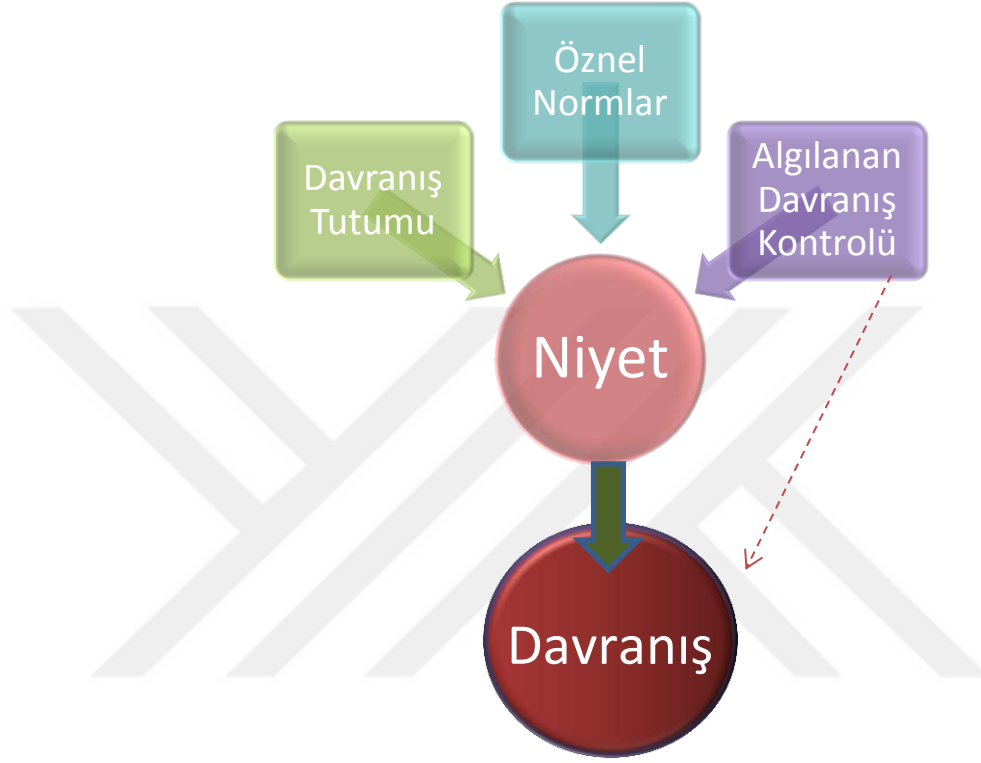
Şekil 2.4 Atık Bertaraf Şekillerinin Yüzdelik Dağılımı (Kaza, 2016)

2.3.3 Sosyo-Ekonomik Etki

Araştırmacılar tarafından bireyin davranışının yalnızca bir temele dayanmadığına işaret ederek geliştirilen ve bireyin sosyo-ekonomik etki altında davranış oluşturduğunu ifade eden modeller araştırılmıştır. Bu modeller arasında oluşturulan en dikkat çekici teorilerden biri Planlı Davranış Teorisi (TPB)'dir.

Araştırmacılar tarafından yaygın olarak kabul edilen teorilerden biri olan ve sosyoloji, psikoloji, eğitim ve pazarlama gibi birçok alanda davranışı açıklamak amacıyla geliştirilen Planlı Davranış Teorisi davranışsal modellerin en kapsamlısıdır ve davranışı en az değişken içeren tanımla ifade eder (Arı, 2016). TPB, tutumlar dahil olmak üzere üç faktörün davranışı etkilediğini öne sürmektedir. Davranış tutumu (kişisel tutum ve bireysel davranış), öznel normlar (önemli başkalarının etkisi; algılanan sosyal baskı) ve algılanan davranış kontrolüdür (Ajzen, 1991). Bireylerin tutumları, her zaman bireyin inançları ile niyetleri arasında bir köprü oluşturacak şekilde modellenmiştir. Bireyin belli bir davranışa ilişkin tutumu, bireyin bu davranışı gerçekleştirme niyeti, bu fiili davranışta etkilidir. Öznel normlar veya sosyal baskı, kişilerin algılanan

beklentilerinin veya baskı, bireye yakın veya önemli kişilere (arkadaş, komşular gibi, kişi veya grupların algılanan beklentileri etkiler) ve bireyin bunları yerine getirme istekliliği beklentileridir (Ajzen, 1980). TPB, faktörleri geri dönüşüm davranışını etkileyen sistematik olarak belirleyen bir çerçeve sunar. Planlı Davranış modeli teorisi Şekil 2.5'de gösterilmiştir (Ajzen, 1991).



Şekil 2.5 Planlı Davranış Modeli Teorisi (Ajzen, 1991)

Planlı Davranış Modeli göz önüne alınarak, halkın bu konuda yaptırım olmadan çevre bilinci ile hareket etmesi için bu konudaki hassasiyetin artması ve davranışı etkileyen faktörlere etki edilmesi gerekmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti, katı atık konusunda özel çalışmalar yürütmektedir. Nüfusa bağlı olarak yıllık katı atık miktarı 1980’li yıllarda 179 Mton’a ulaşmış durumdadır (Ma vd., 2017). Yürütülen bu çalışmada katı atığın ayrı toplanmasında halk davranışının “Planlı Davranış Teorisi (TPB)” modeline uygun oluşu tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmada kişinin tutumunu yaşı, cinsiyeti, eğitim durumu, gelir seviyesi, ev büyüklüğü gibi sosyo-ekonomik durumlarının tamamının etkilediği ancak ağırlıkça en önemli parametrenin kişinin eğitim durumu olduğu tespit edilmiştir (Ma vd., 2018). Ülkemizde yürütülen Sıfır Atık projesi kapsamında katı atıkların kaynağında ayrı

toplanması oldukça önem kazandı. Ülkemiz için oldukça önemli olan bu çalışma kapsamında ciddiyle ele alınmış ve yaptırımlar sonucunda ilk başarılarını 3 ay gibi kısa bir sürede %70 oranında poşet kullanımında azalma ile göstermeye başlamıştır (ÇŞB, 2019). Ancak TBP modelinde eğitim parametresinin en önemli davranışı etkileyen parametre olduğu gerçeği ile atık konusunda önceliğin eğitime verilmesi gerekmektedir.

2.4 Yeniden Kullanım İçin Verilen Teşvikler ve İlgili Mevzuatlar

2.4.1 Atık Yönetimi Yönetmeliği (2 Nisan 2015)

Atık Yönetimi Yönetmeliğinin 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (öö) bendinde tanımlanan, yeniden kullanım: ürünlerin ya da atık olmayan bileşenlerin tasarlandığı şekilde aynı amaçla kullanıldığı herhangi bir işlemi,

Atık Yönetimi Yönetmeliğinin 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (pp) bendinde tanımlanan, yeniden kullanıma hazırlama: atık olan ürün veya ürün bileşenlerinin başka ön işleme tabi olmasına gerek kalmadan temizleme, onarım ya da kontrol işlemleri ile tasarlandığı şekle getirilmesini ifade eder.

2.4.2 Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (27 Aralık 2017)

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinin 1 inci maddesinin birinci fıkrasının (b) bendinde “Ambalaj atıklarının oluşumunun önlenmesi, önlenemeyen ambalaj atıklarının yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım yöntemleri kullanılarak bertaraf edilecek miktarının azaltılmasına, yönelik prensip, politika ve programlar ile hukuki, idari ve teknik esasların belirlenmesidir.” ifadesi yer almaktadır.

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinin 9 uncu maddesinin birinci fıkrasının (c) bendinde ambalaj üreticilerini ambalajı yeniden kullanıma uygun olarak piyasaya sunmakla ve 11 inci maddesinin birinci fıkrasının (b) bendinde piyasaya sürenleri ürünlerin ambalajlanması sırasında yeniden kullanıma uygun ambalajları tercih etmekle yükümlü kılmıştır.

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği Malzeme bazlı geri dönüşüm/geri kazanım hedefleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Yine aynı yönetmelikte hedeflenen geri kazanım/geri dönüşüm oranları verilmiştir (Tablo 2.2).

Tablo 2.1 Geri Kazanım/Geri Dönüşüm Hedefleri (ÇŞB, 2017)

Yıllar	Toplam Geri Kazanım Oranı(%)	Toplam Geri Dönüşüm Oranı(%)
2018	56	54
2019	58	54
2020 ve sonraki yıllar	60	55

Tablo 2.2 Malzeme Bazlı Geri Dönüşüm Hedefleri (%) (Yeniden Kullanıma Hazırlama Dahil) (ÇŞB, 2017)

Yıllar	Cam	Plastik	Metal	Kağıt/Karton	Ahşap
2018	54	54	54	54	11
2019	54	54	54	54	13
2020 ve sonraki yıllar	60	55	55	60	15

2.4.3 Sıfır Atık Yönetmeliği (12 Temmuz 2019)

Sıfır Atık projesinin uygulanmasına uygun ortam hazırlayıp özendirici olmasını sağlayan bu yönetmelik sisteme kademeli olarak geçilmesini 2022 yılı sonunda kamu kuruluşları, hizmet sektörü ve sanayi kuruluşlarının tamamının yükümlülüklerini yerine getirmesini kapsamaktadır. Geçiş takvimi Tablo 2.3 ve Tablo 2.4’de verilmiştir.

Tablo 2.3 Mahalli İdareler için Uygulama Takvimi (ÇŞB, 2019)

Grup	Sıfır Atık Yönetim Sistemine Geçmesi Gerekenler	Sisteme Geçişlerin Tamamlanması için Son Tarih
1	Büyükşehir İlçe Belediyeleri 250.000 Nüfus ve üzeri	31 Aralık 2020
2	Büyükşehir İlçe Belediyeleri 250.000 Nüfus ve altı	31 Aralık 2021
	Büyükşehir Dışındaki İl, İlçe, Belde Belediyeleri İl Merkez İlçe Belediyeleri	
	Belediye Birlikleri	
3	Büyükşehir Dışındaki İl, İlçe, Belde Belediyeleri İl Merkez İlçe Belediyeleri Dışındaki Diğer Belediyeler	31 Aralık 2022
	İl Özel İdareleri Mücadir Alan Dışı	

Tablo 2.4 Bina ve Yerleşkeler için Uygulama Takvimi (ÇŞB, 2019)

Grup	Sıfır Atık Yönetim Sistemine Geçmesi Gerekenler	Sisteme Geçişlerin Tamamlanması için Son Tarih
1	- Kamu Kurum ve Kuruluşları - Organize Sanayi Bölgeleri - Havalimanları - Limanlar - İş Merkezi ve Ticari Plazalar 100 ve üzeri ofis/büro kapasiteli - Alışveriş Merkezleri 5000 metrekare ve üzeri - ÇED Yönetmeliği'nin EK-1 Listesinde Yer Alan Sanayi Tesisleri	2 Haziran 2020
2	- Eğitim Kurumları ve Yurtlar 250 ve üzeri öğrencisi bulunanlar 100 Oda ve Üstü Konaklama Kapasiteli İşletmeler - Sağlık Kuruluşları 100 yatak ve üzeri kapasiteli - Akaryakıt İstasyonları ve Dinlenme Tesisleri 300 ve Üzeri Konuta Sahip Siteler - Zincir Marketler - Alışveriş Merkezleri	31 Aralık 2020
3	1000-4999 metrekare İş Merkezi ve Ticari Plazalar	31 Aralık 2021

20-99 arası ofis/büro kapasiteli

- Tren ve Otobüs Terminalleri
- ÇED Yönetmeliği'nin EK-2 Listesinde Yer Alan Sanayi Tesisleri
- Eğitim Kurumları ve Yurtlar

50-249 arası öğrencisi bulunanlar

- 50-99 Arası Oda ve Üstü Konaklama Kapasiteli İşletmeler
- Sağlık Kuruluşları

50-99 arası yatak üzeri kapasiteli

- Alışveriş Merkezleri

1000 metrekareden az

- Eğitim Kurumları ve Yurtlar

4

50'den öğrencisi bulunanlar

31 Aralık 2022

- 50'den Az Oda ve Üstü Konaklama Kapasiteli İşletmeler
- Sağlık Kuruluşları
- 50'den az yatak üzeri kapasiteli

*Uygulama takviminde birden fazla tarih alanına giren kurum, kuruluş, işletme ve diğer noktalar, en erken takvime uygun olarak sıfır atık yönetim sistemine geçmek zorundadır.

Sıfır Atık Yönetmeliği son olarak yürürlüğe giren yönetmelik olarak yeniden kullanıma daha fazla önem vermektedir. Yeniden kullanım ifadesi burada önleme kısmında açıklanmış ve madde ya da malzemenin atık haline gelmeden alınacak tedbir olarak verilmiştir.

Sıfır Atık Yönetmeliğinin 4üncü maddesinin birinci fıkrasının (r) bendinde önleme: ürünlerin yeniden kullanılması veya kullanım ömürlerinin uzatılması ile atık miktarının azaltılması, ürün üretiminde zararlı maddelerin azaltımı ve üretilen atığın çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesine

ilişkin herhangi bir madde ya da *malzeme atık haline* gelmeden önce alınacak tedbirleri, (s) bendinde sıfır atık: üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması, yeniden kullanıma *öncelik verilmesi*, oluşan atıkların ise kaynağında ayrı biriktirilerek toplanması ve geri dönüşüm ve/veya geri kazanımının sağlanarak bertarafı gönderilecek atık miktarının azaltılması suretiyle çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen yaklaşımı, (çç) bendinde, yeniden kullanım: ürünlerin ya da atık olmayan bileşenlerin tasarlandığı şekilde aynı amaçla kullanıldığı herhangi bir işlemi ifade eder.

Sıfır Atık Yönetmeliğinin 5 üncü maddesinin birinci fıkrasının (c) bendinde ürün ve malzemelerin yeniden kullanım olanaklarının değerlendirilmesi esastır.

Ayrıca ilgili yönetmeliğin Ek4 Sıfır Atık Puanlama Kriteri olarak atık azalmada zorunlu %15 kriterini sağlayan kurum ve kuruluşlar diğer kriterler kapsamına yeniden kullanıma yönelik faaliyetlerin puan getireceği belirtilmiştir.

Son olarak Şekil 2.6'da kaynağında ayrı toplanacak olan atık için renkli biriktirme ekipmanlarının nasıl kullanılacağı belirtilmiştir.



Şekil 2.6 Atık Toplama Ekipmanları

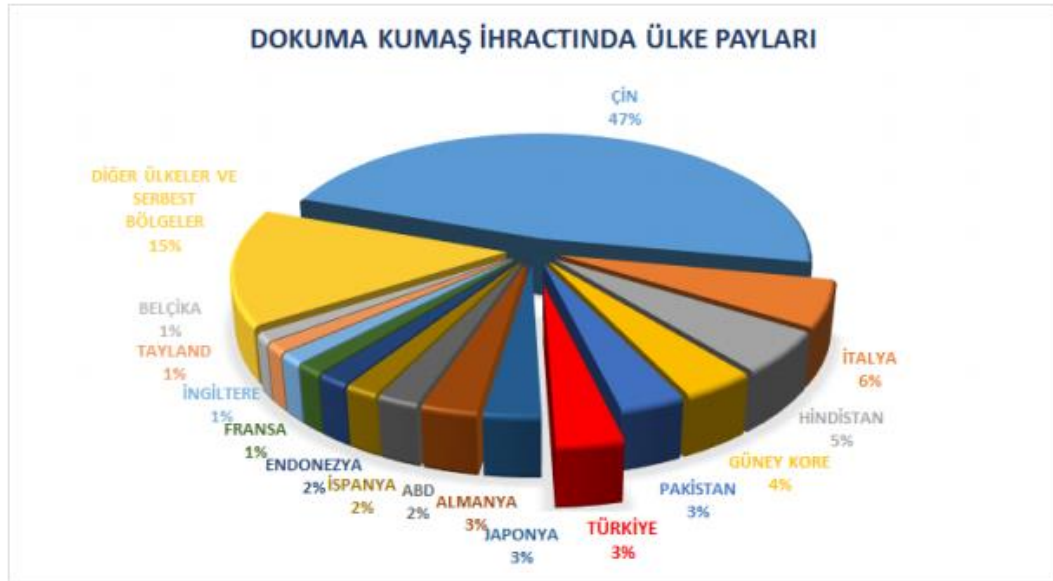
Sıfır Atık projesi atık üretici paydaşlarını teşvik etmek ve sisteme kolay adapte olmaları amacı ile puanlama sistemi geliştirmiştir. Sıfır Atık Yönetmeliğinin 17inci maddesinin ikinci fıkrasında teşvik edici puanlama sistemi açıklanmış ve gümüş, altın veya platin sıfır atık belgesi olmak üzere 3 sınıfta değerlendirilmiştir.

2.5 Tekstil Sektörü

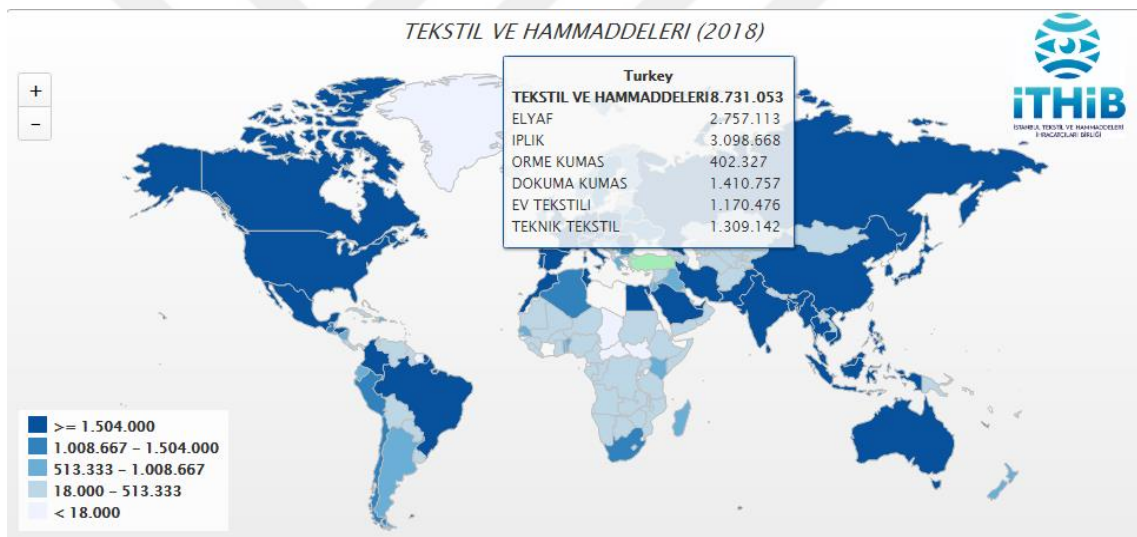
2.5.1 Tekstil Sektörüne Genel Bakış

Tekstil sektörü dünyanın yatırım ve ticaret hacmi bakımından dev niteliğinde bir sektördür. Sektör ithalat ve ihracat hacimleri sebebi ile stratejik bir öneme sahiptir. Günümüzde bu sektör üzerinden politik hamleler yapılmaktadır. Bu nedenle iyi analiz edilmesi gereken bir sektördür.

İnsanın temel ihtiyaçlarından olan sektör ülkemiz ekonomisi içinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Hammadde varlığı ve ucuz iş gücüne sahip olan ülkeler üretim konusunda küresel tekstil sektörünün öncüsü olmaktadır. Çin ve Hindistan gibi tekstil devlerinin ardından ülkemizde ihracat konusunda ilk 10'da olan ve bu konuda atılımlar yapan bir konumdadır. İTKİB sırasıyla 2016 ve 2018 raporları incelendiğinde ülkemizin başarılı olduğu ancak yüzdesini daha arttırabileceği görülmektedir (Şekil 2.7 ve Şekil 2.8) (İTKİB, 2016). Şekil 2.7'de görüldüğü üzere Çin liderliğini rakipsiz şekilde elinde tutmaktadır. Grafikler doğru incelenerek rakipler doğru belirlenmeli ve bu konuda doğru adımlar atılmalıdır. Şekil 2.8'de Türkiye'nin 2018 yılında 8.7 Milyar \$'lık tekstil ihracatı yaptığı görülmektedir. Bu kadar büyük ekonomik faydası olan sektörün gelişmesi ve döngüsel ekonomiye geçiş sürecini iyileştirmek için atılımlar yapmak rakiplerin pazar payında etkisini azaltacaktır. %6'luk pazar payı ile önümüzde olan AB ülkesi moda ve teknoloji konusunda avantajlı durumdaki İtalya bizim döngüsel ekonomi atılımlarımız ile rakip olabileceğimiz ülkelere biridir (Kuyumcu, 2009). Dünyanın lineer ekonomiyi terk edip döngüsel ekonomiye geçiş yaptığı bu dönemde ülkemiz ne kadar hızlı yeni düzene evrilirse o kadar pazar payı artacaktır. Bu tarz stratejiler milli ekonomimiz açısından oldukça değerli bir yer tutacaktır.



Şekil 2.7 Dokuma Kumaş İhracatı Ülke Payları (İTKİB, 2016)



Şekil 2.8 Tekstil ve Hammaddeleri Türkiye İhracat Miktarları (İTKİB, 2018)

2.5.2 Tekstil Endüstrisi ve Geri Dönüşüm Potansiyeli

Döngüsel ekonominin rahatlıkla uygulanabilecek bir alan olan tekstil sektörü henüz tam anlamıyla geçişini tamamlamamıştır. Üretim fazlalıkları ve atma kültürü nedeniyle çevre geri dönüşüm hareketinin tam olarak uygulanmadığı bir sektördür. Sosyo-ekonomik bir çok fayda sağlayabilecek tekstil ürünlerinin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü uygulamaları uygulamalarının ülke genelinde planlanması yapılmalıdır (Walter vd., 2019). Döngüsel ekonominin uygulanması

gereken önemli sektörlerden biri olan tekstil sektörü yeniden kullanım ve dönüşüm fikrini bazı çalışmalarla benimsemektedir (Sandin ve Peters, 2018). Yardım kuruluşlarına fayda amaçlı başlatılan bazı çalışmalarla bu çevresel yaklaşım elbette ekonomik kazanç da sağlamaktadır. Geri dönüşüm çalışması sosyo-ekonomik bir uygulama örneği olmaktadır. Tekstil sektörünün tekstil ana ürünlerindeki geri dönüşüm hassasiyetinin kullanılan yan ürünlerde de göstermesi beklenmektedir.

Ülkemizde ekonomik olarak lokomotif görevi gören ithalat konusunda oldukça başarılı olduğumuz, üretim miktarlarının oldukça yüksek olduğu tekstil sektörüne yapılabilecek en ufak katkı ülkemize ekonomik bir kazanç olacaktır. Elbette döngüsel ekonominin sürdürülebilir olması için ülke çapında atık üreten tüm sektörlerle uygulanması gerekmektedir. Ancak hem ekonomik açıdan hem de ürettiği atık bakımından döngüsel ekonomi içinde yer alması gereken tekstil sektörü yeniden kullanım ve dönüşüm fikrini benimsediği sosyal yardım çalışmalarında belirtilmektedir (Sandin ve Peters, 2018).

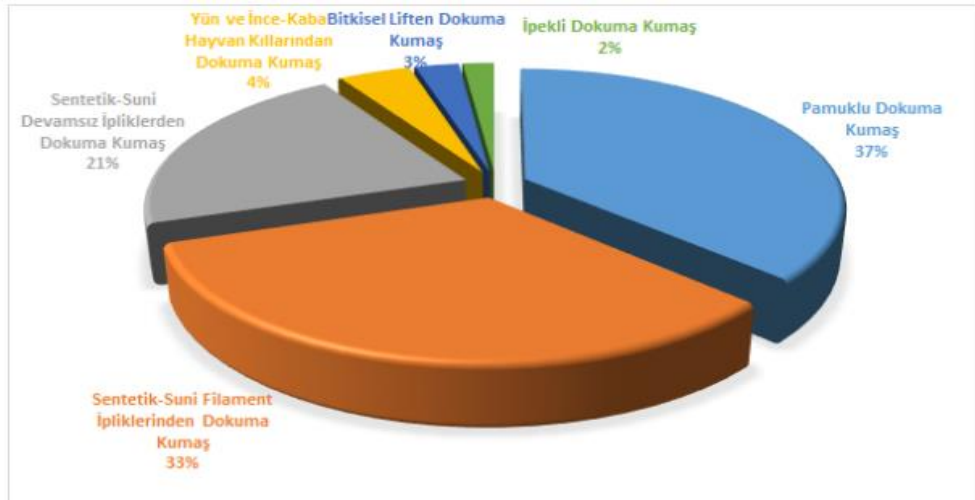
Tekstil sektörü geri dönüşüm faaliyetlerini iyileştirme ve maliyetleri azaltma amacı ile kullanmış ve polyester gibi petrokimyasallardan türetilmiş sentetik polimer elyafları üretime sokmuştur. Isıl işlemlere tabii tutularak yeniden kullanılabilen sentetik selülozik elyaf ve viskon tekstil sektöründe geri kazanımın benimsendiğini ve yaygın kullanım alanlarının olduğunu göstermektedir (Sandin ve Peters 2018). Tekstil dışı ürünlerden, polietilen tereftalat (PET) şişeleri mekanik ve ısı işlemlere tabi tutarak tekstil ürünlerine dönüştürdüğü sistemler ülkemizde de kurulmuştur. Bu yatırımlar tekstil sektörünün döngüsel ekonominin bir parçası olduğunu göstermektedir. Tekstil atığının elyafa dönüştürülmesi ile oluşan yıllık ekonomik değer yalnızca tekstil geri dönüşümündeki mekanik tesislerinden elde edilen yaklaşık 1.070.000.000-TL/yıl (1 Milyar Yetmiş Milyon TL)'dir (Altun, 2016).

2.5.3 Sentetik İplik ve Kağıt Masura Kullanımı

Tekstil sektöründe sentetik ip kullanımı plastik geri dönüşümü ile ilgili yapılan en iyi değerlendirme çalışması olmuştur. Plastiğin bu şekilde yeniden değerlendirilmesi hem geri dönüşümcülerin iş yükünü büyük oranda azaltmış,

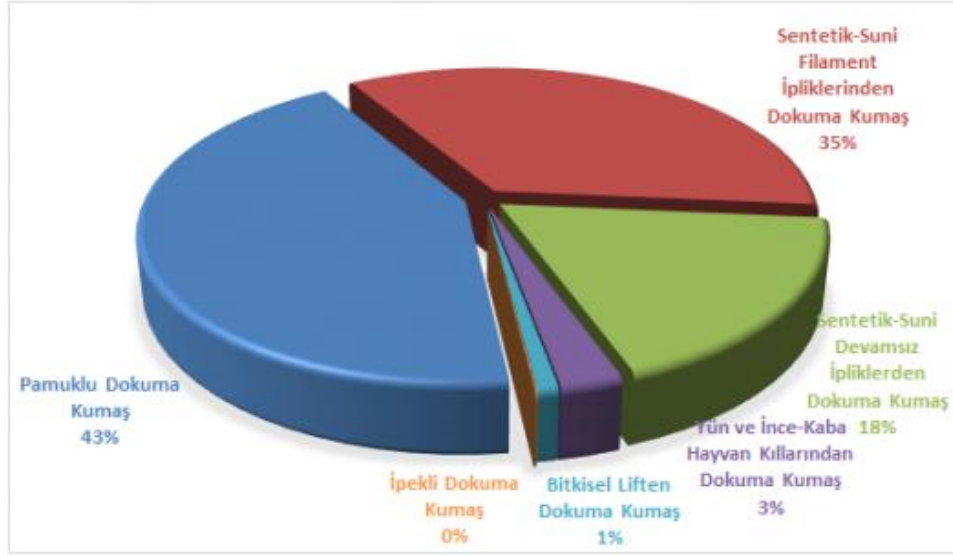
hem de geri dönüşüm algısında önemli bir değişikliğe sebep olmuş plastik atıklar "çöp" algısından kurtulmuştur. Şekil 2.9'da küresel bazda ihracatta kullanılan ürün gruplarında toplamda %54 sentetik-suni kumaş kullanıldığı belirtilmiştir (İTKİB, 2016).

Tekstil sektöründe sentetik-suni dokuma kumaş üretimi için üretilen sentetik iplik denilen fantezi iplikler kağıt masuralara sarılmaktadır. Bu tarz ürünlerin elektriklenmesi nedeni ile plastik masura kullanılamamaktadır. Bu nedenle sentetik-suni ipin vazgeçilmez ambalajı kağıt masuralardır. Ambalaj denildiğinde genelde ürünün üzerini kaplayarak, koruyan ve taşınmasını kolaylaştıran malzemeler anlaşılmaktadır. Endüstriyel ipin sarıldığı masuralar ambalaj olarak kullanılmakta ancak üzerini kaplamadığı için gözden kaçırılmaktadır.



Şekil 2.9 Küresel Bazda İhracatta Kullanılan Ürün Grupları (İTKİB, 2016)

Ülkemizde halen pamuklu dokuma kumaş ihracat lideri olmasına rağmen toplamda %53'lük bir payla sentetik-suni iplik başa baş gitmektedir (Şekil 2.10). Bu önemli sektörde yapılacak her türlü iyileştirme ve döngüsel ekonomik katkı ülkemiz için çok değerli olacaktır. Kağıt masuralar bu sektör kolunun en önemli ara komponentlerinden biridir. Üzerindeki ipin alınmasından sonra ambalaj atığı konumuna geçen masuraları değerlendirmenin en iyi yolu yeniden kullanıma hazırlanmasıdır.



Şekil 2.10 Ülkemizde İhracatta Kullanılan Ürün Grupları (İTKİB, 2016)

2.6 Kağıt Üretim Sektörü

2.6.1 Endüstriyel Kağıt Üretim Sektörüne Genel Bakış

Sanayinin gelişmesi ile birlikte kağıt sektörü yazı yazma işlevindeki kullanımından daha fazla alanda hizmet vermektedir. Kağıdın büyük miktarlarda kullanımının nihai sonucu büyük miktarlarda atık oluşmasıdır. Kaynağında ayrı toplama yöntemi ile oluşan kağıt ambalaj atıkları büyük miktarlarda geri dönüştürülebilmektedir. Kağıt geri kazanımı yöntemlerinden biri kaynağında ayrı toplanan kağıdın kağıt hamuruna dönüştürülmesidir. Ancak kağıdın geri kazanımı sırasında ek bir malzeme ilavesi olmadan bir alt kalite kağıt eldesi mümkündür (Türkay, 2007). Bu sebeple bu değer kaybının önüne geçilmesi amacı ile kağıdın yeniden kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Kağıdın kaynağında daha verimli ayrılması ile ilgili çeşitli çalışmalar yürütülmüş ve bu durumda ilgili belediye ile birlikte halkın bilinçli davranışının çok önemli bir rolü olduğu ortaya konmuştur.

Dünyada orman ürünleri stratejilerinde lider olmayı hedef edinmiş Finlandiya bu konuda mutlaka takip edilmesi gereken bir ülkedir. 23 milyar hektarlık orman alanına sahip ülke, 22 milyar hektarlık ormanlık alanı bulunan ülkemize yol haritası çizen bir konumdadır. Belirlediği orman kaynaklı sektör stratejileri

kapsamında biyo-ekonomi ve döngüsel ekonomi üzerine yapılan çalışmalar da bunu göstermektedir (N yh , 2018). Kentleşme, nüfus artışı, iklim değişikliği ve buna bağlı kaynak kıtlığı biyo ekonominin önemini arttırmaktadır. Finlandiya yaptığı çalışmalar neticesinde yıllık 55 milyar dolar orman ürünleri kaynaklı getiri sağlarken yaklaşık aynı hacimdeki ormanlık alan sahibi olan ülkemiz 1 milyar dolar kazanç sağlamaktadır (Molay, 2013).

Özel endüstriyel orman plantasyonlarının kurulması dünya kağıt üretim sektöründe oldukça önemli bir konudur. Dünyada kağıt üretim sektöründe lider ülkeler hem orman kaynaklı üretime hem de geri dönüşüme önem vermektedir. Ancak kağıt geri kazanımı ülkelerin ihtiyaçları doğrultusunda belirlenmesi gereken bir strateji ile yönetilmelidir. Örneğin Finlandiya  retim maliyetleri düşük olduğu için çevresel etkisinin daha fazla olmasını amaçlayarak atık kağıtları yakarak ısı enerjisi elde eden ve fosil yakıt kaynaklı CO₂ emisyonunu azaltmayı sağlayan bir strateji belirlemiştir.

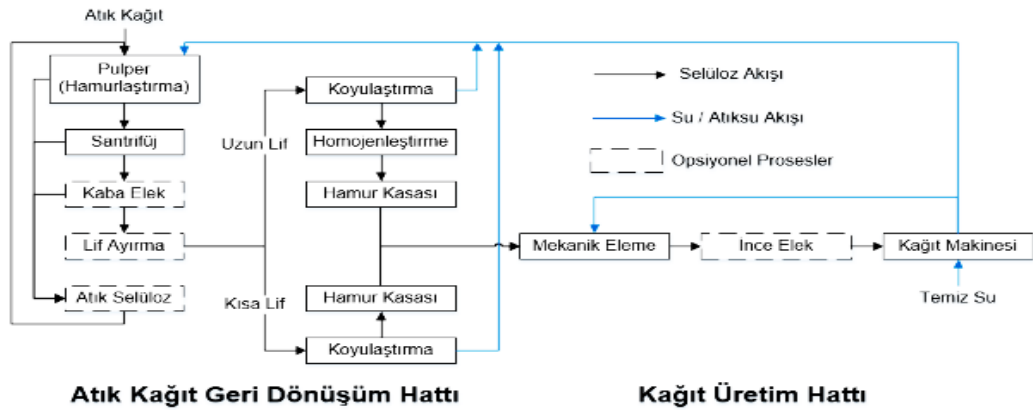
Ülkemizde orman ürünleri, kağıt üretime ve kağıt geri kazanımında doğru stratejiler belirlenemediğinden istenilen seviyelere ulaşılamamıştır. Bu problem kağıt hammaddesi olan selüloz yönünden de zayıf kalmamıza sebep olmuş ve kağıt geri kazanımını daha önemli hale getirmiştir. Ülkemizde yeni başlatılan "Sıfır Atık" projesi ile bir bilinç oluşturulmaya başlanmıştır.

Ülkemizde Kastamonu ili için yapılan bir çalışmada kaynağında atık azaltma, geri dönüşüm ve enerji geri kazanımı uygulamaları sonucu bir maliyet hesabı yapılmış ve bu bilincin döngüsel ekonomiye katkısı ortaya konmuştur (Tutuş ve  i ekler, 2017). Adı geçen makalede ülkemizde atık kağıdın ne kadar değerli olduğunu Tablo 2.5'de görmek mümkündür (FAOSTAT, 2016). Atık kağıdın ticari bir ürün olmasını sağlayan bu önemli kazanımlar ağaçların kesilmesini önlemekte ve çevresel kazanımlar sağlamaktadır.

Tablo 2.5 Dünya ve Türkiye Kağıt Endüstrisinde Kullanılan Hammaddeler Grupları ve Oranları

Kullanılan Hammaddeler Grupları	Odundan Hamur Miktarı (%)	Atık Kağıttan Hamur Miktarı (%)	Yıllık Bitkiden Hamur Miktarı (%)
Dünya	61,56	33,95	4,49
Türkiye	3,40	93,36	3,24

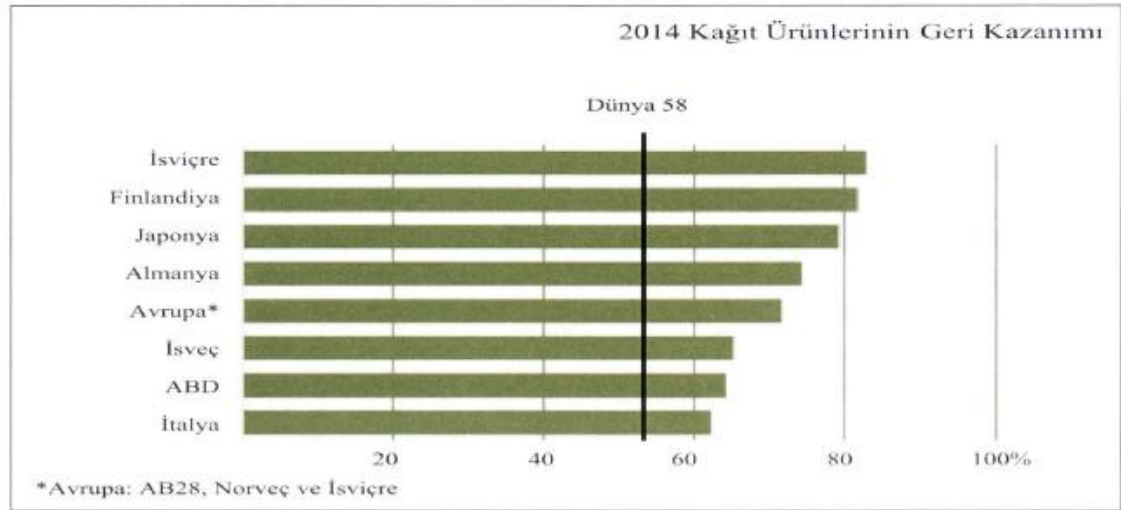
Tablo 2.5’de veriler incelendiğinde ülkemiz için atık kağıdın ne kadar değerli olduğunu anlamak mümkündür. Kağıt atık geri kazanım prosesi için kullanılan kağıt atıkların kaynağında ayrı ve geri dönüşüm verimini düşürmeyecek şekilde toplanması çok önemlidir. Geri dönüşüme uygun olmayan silikonlu kağıtlar, üzerlerindeki kompleks yapıllı etiketler ve üzerindeki ip gibi prosese uygun olmayan yabancı madde varlığı geri dönüşüm verimi düşürmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki geri kazanım prosesi oldukça uzun bir süreçtir (Yakut, 2012). Şekil 2.11’de kullanılmış kağıttan geri dönüştürülmüş kağıt üretimi süreci verilmiştir.



Şekil 2.11 Atık Kâğıt Geri Dönüşüm ve Kâğıt Üretim Tesisi Temel İş Akım Şeması (Suhr, 2015)

2.6.2 Kağıt Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım Potansiyeli

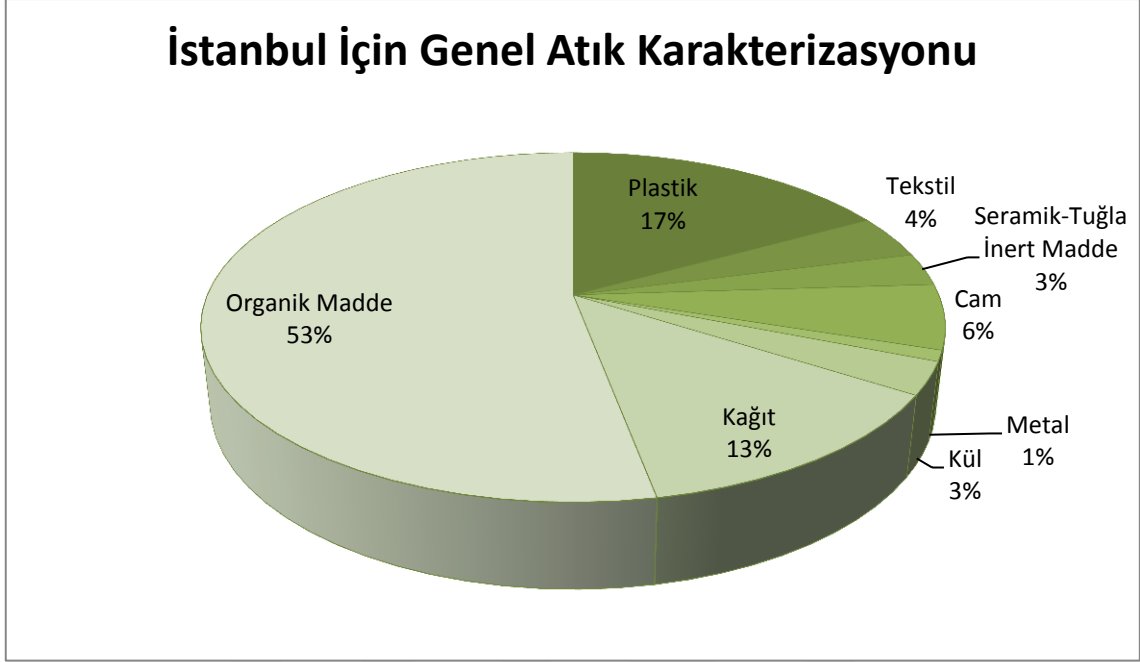
Kağıt geri dönüşümü ülkemizde uygulanan ancak kağıdın geri toplanması konusunda sıkıntılar bulunan bir uygulamadır. Türkiye 2014 yılında 4,5 milyon ton üretim kapasitesine ulaşmıştır ancak kaynağında ayrı toplama kısmındaki sıkıntılar nedeni ile atık kağıt ithal etmektedir. Ayrıca ülkemizde toplanan kağıt atığın kalitesi de düşüktür. Kağıt geri kazanımında bizi oldukça geriye düşüren bu durum kaynağında ayrı toplama kısmında yapılacak iyileştirmelerle düzelebilecektir. 2014 yılında dünyada 221 milyon ton atık kağıt kazanılmış ve liderliği 53,7 milyon ton atık kağıt ile Çin üstlenmiştir (Adıgüzel, 2018). 2014 yılında Şekil 2.12'deki dünyada kağıt geri kazanım değerlerine bakıldığında ülkemizin ortalamanın altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 2.12 Dünyada Atık Kağıdın Ülkelere/ Bölgelere Göre Geri Kazanım Yüzdeleri
(Adıgüzel, 2018)

Şekil 2.13'de sunulan İstanbul'a ait verilerden görülebileceği üzere genel atığın %13'lük miktarını kağıdın oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bu değer kağıdın kaynağında ayrı toplanmadığını göstermektedir. 2018 yılı verilerine göre İstanbul'da her gün oluşan evsel atık 19.500 tondur (İSTAÇ, 2018). Bu veriler günlük 2535 ton, yıllık 1 milyon ton dönüşebilen atık kağıdın depo sahalarında bertaraf edildiğini işaret etmektedir. İstanbul'da üretilen atıkların karakterizasyonu baz alarak yapılan hesaplamada ise TÜİK 2016 verilerine göre evsel atık miktarının Türkiye genelinde yıllık 32 milyon ton olduğu ve bunun 4 milyon tonunun dönüştürülebilir atık kağıt olduğu görülmektedir (TÜİK, 2016). Bu

rakamlar bize 2 milyar ₺ değerindeki kağıdın her yıl toprak altına verildiğini göstermektedir. Buna düzenli depolama maliyeti eklendiğinde maliyetin katlanacağı da aşikârdır (Tatoutchoup, 2016).



Şekil 2.13 İstanbul İçin Genel Atık Karakterizasyonu (İSTAÇ, 2016)

Ülkemizde üretilen atık kağıdın kaynağında ayrı toplanarak elde edilecek kazanımlar döngüsel ekonomi açısından oldukça önemlidir. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğine göre malzeme bazlı geri dönüşüm oranının(yeniden kullanıma hazırlama dahil) %54'den %60'lara çıkarılması hedeflenmiştir (ÇŞB, 2019). Bu geri kazanım sağlandığında yıllık 1 milyon ton atık kağıt ithalatına gerek kalmaması önemli bir ekonomik katkı olacaktır.

Kağıt geri kazanımının çevresel kazanımları ile ilgili yapılan araştırmada 1 ton kullanılmış kağıt çöpe atılmayıp geri kazanıldığı ve kağıt üretiminde tekrar kullanıldığı zaman; 17 adet yetişmiş çam ağacının kesilmesi, 36 ton sera gazı CO₂ atmosfere atılması, 4100 kWh elektrik enerjisinin israf edilmesi, 267 kg kirletici gazın atmosfere atılması, 1750 litre fuel-oilin israf edilmesi, 3-4 m³ depolama alanı tasarruf edilmesi, 85 m² ormanlık alanın tahrip edilmesi, 38,8 ton suyun israf edilmesi önleniği belirtilmiştir (Öztürk, 2005).

Atık Kağıt ve Geridönüşümcüler Derneği (AGED) tarafından yapılan bildiride atık kağıdın ağaç yerine kullanılması ile %60 hava kirliliğinde azalma, %40 su kirliliğinde azalma, %60 su tasarrufu, %40 çöp hacminde azalma sağlanabileceğini bildirilmiştir. Ayrıca 1 kağıdın 5 kez kullanılabileceği belirtilmiştir. Atık kağıttan kağıt üretiminde kağıdın geri dönüşüm sayısı maksimum beş defa olmak üzere, toplam yaşam döngüsü dördüttür. Beş defa üretimden geçtikten sonra kağıdın içindeki elyaflar çok fazla küçüldüğünden tekrar kağıt yapımı mümkün olmamaktadır (Dumlu, 2014). Kağıdın ömrünün geri dönüşüm ile 5 kez olması kağıt için yeni yöntemler geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Kağıdın yeniden kullanımı kullanım ömrünü arttıracaktır.

Kullanılmış kağıtların geri kazanılması ile yeni iş alanları oluşturulmaktadır. Kullanılmış kağıtların geri kazanılması ile çöp depolama alanlarının ömrü uzamaktadır. 1 ton kağıdın geri kazanılması ile 3-4 m³ çöp depolama alanı korunmaktadır. İstanbul'da çöp depolama alanına giden katı atık miktarının %7.5-8.5'u kuru bazda kağıttır. Bu kağıdın yaklaşık olarak yarısı geri kazanılırsa İstanbul'da ki çöp depolama alanlarının ömrü %7.5-10.7 arasında oranında uzar ve çöp toplama, taşıma ve bertaraf bedeli azalır (Öztürk, 2005). Tüm veriler kağıt atığının kağıt hamuruna dönüşmesi üzerine yapılan çalışmalardan oluşmaktadır. Literatürde kağıdın yeniden kullanımı ve biyo-ekonomik katkısı çalışılmamıştır. Kağıdın geri dönüşümü detaylı bir prosestir bu nedenle atık hiyerarşisinde bir kademe üstte olan ve kimyasal işleme ihtiyaç duyulmayan yeniden kullanım değerlendirmelidir. Bu uygulama ile kağıdın kullanım ömrünün artması hedeflenmektedir.

2.6.3 Kağıt Masura Üretimi

Endüstriyel ipliklerin sarılmasına mahsus, yüzeyi silikonlu, parşömenle kaplanmış bobin (masura) olarak adlandırılan NACE 17.29.19.20.00 Kodlu, ayrıca GTİP, Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu 4822'e dahil olan ve 4822.10.00.00.11 kodlu kağıt masura üretimi ülkemizde yapıldığı gibi ithalde edilmektedir. Tablo 2.6'da ülkeler arası ihracat karşılaştırmalarını vermektedir. Ancak unutulmaması gereken ihraç edilmek üzere üretim yapılırken ülkemizde üretilmeyen selüloz ve silikonlu parşömen ithal edilmektedir.

Tablo 2.6 GTİP 4822 Dünya İhracatında İlk 10 Ülke (Adıgüzel, 2018)

İhracatçı Ülke	İhracat Değeri 2011, bin \$	İhracat Değeri 2012, bin \$	İhracat Değeri 2013, bin \$	İhracat Değeri 2014, bin \$	İhracat Değeri 2015, bin \$
Dünya	412.304	400.022	413.151	442.839	359.608
Almanya	104.024	94.028	95.584	104.064	88.238
Çin	18.570	44.348	38.608	34.077	28.663
Hollanda	30.050	25.234	29.962	41.007	25.135
İtalya	33.081	28.403	27.314	27.571	23.142
ABD	19.750	20.431	20.401	22.533	20.252
İspanya	20.578	16.455	18.008	18.874	19.770
Belçika	15.993	14.703	17.203	16.333	14.211
Çek Cum.	10.080	9.948	11.005	11.692	10.429
Fransa	15.106	10.643	11.546	11.717	9.777
Türkiye	8.626	9.539	10.459	9.587	9.677

Kağıt masuralar gri kağıt denilen geri dönüşümlü malzemenin sarım makinasında biribiri üzerine yapıştırılarak sarılması ile üretilmektedir. İstenilen boyda kesim yapılarak ürün oluşmaktadır (Şekil 2.14). Üzerine ip sarımı için kullanılacak masuraların ipin kayması için üzeri ithal edilen silikonlu parşömen ile kaplanmaktadır.



Şekil 2.14 Masura Üretimi ve Oluşan Ürün

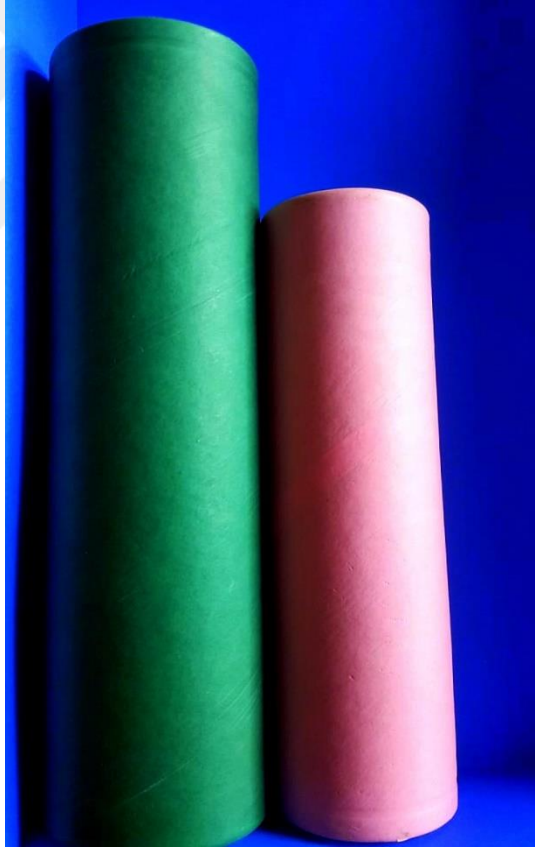
Masura üretimi doğa dostu malzeme kullanımı sebebi ile döngüsel ekonominin bir parçasıdır. Proseste kullanılan yapıştırıcı ve silikonlu parşömen mukavemeti arttırmaktadır (Özden vd., 2011). Burada bitkisel parşömen ve hayvan tutkalı kullanımı geri dönüşümündeki sentetik dezavantajı avantaja dönüştürebilir niteliktedir. Kağıt masuralar çok büyük miktarlarda üretilen ipin ambalajı olarak kullanılmaktadır. Ancak tekstil sektöründe aktarma, kendi içlerinde ip sarımı gibi tesislerde yine kağıt masuralara ihtiyaç duyulmaktadır. Yeniden kullanım burada devreye sokulmaktadır. Firmaların üretim maliyetlerini azaltan bu uygulama yeni ip üretimine hız vererek mutualist bir biçimde yeni masura kullanımını da arttıracaktır. Kazan kazan mantığı içeren bu uygulama tekstil sektörünü tam anlamıyla döngüsel ekonomiye çekecektir.

Tekstil sektörünün en önemli ara komponentlerinden biri masuralardır. Üzerine endüstriyel ip sarmak amacı ile yüzeyi silikonlu parşömen kağıdı ile kaplı kağıt masuralar çok yüksek miktarlarda kullanılmakta ve kullanım sonrası ambalaj atığı olarak kağıt hamuru olmak üzere bertaraf edilmektedir. Kaynağından atık kağıt olarak alınan bu kağıt masuralar ancak yeniden kullanmak amacı ile bir tesis kurulduğunda bu amaca hizmet edebilmektedir.

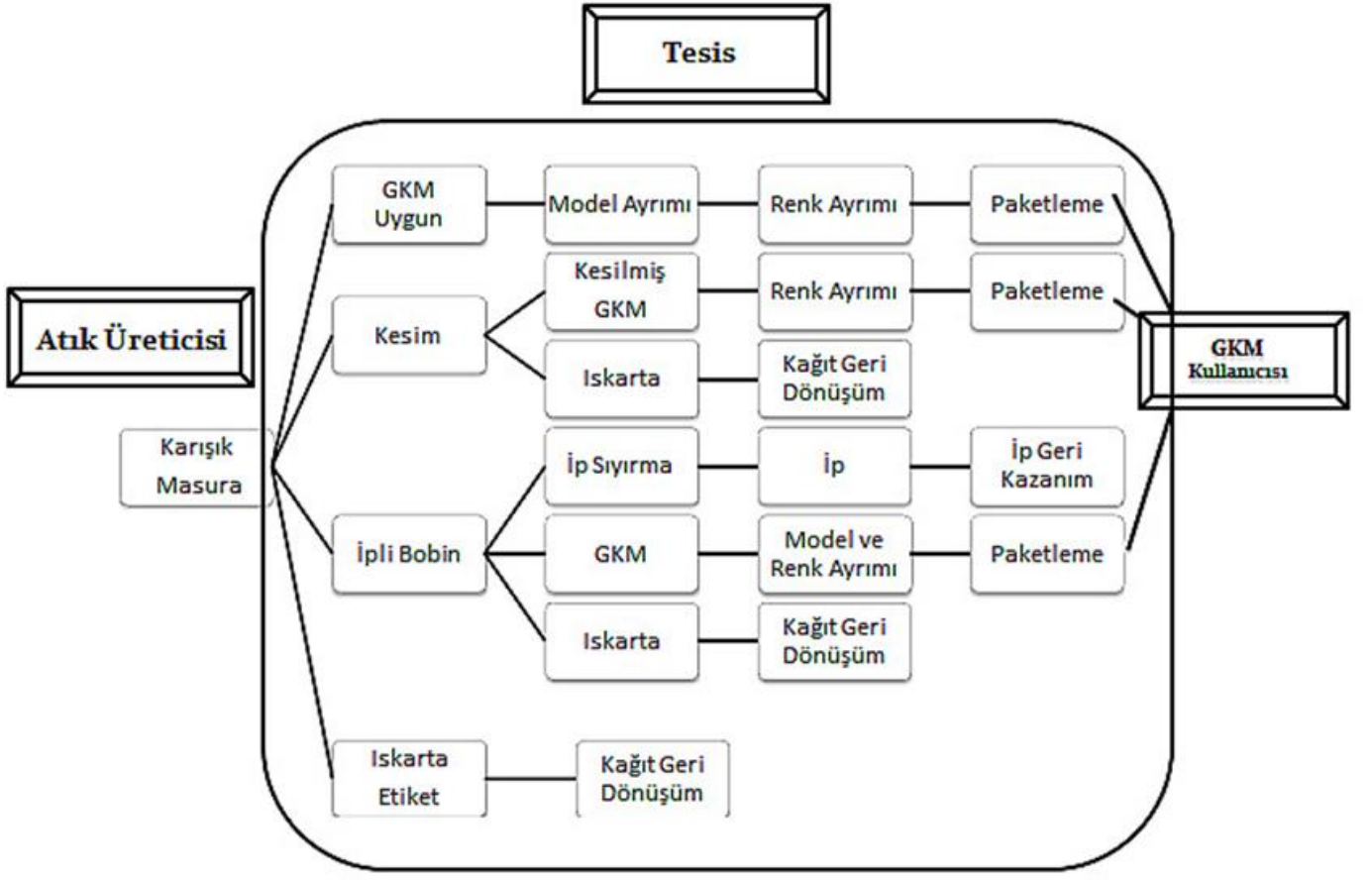
Tekstil sektöründe “Endüstriyel iplik sarılması için yüzeyi silikonlu parşömenle kaplanmış bobin (masura)” olarak geçen ve çalışmada yeniden kullanılması planlanan atık masura araştırmanın ana hammaddesini oluşturmaktadır. Tekstil sektöründe ipliğin ambalajı olarak kullanılan bu kağıt masuralar üzerinden ürünün alınmasıyla ambalaj atığı durumuna gelmektedir. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği’nce ambalaj atığı üreticisi de bu atığın uygun bertarafından sorumlu kılınmaktadır. Bu ürün, atık kağıt olması sebebi ile diğer atık kağıtla ile karışık toplanarak kağıt hamuruna dönüştürülmek üzere preslenmektedir. Ancak ürünün sert olması preslenmesini zorlaştırmakta ve silindirik yapısı depolanması için büyük alan ihtiyacı oluşturmaktadır. Yüzeyindeki silikonlu parşömen kağıdın ithal edilmesine ve önemli bir ekonomik kayba neden olmasına rağmen bu özel ürün kağıt hamuruna dönüştürülmektedir. Ancak üzerindeki parşömen kağıt hamuruna dönüşmeye direnç göstermektedir. Bu direnç geri dönüşüm veriminin düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca karışık halde geri dönüşüme yollanan masuraların üzerindeki ipler de yine geri kazanım verimini düşürmekte bu sebeple masuralar düzenli depolama ve yakma gibi çeşitli yöntemlerle bertaraf edilmektedir.

3.1 Ürün Hazırlama

Bu çalışma kapsamında piyasada en çok kullanılan masuralardan biri olan Şekil 3.1’de gösterilen 230 mm’lik ve 90 gr ağırlığındaki silindirik masura (Tip 1) ve bir diğeri 290mm’lik ve 180gr ağırlığındaki silindirik masura (Tip 2) geri kazanımı yapılması tercih edilmiştir. Bu masuralar, üzerindeki ipi kullanıp ambalaj atığı olarak üreten firmalardan atık kağıt ücreti karşılığında temin edilmiştir. Şekil 3.2’de proses ayrıntılı şekilde verilmiş olup, tesise kabul edilen atığın ayırma yöntemi ve bertaraf şekli gösterilmiştir. Şekil 3.3’de olduğu gibi oldukça karışık renk, desen ve boyutlardan oluşan bu atık öncelikle kapsamlı bir ön ayırma işlemine tabi tutulmuştur. Bu ayırma sonrası üzeri ipli, geri kazanıma uygun veya değil şekliyle verilen akış şemasına uygun şekilde ayrılmıştır.



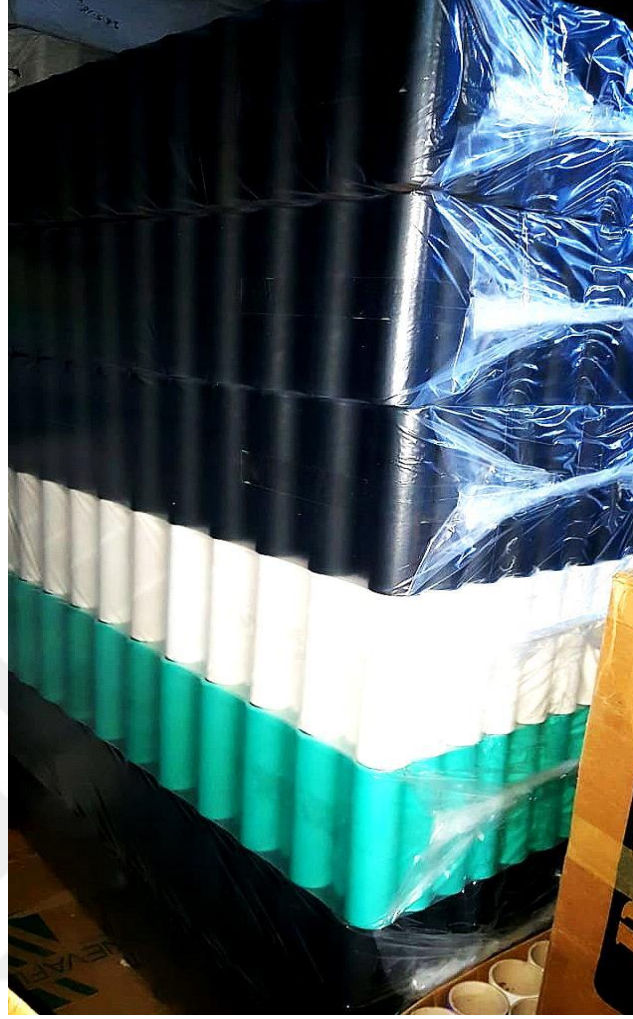
Şekil 3.1 Tip 1 (sağ) ve Tip 2 (sol) Masura Örnekleri



Şekil 3.2 İş Akış Şeması



Şekil 3.3 Kabul Edilen Karışık Masura Örnekleri



Şekil 3.4 Sistemden Çıkan GKM

Geri Kazanılmış Masura (GKM) olmaya uygun, kesime uygun, ipi alınması gereken ve ıskarta masura olacak şekilde ön ayırma işlemi tamamlandıktan sonra tesis içerisinde Ayırma, İp Sıyırma, Masura boyutlandırma, Masura düzeltme, Etiket Çıkarma, Arz edilen renk ve modelde paketlenme işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). Buradaki en ön önemli çalışma ip sıyırmanın masuraya zarar vermeden yapılmasıdır. Zarar gören masura yeniden kullanıma uygun olmamaktadır. Şekil 3.5’de istenmeyen durumlar belirtilmiştir. İlk resimde üzerinden istenmeyen ipin alınması sırasında hasar gören masura örneği verilmiştir. İkinci resimde istenmeyen etiket ve masuradaki balans kayması belirtilmiştir. Masuraların üzerinden çıkan iplik (deşe) ve ıskarta masura uygun şekillerde bertaraf edilmek üzere ayrılmıştır. Masuraya sarılı fantazi iplik sentetik olduğu için geri kazanımı mümkündür. Şekil 3.6’da gösterilen deşe tarakçıya gönderilmektedir ve oradaki

işlem sonrası elyaf yapımında veya dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Gelen masuranın üzerinde belirli bir kalınlıkta ip varlığında ipin daha verimli kullanımını sağlamak ve yeniden kullanıma hizmet etmek üzere aktarmacıya verilmiştir. Bu şekilde çalışma kapsamında ip geri dönüşümü de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5 Masura Hataları



Şekil 3.6 İpli Masura ve Çıkan Deşe

3.2 GKM Verim Analizi

GKM kullanacak tekstil firmalarının arzını karşılamak amacı ile alınan atık masuranın özelliğine bakılarak ve verilebilecek fire payları hesaplanarak 1100 ila 1500 kg arasında kağıt atık alımı yapılmıştır. GKM kullanacak tekstil firmaları için masuranın balansı, üzerinde yırtık veya kesik olmaması, masurayı kullanmış olan önceki firmaya ait bilgi ve etiket bulunmaması, kullanacağı makinaya boyut olarak uygunluğu kontrol edilerek hazırlanmıştır. Uygun olmayan GKM'nin kullanımı makinanın durmasına neden olacağından bu iş ve zaman kaybının önüne geçilmesi için çok titiz bir çalışma yürütülmüştür. Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de arz talep ve verim bilgileri verilmiştir.

Tablo 3.1 TİP1 Arz-Talep-Verim Tablosu

Hafta	Arz (kg)	Sipariş (kg)	Fire Payı %	Talep (kg)	Verim %
1	1000	1200	0,25	900	0,90
2	1000	1200	0,15	1020	1,02
3	1000	1200	0,20	960	0,96
4	1000	1200	0,10	1080	1,08
5	1000	1500	0,30	1050	1,05
6	1000	1500	0,20	1200	1,20
7	1000	1500	0,25	1125	1,13
8	1000	1500	0,25	1125	1,13
9	1000	1100	0,10	990	0,99
10	1000	1100	0,10	990	0,99
11	1000	1100	0,10	990	0,99
12	1000	1100	0,10	990	0,99
13	1000	1100	0,10	990	0,99
Toplam	13000	16300	0,17	13410	0,83

Tablo 3.2 TİP2 Arz-Talep-Verim Tablosu

Hafta	Arz (kg)	Sipariş (kg)	Fire Payı %	Talep (kg)	Verim %
1	1000	1300	0,25	975	0,98
2	1000	1300	0,20	1040	1,04
3	1000	1200	0,20	960	0,96
4	1000	1300	0,20	1040	1,04
5	1000	1500	0,30	1050	1,05
6	1000	1200	0,20	960	0,96
7	1000	1200	0,25	900	0,90
8	1000	1300	0,25	975	0,98
9	1000	1200	0,20	960	0,96
10	1000	1200	0,25	900	0,90
11	1000	1200	0,20	960	0,96
12	1000	1200	0,20	960	0,96
13	1000	1200	0,20	960	0,96
Toplam	13000	16300	0,22	12640	0,78

3.3 Masuradan Kağıt Geri Kazanımı

Atık kağıttan yeni kağıt eldesinde, kullanılmış kağıtların lifleri yeni kağıdın liflerine oranla her seferinde ortalama %15-20 oranında zayıflar (Öztürk, 2005). Atık kağıt masura, en yaygın bertaraf yöntemi olarak kağıt hamuruna dönüştürülmektedir. Atık masuraların bertarafında kullanılan kağıt hamuru prosesini anlamak amacıyla İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı Dr. Öğr. Üyesi Öznur Özden ile birlikte masuraların yeniden kağıda dönüşümü çalışılmıştır. Masuraların geri dönüşümü için öncelikle masuralar ufak parçalara ayrılarak 12 saat suda bekletilmiştir. 30 gr tam kuru (%50 nem) numune için 60 gr numune alınarak 2 L su ile birlikte karıştırıcıda 5 dakika, ardından 10 L su ile 30 dakika karıştırıcıda karıştırıldı. Bu süre içerisinde iç gri kısım hamurlaşırken yüzeyindeki silikonlu parşömen kısmı bir değişikliğe uğramamıştır. Kağıt yapımı için hamurlaşmayan silikonlu parşömen sulu karışımdan alınmıştır.. İngiliz tipi kağıt makinasında 16 cm çaplı 80gr/cm² yoğunluklu kağıt yapılması için

verilen hesaplama yapılarak 536 mL sulu numune kağıt makinasına alınmıştır. 16 cm çaplı kağıt alanı $\pi r^2 = 200,98 \text{ cm}^2$ olarak hesaplanmıştır. 80 gr/cm² yoğunlukta kağıt için alınması gereken numune miktarı 1,608 gr olarak hesaplanmıştır. 10 L içerisindeki 30 gr kuru numune varlığı oranında 1,608 gr kuru numune için 536 mL numune alınmıştır.

5 kez tekrarlanan işlemde bu numuneden istenilen yoğunlukta kağıt elde edilememiştir. Yeniden hesaplama yapılarak 1072ml numune ile 16 cm çaplı 80gr/cm² yoğunluklu kağıt elde edilmiştir. Yapılan çalışmada liflerin yeni kağıt oluşturabilmesi için 2 kat daha fazla atık kağıt ihtiyacı gerekmektedir.

3.4 Döngüsel ve Biyo-Ekonomik Geri Kazanım Hesaplamaları

Bu çalışmanın döngüsel ve biyo-ekonomiye katkısını belirlemek amacı ile literatür taramalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda Tablo 3.3 oluşturulmuştur.

1 ton kullanılmış kağıt çöpe atılmayıp geri kazanıldığı ve kağıt üretiminde tekrar kullanıldığı zaman aynı miktarda atık kağıt kullanılmadan kağıt üretmek için ihtiyaç duyulan ağaç, su, salınım yapılacak sera gazı, kullanılacak enerji ve 1 ton atık kağıdın düzenli depoda kapladığı alan verileri kullanılmıştır. Öncelikli kabul edilen 5 farklı çevresel etki hesaplamasında bu katsayılar kullanılmıştır.

Tablo 3.3 Atık Kağıt için Kazanımlar (Öztürk, 2005; Sıfır Atık, 2019)

Kazanımlar	Kurtarılan Ağaç	Su Tasarrufu (m ³)	Önlenen Sera Gazı (ton)	Enerji Tasarrufu (kWh)	Depolama Alanı Tasarrufu (m ³)
1 Ton Kağıt Atık	17	28	177	4100	2,5

Bu çalışmanın döngüsel ekonomiye katkısı hesaplamalarında dolar tasarrufu elde edilirken T.C. Merkez Bankasının kur bilgileri kullanılmıştır (T.C. Merkez Bankası, 1 Temmuz – 30 Eylül 2019). Ayrıca sistemin ekonomik kazanç tabloları belirlenirken atık üreticisi için kağıt atık piyasasından alınan bilgilere dayanarak hesaplamalar yapılmıştır. GKM kullanıcısı için yeni masura yerine GKM kullanımdaki tasarruf hesaplanmıştır. Tablo 3.4’de kağıt atık için ton başına GKM paydaşlarının kazanç ve kârları verilmiştir.

Tablo 3.4 Kağıt Atık için Ekonomik Kazanç Tablosu

Kazanımlar	Atık Üreticisi (Kazanç)	Yeni İş Kolu (Kazanç)	GKM Kullanıcısı (Kâr)
₺/1 Ton Kağıt Atık	360₺	2200₺	5500₺

Döngüsel Ekonomik Kazanım Sonuçları

Bu çalışmanın sonucunda yapılan literatür taramaları ile elde edilen bilgiler doğrultusunda yeniden kullanılan ve geri kazanılmış atık kağıt için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yürüttüğü Sıfır Atık projesi kapsamında verilen 1 ton kağıt atık için geri kazanım değerleri kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır (Tablo 3.3).

4.1 Çevresel Kazanımlar

Kurtarılan ağaç belirlenirken GKM olarak değerlendirilen kısım 1 ton kağıt atık için 17 adet ağaç kesimi kabulü ile, geri dönüşüme giden ıskarta kısım için literatürden elde edilen %15-20'lik lif kaybı dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır (Öztürk, 2005). Tablo 4.1'de Tip 1 masura için, Tablo 4.2'de Tip 2 masura için çevresel kazanımlar haftalık olarak verilmiştir.

Tablo 4.1 TİP1 için Çevresel Kazanımlar

Talep	GKM ile Kurtarılan Ağaç (adet)	Geri Dönüşüm Kurtarılan Ağaç (adet)	Oksijen Kazanımı (O ₂ /kişi)	Sera Gazı (Ton)	Su Tasarrufu (m ³)	Depo alanı (m ³)
975	16,58	5,14	43	172,58	27,30	2,44
1040	17,68	4,11	44	184,08	29,12	2,60
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
1040	17,68	4,11	44	184,08	29,12	2,60
1050	17,85	7,11	50	185,85	29,40	2,63
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
900	15,30	4,74	40	159,30	25,20	2,25
975	16,58	5,14	43	172,58	27,30	2,44
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
900	15,30	4,74	40	159,30	25,20	2,25
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
12640	215	58	545	2237,28	353,92	31,60

Tablo 4.2 TİP2 için Çevresel Kazanımlar

Talep	GKM ile Kurtarılan Ağaç (adet)	Geri Dönüşüm Kurtarılan Ağaç (adet)	Oksijen Kazanımı (O ₂ /kişi)	Sera Gazı (Ton)	Su Tasarrufu (m ³)	Depo alanı (m ³)
975	16,58	5,14	43	172,58	27,30	2,44
1040	17,68	4,11	44	184,08	29,12	2,60
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
1040	17,68	4,11	44	184,08	29,12	2,60
1050	17,85	7,11	50	185,85	29,40	2,63
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
900	15,30	4,74	40	159,30	25,20	2,25
975	16,58	5,14	43	172,58	27,30	2,44
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
900	15,30	4,74	40	159,30	25,20	2,25
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
960	16,32	3,79	40	169,92	26,88	2,40
12640	215	58	545	2237,28	353,92	31,60

Kurtarılan ağaç miktarı değerlendirilirken ifade ettiği ekosistem, yaşayan canlıların varlığı ve ağaçların hava kirlilik absorblama ve adsorblama kapasitesinin göz önünde bulundurulması gerekmedir (Nuhoğlu, 2006). Ağaç çevre için çok yönlü bir arıttıcıdır. Ortalama bir ağacın ürettiği miktar ile 2 kişinin tükettiği oksijen miktarı hemen hemen aynıdır. Bu sebeple 1 ağaç 2 insanın ihtiyacı olan oksijeni sağlayabilir (Öztürk, 2005).

Sera gazı salınımı, su tasarrufu, enerji tasarrufu ve depo alanı tasarrufu olarak GKM'ya dönüşen kısım miktarı kadar, sadece yeni kağıt üretilmemesi nedeni ile edilen tasarruf hesaplanmıştır. Bu kısımda ayrıca bir proses olan masura üretiminde kullanılan su miktarı, sera gazı salınımı, tüketilen enerji miktarı eklenmemiştir.

4.2 Enerji ve Ekonomik Kazanımlar

Enerji kazanım hesaplamalarında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yürüttüğü Sıfır Atık projesi kapsamında verilen 1 ton atık kağıt için geri kazanım değerleri kullanılmıştır. Dolar tasarrufu ile ilgili olarak üretilen masuranın maliyetinin, üzerindeki ithal silikonlu parşömen kağıt ve ithal selüloz veya ithal kağıt atık sebebi ile maliyetin yarısı dolar bazlıdır kabulü ile hesaplamalar Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'de yapılmıştır.

Tablo 4.3 TİP1 için Enerji Kazanımı ve Ekonomik Tasarrufu

Hafta	Talep (kg)	Enerji Tasarrufu (kWh)	Toplam Tasarruf ₺	Dolar Tasarrufu \$	Haftalık Kur ₺/\$
1	900	3690	1800	158,19	5,69
2	1020	4182	2040	177,92	5,73
3	960	3936	1920	168,04	5,71
4	1080	4428	2160	190,19	5,68
5	1050	4305	2100	186,26	5,64
6	1200	4920	2400	215,59	5,57
7	1125	4613	2250	201,56	5,58
8	1125	4613	2250	201,34	5,59
9	990	4059	1980	170,30	5,81
10	990	4059	1980	170,25	5,81
11	990	4059	1980	172,72	5,73
12	990	4059	1980	172,99	5,72
13	990	4059	1980	172,82	5,73
Toplam	13410	54981	26820	2358	

Tablo 4.4 TİP2 için Enerji Kazanımı ve Ekonomik Tasarrufu

Hafta	Talep (kg)	Enerji Tasarrufu (kWh)	Toplam Tasarruf ₺	Dolar Tasarrufu \$	Haftalık Kur ₺/\$
1	975	3998	1950	171,37	5,69
2	1040	4264	2080	181,41	5,73
3	960	3936	1920	168,04	5,71
4	1040	4264	2080	183,14	5,68
5	1050	4305	2100	186,26	5,64
6	960	3936	1920	172,48	5,57
7	900	3690	1800	161,25	5,58
8	975	3998	1950	174,50	5,59
9	960	3936	1920	165,14	5,81
10	900	3690	1800	154,77	5,81
11	960	3936	1920	167,49	5,73
12	960	3936	1920	167,75	5,72
13	960	3936	1920	167,58	5,73
Toplam	12640	51824	25280	2221	

Atık üreticisinden hurda kağıt olarak her defasında 2,2-3 ton kağıt atık alınmıştır ve ton başına 360₺ kazanç sağlamıştır. Yeni iş kolu potansiyeli için brüt kazanç hesaplanmıştır. GKM üreticisi olarak yeni bir iş hacmi olduğu görülmektedir. Tez kapsamında asgari ücretle çalışan 2 işçi ile çalışma yapılmıştır. Kalite kontrolü çalışma kapsamında yapıldığından ayrıca bir denetleyici maliyeti oluşmamıştır. 3 aylık işçi giderinin asgari ücret kapsamında 18000 ₺ olmaktadır. Çalışma için uygun atölye kirasının da 3 aylık maliyeti 4500 ₺'dir. Fatura ve yemek maliyetleri 4500₺ olarak belirlenmiştir. Tablo 4.5'de Tip 1 masura için, Tablo 4.6'da Tip 2 masura için ekonomik kazanç tabloları oluşturulmuştur.

Tablo 4.5 TİP1 için Ekonomik Kazanç Tablosu

Hafta	Atık Üreticisi	Yeni İş Kolu	GKM Kullanıcısı
1	360 ₺	1.980 ₺	4.950 ₺
2	360 ₺	2.244 ₺	5.610 ₺
3	360 ₺	2.112 ₺	5.280 ₺
4	360 ₺	2.376 ₺	5.940 ₺
5	450 ₺	2.332 ₺	5.830 ₺
6	450 ₺	2.640 ₺	6.600 ₺
7	450 ₺	2.475 ₺	6.188 ₺
8	450 ₺	2.475 ₺	6.188 ₺
9	330 ₺	2.178 ₺	5.445 ₺
10	330 ₺	2.178 ₺	5.445 ₺
11	330 ₺	2.178 ₺	5.445 ₺
12	330 ₺	2.178 ₺	5.445 ₺
13	330 ₺	2.178 ₺	5.445 ₺
Toplam	4.890 ₺	29.524 ₺	73.810 ₺

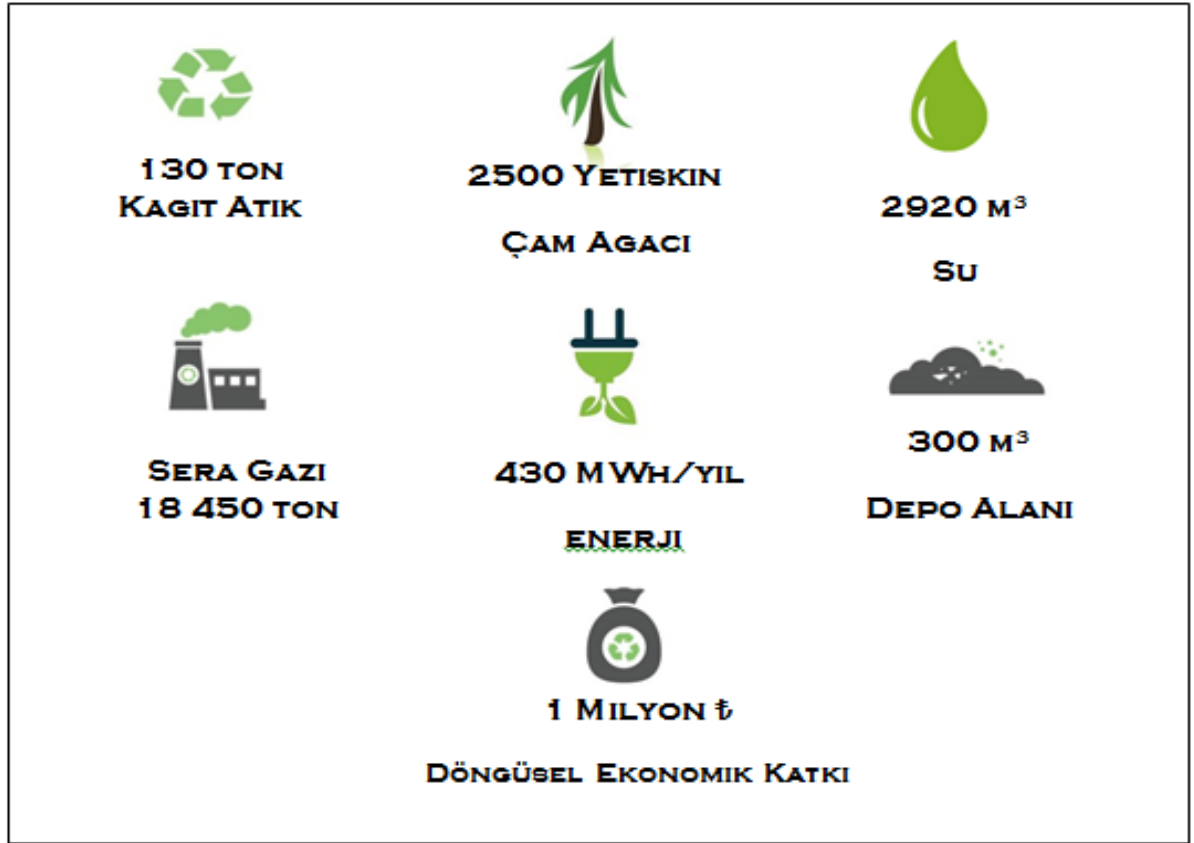
Tablo 4.6 TİP2 için Ekonomik Kazanç Tablosu

Hafta	Atık Üreticisi	Yeni İş Kolu	GKM Kullanıcısı
1	390 ₺	2.145 ₺	5.363 ₺
2	390 ₺	2.288 ₺	5.720 ₺
3	360 ₺	2.112 ₺	5.280 ₺
4	390 ₺	2.288 ₺	5.720 ₺
5	450 ₺	2.310 ₺	5.775 ₺
6	360 ₺	2.112 ₺	5.280 ₺
7	360 ₺	1.980 ₺	4.950 ₺
8	390 ₺	2.145 ₺	5.363 ₺
9	360 ₺	2.112 ₺	5.280 ₺
10	360 ₺	1.980 ₺	4.950 ₺
11	360 ₺	2.112 ₺	5.280 ₺
12	360 ₺	2.112 ₺	5.280 ₺
13	360 ₺	2.112 ₺	5.280 ₺
Toplam	4.890 ₺	27.808 ₺	69.520 ₺

Toplamda 9000 ₺'lik kağıt atık alımı yapılmıştır. Bu durumda 36000 ₺'lik gideri oluşan iş kolunun 3 ayda yaklaşık 12000 ₺'lik kazancı oluşmaktadır. GKM Kullanıcısı için yeni masura kullanımına karşı GKM'nin yaklaşık dörtte bir olan fiyatı nedeni ile ton başına kârı hesaplanmıştır (Tablo 3.4).

4.3 Geri Kazanımların Değerlendirilmesi

3 ay boyunca yürütülen çalışmada 130 ton kağıt atık kaynağında ayrı toplanmıştır. 270.000 adet kağıt masura sisteme giriş yapmış ve 220.000 adet kağıt masura yeniden kullanıma hazırlanmıştır. Sıfır Atık Yönetmeliği'nce atık oluşmadan alınan önlem olarak kabul edilen "yeniden kullanıma hazırlama" yöntemi ile özgün bir çalışma yürütülmüştür. Bununla birlikte Şekil 2.3'de belirtilen atık hiyerarşisinde kağıt atık bir kademe yukarı taşınmıştır. 3 aylık çalışmanın 1 yıllık projeksiyonu Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Tezin 1 Yıllık Kazanım Hedefleri

Sıfır Atık Yönetmeliği kapsamında “yeniden kullanıma hazırlama” atık önleme olarak kabul edildiğinden bu çalışma atık olarak değerlendirilen kağıt masuranın atık sınıfına girmeden dögüsel ekonomiye dahil edilmesini sağlayarak özgülüğünü ortaya koymaktadır.

Kağıdın halihazırda bertarafında kullanılan kağıt hamuruna dönüştürme sisteminin hem zorlu bir proses olması, hem de atık kağıttaki lif kayıpları geri dönüşüm verimini düşürmektedir. Tez çalışması kapsamında geri dönüştürölmüş kağıdın liflerinde kayıplar olduğunu gösteren İstanbul Üniversitesi Orman Faköltesi Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı Dr. Öğr. Üyesi Öznur Özden ile birlikte yapılan çalışmada kağıdın yeniden kullanımının kağıt kullanım ömrünü arttıracığını ortaya koymuştur.

5.1 Sonuçlar ve Genel Değerlendirme

Tez çalışmasında yeniden kullanıma hazırlanan GKM miktarında yeni kağıt üretilmemesine bağılı tasarruflar hesaplanmıştır. Sisteme yeni bir proses gereken masura üretimindeki kullanımlar dahil edilmemiştir. Alınan sonuçlar bu eksikliğe rağmen dikkate değerdir.

Tezde kağıdın yeniden kullanımı amacı ile 2 tekstil firmasına tedarik edilen kağıt masura için 2019 yılında 3 ay sürdürölen pilot ölçekli çalışmasını içermektedir. Çeyrek yıllık çalışmanın sonuçları ve yıllık projeksiyonu verilmiştir.

Çalışmada 32,5 ton masura kaynağında ayrı toplatılmıştır. 1 yılda 130 ton kağıt masuranın kaynağında ayrı toplanabileceğı düşünölmektedir. Tekstil firmalarına 26 ton GKM sağlanmışır. Kağıt yeniden kullanılmışır. Tip 1 masurada verim %83 iken Tip 2 masuranın verim %78 olmuştur. Tip 2 masuranın Tip 1 masuradan uzun ve ağır olması masuraların birbirine çarptığında daha fazla şekil bozukluğu oluşması nedeni ile verim farklı olmuştur. Ortalama %80 verimle çalışan

sistemin %20'lik fire payı kağıt hamuru olmak üzere geri dönüşüm tesislerine iletilmiştir. 3 aylık çalışma boyunca 550 adet ağaç kesilmekten kurtarılmıştır. Yıllık 2126 adet ağaç kurtarılmış ve buna bağlı günlük 4000 kişinin ihtiyacı olan oksijen kazanılmış olması hedeflenmektedir. Sera Gazı salınımı 4600 ton önlenmiştir. Yıllık 18450 ton CO₂ salınımının önlenmesi beklenmektedir. 3000 kişinin yıllık sera gazı salınımına eşdeğerdir (6,3 CO₂/kişi.yıl - TUİK 2016). 730 m³ su tasarrufu yapılmıştır. Yıllık su tasarrufu ile 2919m³'lük değer yaklaşık 135 bin kişinin günlük su ihtiyacıdır (0,217 m³ su/kişi.gün - TUİK 2016). 75 m³'lük depo alanı tasarrufu yapılmıştır. Yıllık oluşan 300m³'lik depo yeri ihtiyacı bir basketbol sahasını yaklaşık 1 metre atık ile doldurmak anlamına gelmektedir. 107,5 MWh/yıl enerji tasarrufu yapılmıştır. Yıllık bazda 403MWh/yıl 135 kişinin yıllık enerji ihtiyacıdır (3,224 kWh/yıl kişi başı elektrik tüketimi - TEİAŞ (2017), OECD Ülkelerinde Kişi Başına Kurulu Güç, Brüt Üretim, Brüt Arz, Net Tüketim 2015 Yılı Değerleri).

Ekonomik katkısı ise yeni üretilen kağıt masura maliyetinin yaklaşık yarısı dolar bazlı kabulü ile 18 500 \$ tasarrufu yapılmıştır. Bu sektör sayesinde atık üreticisi, yeniden kullanıma hazırlayan yeni iş kolu (tahmini) ve GKM kullanıcısı yıllık toplam 840000 ₺'lik bir kazanç sağlamışlardır. Kaynağında ayrı toplamayı özendiren, kağıt atık için farklı bir yöntemle yeniden kullanım sağlayan çalışmanın çevresel çıktıları dikkate değerdir. Bunun yanı sıra döngüsel ekonomiye katkısı toplamda 1 Milyon ₺'dir.

5.1.1 Masura Yeniden Kullanım Potansiyeli (Bursa İli)

Tekstil geçmişi yüzyıllar öncesine dayanan Bursa ili ülkenin sektördeki en başarılı şehirlerinden biridir. Hem ürün çeşitliliği bakımından hem üretim miktarları bakımından sektöre öncülük eden Bursa son yıllarda sentetik iplik konusundaki atılımları ile örnek teşkil etmektedir. Sentetik iplik üretiminde yüksek ihracatlar yapan il son yıllarda 100bin ton mertebesinde plastik geri kazanımı yaparak sentetik ip üretmiştir. Sentetik iplik sektör paydaşları döngüsel ekonomi felsefesini benimsemiştir ve çevre sorumluluğun farkındadır. Bu nedenle sentetik iplik ambalajı olan, kağıt masuraların yeniden kullanıma hazır hale gelip sisteme kazandırılması ip üretici firmalar açısından da memnuniyet yaratmaktadır. Yeniden kullanıma hazırlanan masuralar kullanıcılar tarafından olduğu kadar

ambalaj atığı olarak kağıt masura üreten sektör paydaşlarını da ekonomik açıdan desteklemektedir. Bertarafında zorluk yaşanan bu atık türü yeni bir sektör oluşmasına da neden olmaktadır. Tüm bu ekonomik faydanın yanı sıra Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliğince belirlenen geri kazanılmış ürün kullanımı zorunluluğu, atık üreticisinin bertaraf sorumluluğu yerine getirilmiş olacaktır. Ayrıca Sıfır Atık Yönetmeliğince 2021 sonuna kadar sisteme dahil olması gereken tekstil sektörü paydaşlarının önceliğin yeniden kullanıma verilmesi nedeni ile ekstra puan alarak Sıfır Atık Belgerinde yükselmelerini sağlayacaktır.

5.1.2 Masura Geri Kazanımının Çevresel ve Ekonomik Analizi

Sıfır Atık projesi kapsamında 12 Temmuz 2019 tarihinde yürürlüğe giren Sıfır Atık Yönetmeliğinde belirtilen puanlama sistemi Sıfır Atık belgelerinin 3 kademeli olacağını göstermektedir. ÇED Yönetmeliği Ek-2 Listesindeki Sanayi Tesisleri kapsamına giren tekstil tesisleri 31 Aralık 2021 tarihine kadar bu sisteme geçiş yapmakla yükümlüdür (ÇŞB, 2019). Özendirici olması beklenen bu sistemin, Geri Kazanılmış Masura (GKM) kullanıcılarına ve atık üreticilerine yüksek puan getireceği öngörülmektedir.

Tekstil sektörünün vazgeçilmez ara komponentlerinden biri masuralardır. Üzerine endüstriyel ip sarmak amacı ile yüzeyi silikonlu parşömen kağıdı ile kaplı kağıt masuralar çok yüksek miktarlarda kullanılmakta ve kullanım sonrası ambalaj atığı olarak kağıt hamuru olmak üzere bertaraf edilmektedir. Iskartaya çıkan masuraların oldukça sert olmaları ve hacimce büyük alanlar kaplamaları nedeniyle bertarafında sıkıntılar yaşanmaktadır. Üzerinde sarılı silikonlu parşömen ve iplik kağıt hamuruna karışmamaktadır ve bu geri dönüşüm kalitesini düşürmektedir. Üretilen masuraların üzerinde kullanılan silikonlu parşömen kağıdın ve selülozun ülkemizde üretilmemesi ve ithal edilmesi sebebi ile maliyetin yaklaşık yüzde ellisinin ithalat kaynaklıdır. Dolayısıyla yeniden kullanım milli ekonomimiz açısından oldukça değerlidir. Geri kazanılmış masuraların (GKM) maliyeti yeni masuraların maliyetine göre yaklaşık dört (4) kat düşüktür. Tekstil ve kağıt gibi iki önemli sektörün kesişim noktalarından biri olan kağıt masuraların yerinde ayrı toplanması, fiziksel ön işlemler uygulandıktan sonra aynı işlevinde tekrar kullanılabilirliğini ve böylece geri kazanımını sağlamak amacı ile bu tez fikri ortaya

çıkmiştir. Bu amaçla, pilot ölçekli bir tesiste 3 ay boyunca gerçekleştirilen masura dönüşüm miktarının çevreye ve döngüsel ekonomiye katkısı dikkate değerdir. Söz konusu geri kazanımın çevresel boyutu, enerji ve su tasarrufu, ağaç kesilmesinin önlenmesine bağlı oksijen kazanımı, depo alanı tasarrufu ve sera gazı miktarı hesaplamalarıyla ortaya konmuştur. Kağıdın geri dönüştürülmesi ile ilgili bir çok çalışma yapılmış ve karşılığında çevresel etki parametreleri belirlenmiştir. Ancak literatürde kağıdın yeniden kullanımına bağlı çevresel etki parametreleri bulunmamaktadır. Çalışma sırasında geri dönüşüm değerleri kullanılmıştır.

5.2 Öneriler

Kağıdın kaynağında ayrı toplanmasını özendiren ve atık masurayı atık sınıfından çıkaran bu çalışmanın ileride yapılacak çalışmalara ilham olması beklenmektedir. Çalışmada masura üretim prosesi için tasarruflar hesaplanmamıştır. Gelecek çalışmalarda bu tasarruflarında hesaplanması ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Ancak bu atık türünün %80 olan GKM olma verimini arttırma yolları aranmalıdır. Bununla ilgili masuranın daha dayanıklı üretilmesi için masurayı oluşturan yapışkan ve yüzeyindeki silikonlu parşömen ile ilgili daha dayanıklı ve kağıt hamuru verimini düşürmeyecek nitelikte materyaller kullanılması araştırılmalıdır. Kaynağında ayrı toplama ve atık bilincinin TPB'ye göre en etkili parametrenin eğitim olduğu belirlenmiştir. Bu veri değerlendirilerek yapılacak yeni çalışmalarda atık üreticilerini teşvik edici yöntemler aranmalıdır.

Adıgüzel, M. (2018). Türkiye Kağıt Sektörü ve Rekabet Gücünün Değerlendirilmesi – İTO İDA

AGED. <https://aged.org.tr> Erişim tarihi: 02.02.2019

AGED, (2018) Ankara, Diyarbakır, Gaziantep, İzmir Katı Atık Depolama Alanlarında Yapılan Atık Karakterizasyon Çalışması

Ajzen, I., Fishbein, M. (1980.) “Understanding attitudes and predicting social behavior” Prentice-Hall

Ajzen, I. (1991) “The theory of planned behaviour. Organizational Behavior and Human Decision Processes”, 50, 179-211

Altun, Ş. (2016). Tekstil Üretim Ve Kullanım Atıklarının, Geri Kazanımı, Çevresel Ve Ekonomik Etkileri - Uşak Ticaret Ve Sanayi Odası Raporu

Arı, E., Yılmaz, V. (2016) A proposed structural model for housewives' recycling behavior: a case study from Turkey. Ecological Economics, 129, 132-142

Arıkan A., AB Döngüsel Ekonomi Paketi ve Tek Kullanımlık Plastik Ürünlerle İlgili Mevzuat Ambalaj Sanayicileri Derneği (ASD) <http://www.ambalaj.org.tr/tr/bilgi-merkezi-ab-dongusel-ekonomi-paketi.html> Erişim Tarihi:03.05.2019

Dumlu, L. (2014). Kağıt Endüstrisi Atıksularına Uygun Arıtma Teknolojilerinin Belirlenmesi Ve Türkiye'deki Mevcut Durumun Analizi - ÇŞB

EUROSTAT (2016) <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20180123-1>

Ercan, F. (2015) Atık Yönetimi Mevzuatı - T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Filho WL., Ellams D., Han D., Tyler D., Boiten V., Paco A., Moora H., Balogun AL. (2019) A Review of the socio-economic advantages of textile recycling, Journal of Cleaner Production, 10-20.

İSTAÇ, (2018). <https://www.istac.istanbul/tr/iletisim/bilgi-edinme>

İSTAÇ (2017). Atık Karakterizasyon Çalışması

İTKİB, (2016). Dünya’da ve Türkiye’de Dokuma Kumaş Ticareti Üzerine Güncel Bilgiler -
file:///C:/Users/pisi/Documents/Downloads/dokuma_kumas_raporu_2016.pdf

İTKİB,(2018).Küreselİhracat
http://www.ithib.org.tr/statplanet_tekstil_dunya_ithalati/kuresel_ihracat.htm

Kaza, S., Yao, L. Bhada-Tata, P. Woerden, FV. (2016) “A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 “What a Waste 2.0, 34

Kemirtlek, A. (2017). Entegre Katı Atık Yönetimi – İSTAÇ

Kuyumcu, O. (2009). Güney ve Doğu Akdeniz Ülkeleri Kumaş Pazarı- İGEME - İhracatı Geliştirme Merkezi

Lüy, E., Varınca K., Kemirtlek, A. (2007). Katı Atık Geri Kazanım Çalışmaları; İstanbul Örneği TÜRKAY 2007

Ma, J., Hipel, KW., Hanson, ML., Cai, X., Liu, Y. (2017) An Analysis of Influencing Factors on Municipal Solid Waste Source-Separated Collection Behavior in Guilin, China by Using the Theory of Planned. Sustainable Cities and Society <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.037>

Molay, MA. (2013) <https://www.dunya.com/ekonomi217375>

Näyhä A. (2018). Transition in the Finnish forest-based sector: Company perspectives on the bioeconomy, circular economy and sustainability, Journal of Cleaner Production, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.260>.

Nuhoğlu, Y. (2006). A new approach to air pollution determination using annual rings: Dendro-chemical elemental analysis of annual rings by sem-eds. Polish Journal of Environmental Studies , vol.15, 111-119.

Öncel MS., Bektaş N., Bayar S., Engin G., Çalışkan Y., Salar L., Yetiş Ü. (2017) Hazardous wastes and waste generation factors for plastic products manufacturing industries in Turkey, Sustainable Environment Research, 188-194.

Özden Ö., Biricik Y., Sönmez S. (2011). "Effects Of Surface Sizing With Starch On Physical Strength Properties Of Paper", Asian Journal Of Chemistry, vol.23, pp.3151-3154

Öztürk, M. (2005). Kullanılmış Kağıtların Geri Kazanılması - Ankara

Öztürk, İ., Arıkan, O., Altınbaş, M., Alp, K., Güven, H. (2015). Katı Atık Geri Dönüşüm ve Arıtma Teknolojileri Türkiye Belediyeler Birliği (TBB)

PAGÇEV, Atık Yönetim Piramidi <http://www.pagcev.org/geri-donusum> Erişim Tarihi: 11.05.2019

Sandin G, Peters GM. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling – A review, Journal of Cleaner Production doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.266.

Suhr, M., Klein, G., Kourti, I., Gonzalo, M.R., Santonja, G.G., Roudier, S., Sancho, L.D. (2015). Integrated Pollution Prevention and Control – Best Available Techniques Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board, JRC Science and Policy Reports.

Tatoutchoup, F. (2016). Optimal Rate Of Paper Recycling – Forest Policy and Economics 73 (2016) 264–269

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ‘Atık Yönetimi Yönetmeliği’ Resmi Gazete, Tarih: 02.04.2015, Sayı: 29314

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı “Ambalaj Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” Resmi Gazete, Tarih: 27.12.2017, Sayı: 30283

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ‘Sıfır Atık Yönetmeliği’ Resmi Gazete, Tarih 12.07.2019, Sayı: 30829

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Atık Listesi - <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/AGM-Ek.pdf>

T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2017). Sanayi Genel Müdürlüğü, Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi Eylem Planı 2014-2017

T.C. Merkez Bankası (2019) <https://www.turkiye.gov.tr/doviz-kurlari>

T.C. Ticaret Bakanlığı GTİP Ürün Listesi <http://tuketici.gtb.gov.tr/piyasa-gozetimi-ve-denetimi/gtbiris/gtip-urun-listesi>

TEİAŞ (2017) OECD Ülkelerinde Kişi Başına Kurulu Güç, Brüt Üretim, Brüt Arz, Net Tüketim 2015 Yılı Değerleri

The Food and Agriculture Organization (FAO)- (FAOSTAT, 2016) <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

Tutus, A., Cicekler, M. (2017). Atık Kağıt Geri Kazanımı Ve Kastamonu Ekonomisine Katkısı -

https://www.researchgate.net/publication/321071425_Atik_Kagit_Geri_Kazanimi_Ve_Kastamonu_Ekonomisine_Katkisi

TÜİK, 2016 <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=119&locale=tr>

TÜİK, 2016 Belediye Su İstatistikleri, 2016

TÜİK, 2018 Bertaraf/geri kazanım yöntemleri ve belediye atık miktarı, 1994-2018

World Health Organization, Regional Office for South-East Asia, Regional consultation on health of the urban poor, 2011, <http://apps.who.int/iris/handle/10665/205757#sthash.UECYa7dN.dpuf>, Erişim Tarihi: 25/05/2019

Yakut, A. (2012) Geri Dönüştürülebilir Kullanılmış Kağıttan Yeni Kağıt Üretiminin İrdelenmesi – Tesisat Mühendisliği, Sayı 127, 68-75.

Yetilmezsoy, K., Ozkaya, B., Cakmakci M. (2011). Artificial intelligence-based prediction models for environmental engineering, 193-218. doi: 10.14311/NNW.2011.21.012

İletişim Bilgisi: gokbensarac@gmail.com

Konferans Bildirileri

Saraç, G., Engin, G. (2019). II. Ulusal Mühendislikte Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi (UMUH-BİLMES) 7-10 Kasım 2019 Ankara

