

**İÇECEK ENDÜSTRİSİNDEN KAYNAKLANAN CAM VE PET
AMBALAJ ATIKLARININ ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

*EVALUATION OF GLASS AND PET PACKAGING WASTES
GENERATED BY BEVERAGE INDUSTRY WITHIN THE
SCOPE OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY*

Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız
Ceyda Kalıpcıoğlu
Asude Pelin Korkmaz
Merve Uzun
Cennet Değirmen
Seza Barın

Atıf için: Kiran Cılız, N., Kalıpcıoğlu, C., Korkmaz, A.P., Uzun, M., Değirmen, C. & Barın, S. (2022). İçecek Endüstrisinden Kaynaklanan Cam ve Pet Ambalaj Atıklarının evresel Sürdürülebilirlik Kapsamında Değerlendirilmesi. M. Bulut ve C. Korkut (Eds). *Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Hayat* (s. 359-384). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. DOI: 10.53478/TUBA.978-605-2249-97-0.ch14

İÇECEK ENDÜSTRİSİNDEN KAYNAKLANAN CAM VE PET AMBALAJ ATIKLARININ ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız
Boğaziçi Üniversitesi

Asude Pelin Korkmaz
Boğaziçi Üniversitesi

Cennet Değirmen
Boğaziçi Üniversitesi

Ceyda Kalıpcıoğlu
Boğaziçi Üniversitesi

Merve Uzun
Boğaziçi Üniversitesi

Seza Barın
Boğaziçi Üniversitesi

Özet

Nüfus artışıyla birlikte artan kentleşme ve endüstrileşmenin sonucunda ambalaj atıklarının üretiminin artması, doğal kaynakların fazla tüketimi ve sera gazı emisyonunun artması gün geçtikçe artan iklim değişikliği sorunlarını beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla iklim değişikliği, biyoçeşitliliğin azalması, ormanların ve okyanusların kirletilmesi ve tahrip edilmesi gibi günümüz problemlerini önlemek amacıyla Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı'nın esas tuttuğu kaynakları etkili bir şekilde kullanmak ve rekabetçi ekonomi yaratmak için 2050 yılına kadar net sera gazı emisyonlarının sıfırlanması hedeflenmektedir. Döngüsel ekonomi, atıkların ve emisyonların öncelikli olarak azaltılması, daha sonra üretim sistemine etkili bir şekilde tekrar dahil edilmesini içermekte olup ambalaj atıklarının çevresel ve ekonomik etkilerini azaltmada ve bahsi geçen problemleri önlemede oldukça etkilidir. Bu bölümde, içecek endüstrisine ait cam ve PET materyallerinden oluşan ambalaj atıklarının çevresel etkileri ve çevresel yükü azaltmada döngüsel ekonomi, yaşam döngüsü değerlendirmesi alışmaları (YDD) ile değerlendirilmiştir. Dolayısıyla, yeniden tasarım veya atık önleme yolu ile çevresel performansın iyileştirilemediği durumlarda, geri dönüşüm uygulamalarının ekonomik ve çevresel avantajlarından yararlanılarak sürdürülebilirliğin sağlanması yardımcı olunabilir.

Anahtar Kelimeler

Çevresel Sürdürülebilirlik, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, Döngüsel Ekonomi, Ambalaj Atıkları, Geri Dönüşüm, PET, Cam

EVALUATION OF GLASS AND PET PACKAGING WASTES GENERATED BY BEVERAGE INDUSTRY WITHIN THE SCOPE OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Abstract

Increase in urbanization and industrialization especially due to population growth leads to excess production in packaging materials and waste, consumption of natural resources, generation of greenhouse gases, which causes continually increasing climate change problems. In this manner, to prevent climate change, decreased biodiversity, contamination and deterioration of oceans and forests, the European Union Green Deal content ensures effective use of resources and creates a competitive green economy perspective to neutralize greenhouse gas emissions by the year of 2050. Circular economy covering the reduction in waste and emission and if it is not possible reintroducing packaging waste into the production line effectively leads to prevent these adverse environmental and economic impacts. In this chapter, environmental impacts of glass and PET based packaging waste generated by beverage industry were evaluated in terms of circular economy while regarding life cycle assessment (LCA) studies. Thus, if environmental impacts cannot be reduced in design phase and waste prevention cannot be achieved, environmental sustainability and circular economy can be obtained by recycling practices.

Keywords

Environmental Sustainability, Life Cycle Assesment, Circular Economy, Packaging Waste, Recycling, PET, Glass

Giriş

Teknolojik gelişmeler ve hızlı tüketim, daha fazla ambalaj materyalinin üretilmesine, üretim aşamasında iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının artmasına sebep olmaktadır. İnsan hayatını da etkileyebilen küresel çevre sorunlarında tüm ülkeler sorumlu olduğundan, çözüm yolları bulmak için her ülkenin bu çevresel sorumluluk çalışmalarını sürdürmesi gerekmektedir. Bu şekilde iklim değişikliği, biyoçeşitliliğin azalması, ormanların ve okyanusların kirlenmesi ve tahrip edilmesi gibi günümüz problemlerini önlemek amacıyla, Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı kapsamında esas alınan kaynakları etkili bir şekilde kullanmak ve ekonomik alanda rekabet ortamı yaratmak için 2050 yılına kadar net sera gazı emisyonlarının sıfırlanması hedeflenmektedir. Bu kapsamda bahsi geçen hedefe ulaşmanın yolu sürdürülebilirlik temellerine dayandırılmaktadır.

Çevreyi ve insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek uygulamaları olabildiğince engellemek ve insanların neden olduğu zararı en aza indirmek için geliştirilen ve uygulanmakta olan çeşitli politikalar ve hedefler arasında, 2015 yılında New York'ta düzenlenen Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı'nda sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla belirlenen 17 amaç ve 169 hedef de bulunmaktadır. Bu amaçlara ulaşmak için döngüsel ekonomi uygulamaları çevresel kirlilik yükü azaltma hususunda yardımcı olacaktır. Bu uygulamaların çevresel etkilerini kantitatif olarak inceleme aşamasında ise Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) metodolojisi karar destek aracı olarak kullanılmalıdır. Sürdürülebilir ürün ve sistemlerin elde edilmesi sadece üretim sürecindeki atık oluşumu ve kaynak tüketimine değil, hammadde temininden ürün kullanım ve bertaraf aşamasına kadarki yaşam döngüsü aşamalarında enerji, kaynak, kimyasal tüketimi açısından tüm girdi ve çıktılarının çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ile sağlanmalıdır. Bu bağlamda Çevresel Toksikoloji ve Kimya Derneği (SETAC) ve BM-Çevre Programı tarafından geliştirilen yaşam döngüsü değerlendirme metodolojisi sistematik bir yaklaşımla uygulanmalıdır.

Türkiye'de yayımlanan Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne (R.G. No. 31523, 26.06.2021) göre, geri dönüştürülebilir ya da geri dönüştürülemeyen bir malzemeden üretilen ambalaj materyali, ürünün korunmasında, taşınması, depolanması ve ürünün tüketiciye ulaştırılması aşamalarında kullanılmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021). Ambalaj tasarımı ve üretimi aşamaları için geliştirilen Avrupa Ambalaj Standartları, TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Bu standartlar, TS EN 13427:2006: Ambalaj - Ambalaj ve ambalaj atıkları konusunda standartların kullanımı için gereklilikler; TS EN 13428:2007: Ambalaj - İmalat ve içeriğe özel gereklilikler - Kaynak azaltımı ve önleme; TS EN 13429:2007: Ambalaj - Yeniden kullanım standartları; TS EN 13430:2007: Ambalaj - Malzeme geri dönüşümü ile geri kazanılabilir ambalajın gereklilikleri; TS EN 13431:2007: Ambalaj - Enerji geri kazanımı olarak geri kazanılabilir ambalajın gereklilikleri; TS EN 13432:2003: Ambalaj - Kompostlama ve biyolojik bozunma yoluyla geri kazanılabilir ambalajın gereklilikleri şeklindedir (Korkmaz, 2019).

Muhafaza edilecek ürünün cinsine, maliyetine ve ambalajın işlevine uygun olacak şekilde ambalaj malzemesi seçimi yapılmaktadır (Jang, Lee, Kwon, Lim, & Jeong, 2020) Bu ambalajların günlük hayatta oldukça sık tüketilmesi, ambalaj atığının oluşumuna sebep olmaktadır. Nüfusun artması ve kentleşme ile atık üretimi miktarı gün geçtikçe daha da artmakta ve 2050 yılına kadar da bu artışın devamı beklenmektedir (Kaza, Yao, Bhada-Tata, & Van Woerden, 2018). 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilen kentsel katı atığın %28,1'i kutu ve ambalajlara (ABD Çevre Koruma Ajansı, 2020), Türkiye'de ise üretilen katı atığın ağırlıkça yaklaşık %30'u ambalaj atığına karşılık gelmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020).

Ambalaj atığının kompozisyonu incelendiğinde ise, 2017 yılında Avrupa Birliği ülkelerinde oluşan ambalaj atıklarının %41'i kağıt ve karton, %19'u plastik, %18'i cam, %17'si ahşap ve %5'i metal malzemeleri içermektedir (Avrupa Komisyonu, 2020b). Türkiye'de ise oluşan ambalaj atıklarının %40,7'si kağıt ve karton, %30'u plastik, %10,9'u cam, %9,7'si metal, %6,7'si kompozit ve %2'si ahşap malzemelere karşılık gelmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017). Günlük hayatta tüketim payını yüksek oranda gözlemlediğimiz içecek endüstrisi ambalaj atıklarının bir kısmını oluşturmaktadır. Xie ve arkadaşları (2011) tarafından yapılan çalışma göre, içecek ambalajı için kâğıt ve karton kullanılması polietilen ve alüminyum folyo ile kompozit oluşturularak sağlanmaktadır ve içerisindeki farklı malzemelerin birbirinden ayrılması geri dönüşürülmesini zorlaştırdığından kompozit ambalaj plastiğe göre daha yüksek çevresel etkiye sahiptir. İçecek endüstrisinde ambalaj malzemesi olarak plastik ve cam kullanımının yüksek paya sahip olması sebebiyle bu bölümde cam ve PET ambalaj malzemesinin çevresel sürdürülebilirliği YDD metodolojisi kullanılarak yorumlanacaktır. Bu bölümün amacı, Türkiye'de seçilen plastik ve cam içecek ambalaj atıklarını ulusal geri dönüşüm hedeflerine paralel olarak yaşam döngüsünü tüm değer zinciri boyunca değerlendiren ve sürdürülebilir tüketim ve üretim hedeflerine ulaşmak için yol haritasının geliştirilmesi yolunda bilime dayalı öneriler sunan örnek ile cam ve PET ambalaj atıklarının döngüsel ekonomi kapsamında değerlendirilmesidir.

Döngüsel Ekonomi ve Ambalaj Atığı Yönetimi

Ömrünü tamamlamış ürünleri kullanım aşamasından sonra başka bir ürün için hammadde kaynağına dönüştürerek israfı en aza indirmeyi hedefleyen döngüsel ekonomi yaklaşımı, maliyeti düşürerek ekonomiye katkı sağlamaktadır. Yeniden kullanıma, yeniden kullanım mümkün olmadığında ise geri dönüşüme, gerektiğinde onarım yapılmasına, tamir edilemediğinde yeniden üretim sürecine dahil edilmesine teşvik etmesi, döngüsel ekonominin üretim verimliliğini artırmasını sağlayan öncü unsurlardır. Döngüsel ekonomiye geçiş, her ülkenin sera gazı emisyonlarını %70'e varan oranda azaltıp düşük karbon ekonomisine fayda sağlamaktadır. Toplama ve bertaraf maliyetlerini en aza indirmeyi hedefleyen geleneksel atık yönetimi, ürünün yaşam döngüsü aşamalarının her birinde maksimum değeri elde etmeyi amaçlayan döngüsel ekonomiyle farklılık göstermektedir (Stahel, 2016). Kirchherr, Reike, & Hekkert (2017) tarafından yapılan çalışmaya göre, döngüsel ekonomi, ürünlerin üretim, dağıtım ve

tüketim aşamasında olduğu gibi kullanım ömrü boyunca kaynakları, hammadde kullanımını azaltarak, yeniden kullanarak, geri dönüştürerek ve geri kazanarak ömrünü tamamlamış ürünlerin yeniden değer kazandığı ekonomik bir sistemdir. Bu bütünsel yaşam döngüsü yaklaşımı, döngüsel ekonomi kavramının arkasındaki sürdürülebilirlik hedefini sayısal verilerle daha verimli şekilde değerlendirmeye yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda döngüsel ekonomi, yaşam döngüsü çevresel etki değerlendirmesi ve yaşam döngüsü çevresel maliyet analizleri uygulamaları açısından da büyük önem taşımaktadır. Döngüsel ekonomi yaklaşımı ayrıca, herhangi bir ürünün her bir yaşam döngüsü aşaması için kaynak girdisi, enerji sızıntısı ve emisyon çıktısı ile proses atıkları için muhtemel her bir endüstriyel simbiyoz fırsatını da içermektedir (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017).

Temel olarak döngüsel ekonomi, çevresel etkiyi azaltarak ve değerli malzemeleri ekonomiye geri kazandırarak atık yönetimi hiyerarşisinin etkin bir şekilde uygulanmasında yol göstericidir. Kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasına katkı sağlamak için atığın azaltılması, yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesine odaklandığından, yakma ve düzenli depolama seçenekleri döngüsel ekonomi yaklaşımında tercih edilmeyen uygulamalardır (Pires & Martinho, 2019), çünkü atıkların yakılması ve depolanması süresinde döngüsel ekonomiye hiçbir katkı sağlanmamaktadır (Sazdovski, Bala, & Fullana-i-Palmer, 2021) Bu sebeple içecek ambalajlarının döngüsel ekonomi açısından değerlendirilmesinde yeniden kullanım ve geri dönüşüm uygulamalarına odaklanılmaktadır.

Döngüsel ekonominin temel ilkeleri, atığın önlenmesini, biyosfer için zararlı malzemelerin azaltılmasını, daha uzun hizmet ömrü sağlamak için ürünlerin dayanıklı parçalardan üretilmesini ve tüm yaşam döngüsü aşamalarında yenilenebilir kaynakların kullanılmasını kapsamaktadır. Bu ilkelerle ürünün yeniden kullanılması ve daha iyi tasarlanması, malzeme temini ve bertaraf maliyetini düşürmektedir (Ellen MacArthur Vakfı, 2013). Dolayısıyla, döngüsel ekonomi sayesinde sadece çevresel etkilerin azaltılması değil, aynı zamanda ekonomik kazanımlar da elde edilmektedir. Avrupa'da her yıl üretilen 78 milyon ton plastik ambalajın %98'i saf petrol bazlı hammaddelerden üretilirken, bunların sadece %14'ü tüketim aşamasından sonra geri dönüştürülmekte, %40'ı düzenli depolama alanına gönderilmekte ve %30'u doğaya salınmaktadır (Guillard vd., 2018). Bunun sonucunda, döngüsel ekonomiye katılmayan ambalajlar olarak bazı olumsuz çevresel etkilere neden olmaktadır.

Ellen MacArthur Vakfı (2015) tarafından yayınlanan rapora göre, döngüsel ekonomi, tatlı su kalitesi ve tükenmesi, toprağın bozulması, biyoçeşitliliğin azalması, deniz ve kıyı ekosisteminin kalitesi, ürün ve malzeme israfı, kentleşme, sağlık ve yaşam kalitesi kaybı gibi çevresel sorunlara çözüm bulmaya çalışmaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınma amaçları ile döngüsel ekonomi arasında doğrusal bir ilişki vardır. Sağlık ve refahı hedefleyen SKA 3, tehlikeli kimyasalların neden olduğu sağlık sorunlarının ve hava, su, toprak kirliliğinin azaltılması ile ilgilidir. Temiz su ve sanitasyon ile ilgili olan SKA 6, temel

olarak endüstriyel aktiviteler de dahil olmak üzere su kirliliğinin azaltulmasını, su kaynaklarının verimli kullanılmasını hedeflemektedir. Döngüsel ekonomi, yenilenebilir enerji kullanımını desteklediğinden, erişilebilir ve temiz enerji (SKA 7) ile doğrudan ilişkilidir. İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme hedefi (SKA 8), tüketim ve üretim aşamasındaki kaynak verimliliği ve iş gücünün artmasıyla ilgili olup Stahel (2016) tarafından yapılan çalışmada, döngüsel ekonominin iş gücü ihtiyacını %4'e kadar artırabileceğinden bahsedilmektedir. İçecek endüstrisinden kaynaklanan ambalaj atıklarının döngüsel ekonomi kapsamında değerlendirilmesiyle en çok ilgisi olan sürdürülebilir kalkınma amacı, sorumlu tüketim ve üretimidir (SKA 12). Bu amaç, ürünün, beşikten mezara yaklaşımıyla, yaşam döngüsü boyunca kaynak tüketiminin azaltulmasını, yeniden kullanımını ve geri dönüşümü artırmayı, dolayısıyla sürdürülebilir atık yönetimine odaklanmayı amaçlamaktadır. Ambalaj atığının döngüsel ekonomiye katılması, yaşam döngüsündeki çevresel ayak izini azaltmayı amaçlamaktadır. Bu amaç, üretim aşamasında gözlemlenen karbon ayak izini de kapsadığından SKA 13, iklim eylemi hedefiyle örtüşmektedir. Karasal yaşam (SKA 15) hedefi, kaynaklar için çevre dostu alternatiflerin seçiminin desteklenmesini sağlayarak biyoçeşitlilik kaybını azaltmayı hedeflemektedir (Birleşmiş Milletler, 2015). Plastik üretim ve tüketiminin günümüzdeki hızıyla devam etmesi durumunda, 2050 yılına kadar okyanuslarda, ağırlıkça, balıktan daha fazla plastik olacağı tahmin edilmektedir (Dünya Ekonomik Forumu, Ellen MacArthur Vakfı, & McKinsey & Company, 2014). Bilim insanları, 2010 yılında okyanusa yaklaşık 8 milyon metrik ton plastik girdiğini düşünüyor (ABD Ticaret Bakanlığı, 2021). Her yıl en az 8 milyon ton plastiğin okyanusa ulaştığı tahmin ediliyor (Uluslararası Doğayı Koruma Birliği, 2018). Bu noktada, plastik ambalaj atığının sudaki yaşam hedefi (SKA 14) ile ilişkisi ortaya koyulmaktadır. Döngüsel ekonomi yaklaşımı atık oluşumunu önleme, doğal kaynakların korunması ve oluşan atığın yönetimi kapsamında çevresel sürdürülebilirlik ve yeşil ekonomi açısından çok önemli bir yere sahiptir.

Ambalaj Atıkları

Cam ve plastik gibi ambalaj malzemelerinin çoğu ikincil hammadde olarak değerlendirilebilir olduğundan yeniden kullanıldığında ya da geri dönüştürüldüğünde doğal kaynak tüketiminin ve sera gazı emisyonunun azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Nelles, Grünes, & Morscheck, 2016). Birincil hammadde tüketimini azaltmak için üretim aşamasında geri dönüştürülen malzemelerin bir kısmı kullanılmaktadır. Cam ambalaj için kaydedilen en yüksek geri dönüştürülmüş içerik oranı %55 iken, PET ambalaj için bu oran %50'dir (Sazdovski vd., 2021). Bu seviyelerde geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının başarılı bir şekilde uygulanması, araştırma kapsamında incelenen ambalaj türlerinin cam ve plastik olarak belirlenmesindeki öncü nedenlerden de biri olmuştur. Ambalaj atıklarının döngüsel ekonomi yaklaşımı ile değerlendirilebilmesi için kullanılan kaynağın azaltılması, endüstriyel simbiyoz, yeniden kullanım ve geri dönüşüm uygulamaları potansiyeline sahip olması gerekmektedir.

Cam Ambalaj

Çalışma kapsamında incelenen ambalajlardan biri olan cam malzemesinin ana yapısı saf kum olup, yüksek miktarda farklı erime noktalarına sahip silisyum dioksit (SiO₂) içermektedir. Cam üretim süreçleri, temelde atık cam ile birincil kalitede camın değiştirilebilmesini sağlamak için tamamen tersinir olan eritme prosesini ve ürünün tasarımını kapsamaktadır. Kullanım aşamasından sonra elde edilen cam atıkları, tekrar cam ambalajı ve yalıtımı sağlayan cam yünü üretiminde kullanılmaktadır. Cam, kalitesini kaybetmeden %100 geri dönüştürülebildiği için çok değerli bir malzemedir ve geri dönüşüm sürecinde herhangi bir atık ve/veya yan ürün oluşturmamaktadır (Baeyens, Brems, & Dewil, 2010). Geri dönüştürülmüş cam içeriği, ambalajın rengine göre beyaz cam şişede %35, renkli cam şişede ise %85 olarak değişmektedir (Sazdovski vd., 2021). Bu sebeple, renkli cam daha az miktarda birincil hammadde gerektirdiği için daha çevre dostu olarak nitelendirilebilir. Cam üretim aşamalarının tamamında tüketilen enerjinin, %75'inin sadece eritme aşamasında kullanılması cam ambalajın dezavantajı olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan, atık cam halihazırda kristal yapıya sahip olmadığından, yeniden eritme aşamasında daha az miktarda ısı enerjisi gerektirmektedir ki bu durum aynı zamanda eritme prosesinde kullanılan fırının ömrünü de uzatmaktadır (Baeyens vd., 2010).

Cam ambalaj atıklarının azaltılması için araştırmacılar, ağırlık, yeniden doldurma oranı ve yeniden doldurma mesafesini dikkate alarak yeniden dolun sistemlerini değerlendirmiş ve yaşam döngüsü değerlendirmeleri sonucunda varsayılan yeniden doldurma oranlarında ciddi bir çeşitlilik olduğunu ortaya koymuşlardır. Tekrar doldurulabilir cam şişe sistemi, yıkama işlemi ile yüksek sıcaklık gerektirdiğinden daha fazla enerji tüketimine sebep olan sterilizasyon işlemi, iklim değişikliği etkilerini artırmaktadır. 30000 cam şişenin tekrar kullanım amacıyla sağlığa uygun bir hale getirilmesi için spesifik elektrik tüketimi 60 kWh olarak hesaplanmış ve şişe başına fazladan 1128 MJ/sa doğal gaz ve 190-220 ml su tüketimi gerekmiştir. Cam ambalajın yeniden dolun sisteminde kullanılması ile ilgili yapılan bazı YDD çalışmalarında, bahsedilen bu enerji tüketiminin dikkate alınmamasına (Sazdovski vd., 2021) ve işlem süresince kaynak ve hammadde tüketimi olmasına rağmen, cam ambalajı, tüketici sonrası atıkların azaltılması, tekrar kullanılması ya da geri dönüştürülmesiyle dögüsel ekonomiye katkı sağlamaktadır.

Plastik Ambalaj

Dögüsel ekonomi kapsamında değerlendirilmesi önemli görülen bir diğer ambalaj türü ise yapısı, düşük fiyatı, hafifliği, kullanım pratikliği ve aşınmaya karşı olan dayanıklılığı sebebiyle dikkat çeken plastik maddelerdir (Jang vd., 2020). Tüketici tarafından elden çıkarılmış plastikler için altı farklı polimer reçinesi bulunmaktadır ve bu reçinelerin kodları ürünlerin üzerinde 1'den 7'ye kadar numaralandırılmıştır. Bunlardan birincisi PET (polietilen tereftalat), ikincisi HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen), üçüncüsü PVC (polivinil klorür), dördüncüsü LDPE (düşük yoğunluklu polietilen), beşincisi PP (polipropilen), altıncısı PS (polistiren) olmakla birlikte, yedincisi ise geri kalan tüm reçineleri ya da reçine karışımlarını kapsamaktadır. Reçinenin geri dönüştürülebilir

olup olmadığına, reçinenin yapısına ve kimyasal bileşimine bakılarak karar verilmektedir. Örneğin, geri dönüşüm aşaması sırasında farklı reçinelerden oluşan plastiklerin birbiriyle karışması, plastiklerin ayrıştırılmasını ve geri dönüşümünü zorlaştıracaktır. İçecek ambalajlarında diğer reçine türleri sıklıkla kullanılmadığı için, bu ürünlerin ambalajlanmasında ağırlıklı olarak PET türüne önem verilmektedir. Buna ek olarak, saf PET ambalaj ile ambalajlanan ürünler; su, alkolsüz içecek, salata sosu, fıstık ezmesi, bitkisel yağ şişeleri ve yumurta kartonlarını içermektedir. Bu ürünlerin ambalajlanmasında kullanılan PET malzemelerin geri dönüştürülmesi sayesinde halı, tişört, yün ve bez çanta gibi ürünlerin üretiminde kullanılabilen yardımcı ürünler elde edilmektedir (Rudolph, Kiesel, & Aumnate, 2020).

Döngüsel ekonomi konsepti doğrultusunda, plastik ambalajların yönetim sürecinde karşılaşılan çevresel ve ekonomik sorunların mutlak çözümü geri dönüşüm olmadığından, atık azaltımı ve ambalaj tasarımında iyileştirmeler gibi çözümler geliştirilmelidir (Guillard vd., 2018). Ülkelerin çoğu, geri dönüştürülebilir olan PET'in değerini kabul etmiş ve yasal teşvikleri geliştirerek bu tür atıklar için tüketici davranışlarını değiştirmeyi amaçlamıştır. Örneğin, Avrupa Komisyonu, 2030 yılına kadar piyasadaki bütün ambalaj materyallerinin döngüsel ekonomi kapsamında yeniden kullanılabilir ya da geri dönüştürülebilir olmasını hedeflemektedir (Avrupa Komisyonu, 2019, 2020a). Komisyon, önleyici tedbirlerle ambalaj kullanımını ve ambalaj atığını azaltmaya, ambalajları yeniden kullanılabilirliği ve geri dönüştürülebilirliği hedefleyerek tasarlamaya ve ambalaj malzemelerinin karmaşıklığını azaltmaya odaklanmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2020a). Ayrıca, tüketim sonrası oluşan plastik ambalaj atıklarının verimli bir şekilde toplanması ve iyileştirilmesi oldukça önemlidir. Bu aktivitelerin düzgün bir şekilde uygulanmaması, insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Jang vd., 2020).

Ambalaj atıklarının döngüsel ekonomiye dahil edilmesinde atık toplama aşaması zorlayıcı olabilmektedir. Yerleşim alanlarında ve civarında atıkların ayrı toplanmasına yardımcı olacak geri dönüşüm kutularının bulunmaması, insanların geri dönüştürülebilir atığın öneminden haberdar olmasına ve bu uygulamanın bir parçası olarak rol almasına engel oluşturmaktadır. Avrupa Komisyonu, ambalaj atığının geri dönüşüm sürecine dahil edilmesini kolaylaştıracak olan kaynağında ayrıştırma sistemini iyileştirmek için ambalaj etiketlemenin uygulanabilirliğini değerlendirmektedir (Avrupa Komisyonu, 2020a). Örneğin, süpermarketlerdeki depozito sisteminin uygulanmasını sağlayan geri dönüşüm otomatları, halkı içecek ambalajlarının geri dönüştürülmesine ve bu geri dönüştürülebilir atıkların döngüsel ekonomiye kazandırılmasına yönlendirmektedir. Buna ek olarak, kamusal alanlarda içme suyunun erişilebilirliğinin artırılmasını belirten İçme Suyu Direktifi gerekliliğinin izlenmesi ve desteklenmesi ile küçük hacimlerde ambalajlanmış su tüketiminin azaltılması ve bu şekilde ambalaj atıklarının önlenmesi amaçlanmıştır (Avrupa Komisyonu, 2020a). Önceden de ifade edildiği gibi, yasal uygulamalar, teşvikler ile atığın azaltımı, yeniden kullanımı, geri dönüştürülmesi ve ambalaj atığının değeri hakkındaki toplum bilinci

döngüsel ekonomi verimini artırmak açısından oldukça önemlidir. Ayrıca, PET malzemesinden üretilen ambalaj atığı miktarını azaltma stratejileri, tüketicinin, ürün üreticisinin, ambalaj üreticisinin ve dağıtıcının davranışsal değişikliklerine odaklanmalıdır. Örneklendirmek gerekirse; yüksek miktarda ambalaj atığı oluşumuna sebep olabilen küçük boyutlu şişelere olan talebin azalması, satış miktarının düşmesine ve üreticilerin küçük boyutlu şişeleri kaldırarak kar elde etmesine yardımcı olabilir (Becerril-Arreola & Bucklin, 2021).

Plastik ambalajı geri dönüştürme yöntemleri çevresel ve ekonomik etkenler göz önünde bulundurularak incelendiğinde, en avantajlı geri dönüşüm yöntemi mekanik geri dönüştürmedir, fakat ambalaj atığının kirlendiği ya da başka plastik türleriyle karıştığı durumlarda bu yöntemi uygulamak zor olabilmektedir. Plastik geri dönüşümü için bir diğer teknik ise, hammadde geri dönüşümünü sağlayarak atıkların kalitesinde herhangi bir bozulma olmadan, yeni petrokimyasalların ve plastiklerin hammadde olarak kullanılmak üzere yüksek değerli malzemeye dönüştürülmesidir. Gazlaştırma, piroliz, hidroparçalama yöntemleri ile bu tür maddelerin geri dönüşümü sağlanabilmektedir (Baeyens vd., 2010). Döngüsel ekonomi kapsamında değerlendirildiğinde, bu tekniklerin de kendilerine göre öncelikleri bulunmaktadır. Plastik ambalajın döngüselliklerinin temel amacı, döngüsel ekonomiye dahil olan ürün ve malzemelerin değerini her zaman en üst seviyede tutmaktır. Çevre dostu ekonominin teknik döngüsü, öncelik sırasına göre; ambalajın mümkünse yeniden kullanımı, sonrasında kapalı döngülerde mekanik geri dönüşümü, kademeli geri dönüşümü, bir diğer ifade ile açık döngülerde mekanik geri dönüşümü ve kimyasal geri dönüşümü şeklindedir. Kapalı döngülerde mekanik geri dönüşüm, malzeme kalitesini ana malzemeyle aynı şekilde korurken; malzemenin ana kalitesinin ve özelliğinin kaybolduğu açık döngülerde mekanik geri dönüşümü, değer korunumu ve olası döngüsellik seçeneklerini artırmaktadır. Kimyasal geri dönüşüm, polimeri, tekrar polimer üretmek amacıyla monomerlere, diğer hidrokarbon ürünlerine veya hammaddeye ayrılması ile gerçekleştirilmekte ve bu işlem, mekanik geri dönüşüm uygulamasına nazaran daha az değer korunması sağlanarak yapılmaktadır (Dünya Ekonomik Forumu vd., 2014). Toplama ve ayırma teknolojisinin yanı sıra, şişe üretimi için kapalı döngü geri dönüşüm sürecine dahil olan PET miktarı, şişeden şişeye geri dönüşümün uygulanması için mavi ya da renksiz olması koşuluyla ambalajın rengine göre değişmektedir. Yeşil olarak tasarlanan PET şişelerin geri dönüşüm seçenekleri sınırlıdır ve sadece elyaf üretimi, içecek dışı ambalaj malzemesi olarak kullanılabilir olduğundan kapalı döngü geri dönüşümünün bir parçası olarak kabul edilmemektedir. Tüketicilerin tasarım seçimleri ve atık ayrıştırma kabiliyeti, geri dönüştürülebilir malzemenin kalitesi ve nihai kaderi üzerinde etkilidir (Haupt, Vadenbo, & Hellweg, 2017). Bu sebeple üreticilerin, malzeme kalitesini ve nihai kaderini değerlendirerek tüketicilerin tercih edebileceği çevre dostu ambalaj üretimi üzerine çalışmalarını gerekmektedir. Örneğin, ambalaj tasarımının döngüsel ekonomiye katkısını göstermek için şişelerin ağırlığını azaltmak, Coca-Cola'nın yılda 90 milyar dolar tasarruf etmesini sağlamaktadır (Romero-Hernández & Romero, 2018).

Cam ve Plastik İçecek Ambalajının Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Yaklaşımı ile Döngüsel Ekonomi Kapsamında İncelenmesi

Çevresel sorunlar ve toplama oranlarının kısıtlı olması dikkate alınarak döngüsel ekonominin değerlendirilmesi kapsamında YDD metodolojisinin uygulanması şiddetle tavsiye edilmektedir (Haupt & Zschokke, 2017). Çevresel etkilerin değerlendirilmesini sağlayan bu metodolojinin uygulanabilmesi için ürünün yaşam döngüsü boyunca tükettiği tüm enerji, su ve hammaddeler ile açığa çıkardığı bütün atık ve emisyonların ayrıntılı verileri toplanmaktadır. Bu şekilde çeşitli parametreler için varsayımlar yapılarak cam ve PET malzemesinden oluşan iki çeşit içecek ambalajına ait yaşam döngüsü değerlendirme çalışmaları yapılmaktadır. YDD'nin kullanıldığı çalışmaların çoğunda, ürünlerin döngüsel ekonomisini destekleyen geri dönüşüm oranı, geri dönüştürülmüş içerik, kayıplarla ilgili geri dönüşüm içeriğinin verimi ve yeniden doldurulabilir şişeler tartışılmaktadır. Bu yaklaşıma sahip, içecek ambalajlarına odaklanarak yürütülen bir çalışmaya göre, beşikten kapıya yaklaşımının seçildiği bazı çalışmalar yaşam döngüsü aşamalarından taşıma, kullanım, geri dönüşüm gibi aşamaları kapsamamaktadır (Sazdovski vd., 2021). Bu nedenle, tüm yaşam döngüsü aşamalarının dikkate alınmadığı ambalaj türü karşılaştırmaları kapsayıcı olmamaktadır. Örneğin, bir cam ambalaj üretim tesisi, döngüsellliği artırmak amacıyla tüm üretim proseslerinde yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak, YDD çalışmaları sonucunda PET ambalaj üretiminin daha az çevre dostu olduğu sonucuna varılmasına sebep olabilmektedir. Dolayısıyla, içecek ambalajlarında sürdürülebilirliğin ve döngüsel ekonominin sağlanması amacıyla, ambalaj malzemelerinin yeniden doldurulabilir sistemleri doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen tüm faktörler göz önünde bulundurularak yaşam döngüsü değerlendirmesi kapsamında uygulanmalı, ambalaj tasarımı aşamasında model üretimi için gerçek veriler kullanılmalıdır. Cam, renkli cam, PET gibi malzeme ve içecek türlerinin karşılaştırılmasına bağlı olarak, çoğu yaşam döngüsü değerlendirmesi, PET ambalajın ağırlık azaltımının çok daha sürdürülebilir olduğunu ortaya koymaktadır (Sazdovski vd., 2021). Fakat, bu durum farklı tekrar kullanım, yeniden tasarım, atık azaltma stratejileri geliştirilerek daha kapsamlı bir şekilde incelenip, çevresel yükü azaltmada en etkili ambalaj ve yöntem belirlenebilir. Buna ek olarak, ürünün tasarım aşamasındaki çevresel etkiler YDD metodolojisi sayesinde belirlenip, en çok çevresel ayak izine sebep olan aşamanın farkında olarak yenilikçi çözümler bulunabilir. Farklı ülkelere ait geri dönüşüm hedeflerinin çevresel etkilerini karşılaştırmada da YDD metodolojisi kullanılmaktadır. Fakat, ülkelerin geri dönüştürülebilir ambalaj atıklarını kaynağında ayırabilme başarısı da teoride hesaplanan değerlerin gerçek hayattaki verilerle örtüşmemesinin bir sebebi olduğu unutulmamalıdır.

Plastik ve cam ambalaj için geri dönüşüm oranı senaryoları, 2017 ve 2018 verileri ve 2025 yılına yönelik hedefler olarak değerlendirilmiştir (Korkmaz, 2019). Yüksek lisans tez çalışması için zamanında değerlendirilen hedefler, 26.06.2021 tarihi itibarıyla yürürlüğe giren Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (R.G. No. 31523, 26.06.2021) ile aynı hedefleri kapsamaktadır. Mevcut durum ve hedeflere göre belirlenen senaryolar Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. *İncelenen Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Çalışmasında PET ve Cam Şişe Atıklarının Mevcut Durum ve Hedeflere Göre Belirlenen Senaryoları (Korkmaz, 2019)*

Senaryo Numarası	Senaryo Açıklaması
1	2017 yılına ait ambalaj atık verilerinin düzenli depolanması
2	2017 yılına ait ambalaj atık verilerinin bir miktarının geri dönüştürülmesi
3	2018 yılına ait ambalaj atık verilerinin düzenli depolanması
4	2018 yılına ait ambalaj atık verilerinin bir miktarının geri dönüştürülmesi
5	2025 yılına yönelik hedefleri kapsayan Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde (R.G. No. 31523, 26.06.2021) belirtilen hedeflere göre hepsinin düzenli depolanması
6	2025 yılına yönelik hedefleri kapsayan Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde (R.G. No. 31523, 26.06.2021) cam ve plastik malzemeler için geri dönüşüm hedeflerinin uygulanması
7	Ambalaj atıklarının gelecek hedeflere göre düzenli depolama yerine yakma işleminin uygulanması
8	Ambalaj atıklarının AB Döngüsel Ekonomi Paketi hedeflerine göre belli bir miktarının geri dönüştürülmesi ve düzenli depolanması

Bu çalışmada ambalaj ürünlerinin geri dönüşüm aşaması için ambalaj atıklarının ayrı toplandığı ve geri dönüştürülmüş malzemelerin tamamının içecek ambalajı hammaddesi olarak kullanıldığı varsayılmıştır. Bu yaşam döngüsü etki değerlendirmesinde, cam ve PET içecek ambalajı ürünlerinin çevre üzerindeki potansiyel etkileri; küresel ısınma potansiyeli, asidifikasyon potansiyeli, ötrofikasyon potansiyeli, ozon tabakası incelleme potansiyeli ve fotokimyasal ozon oluşumu potansiyeli etki kategorileri özelinde incelenmiştir. Bu bölümde farklı senaryolara göre küresel ısınma potansiyeli dikkate alınmakta ve döngüsel ekonominin iklim değişikliğine etkisi vurgulanmaktadır. Senaryolar arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla, cam ve PET materyallerinden üretilen ambalajlar için yürütülen her iki YDD çalışmasında da 2017 yılına ait düzenli depolama senaryosu temel alınmıştır.

Karakterizasyon sonuçlarına göre, PET şişenin 2017 yılına ait düzenli depolama senaryosu, küresel ısınma için en kötü çevresel performans sergileyen seçenektir. PET şişe için oluşturulan diğer senaryolar ile temel senaryoya ait küresel ısınma potansiyeli sonuçları karşılaştırıldığında, en çok 8. senaryoda azalma gözlemlenmiş olup çevresel anlamda en avantajlı seçenek olarak belirlenmiştir. Cam şişe için yapılan karakterizasyon çalışmasına göre, küresel ısınma için en kötü performansa Senaryo 1 sahiptir. Ayrıca, cam ambalaj ürününün yaşam döngüsü değerlendirildiğinde, küresel ısınma potansiyeli bakımından en iyi senaryo AB senaryosu olarak değerlendirilmiştir (Korkmaz, 2019).

Avrupa Birliği Yeşil Mutabakat kapsamında ambalaj atığının önlenmesi ve azaltılması için ilgili hedefleri ve ölçüleri içeren yeni yönetmelikler gerekmektedir. Buna dayanarak Avrupa Komisyonu geri dönüştürülmüş içeriğe sahip ikincil hammadde pazarını artırmak için yasal gereklilikleri dikkate alacaktır. Ayrıca, Komisyon 2030 yılına kadar Avrupa Birliği pazarındaki tüm ambalajların ekonomik olarak uygulanabilirliğini sağlayarak yeniden

kullanılabilir ya da geri dönüştürülebilir olmasını sağlamak için gereklilikleri geliştirecek ve tek kullanımlık plastikleri azaltmaya yönelik çalışmalar yapacaktır (Avrupa Komisyonu, 2019). Türkiye’de ise Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde (R.G. No. 31523, 26.06.2021) belirtildiği üzere 2031 yılına kadar cam ambalajların yıllık geri dönüşüm oranı %75, plastik ambalajların yıllık geri dönüşüm hedefi %55 olarak belirtilmiştir. Ayrıca, ambalaj atıkları için depozito sisteminin ve biriktirme ekipmanlarının gereklilikleri yönetmelikte bahsedilmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021). Bu hedeflere ulaşmak için gerekli uygulamalar başarı ile tamamlanırsa, gelecekte ambalaj atıkları döngüsel ekonomiye geçişte katkı sağlayacaktır.

Sonuç

Bu bölümde genel çerçevede ambalaj atıklarının tekrar kullanılarak, yeniden tasarlanarak, geri dönüştürülerek ve geri kazanılarak döngüsel ekonomiye sağlayabileceği çevresel katkı incelenmektedir. Tüm paydaşların endüstriyel ürünlerin küresel ısınma potansiyeline olan etkisinde sorumluluk sahibi olmasının yanında, sera gazı emisyonlarını azaltma çalışmalarında hükümetin teşvik ve ceza uygulamaları çok sağlam bir itici güç olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla ülkeler çeşitli hedefler belirleyerek bu hedefler doğrultusunda çalışmalar yapmaya başlamıştır. Diğer yandan, mevcut piyasa odaklı güçler, özel sektörün çevre dostu üretimler yapmasını teşvik etmektedir. Bu nedenle uluslararası standartlara ve sürdürülebilir ambalaj uygulamalarının yasal ve gönüllü yönlerine ayrıca önem verilecektir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi sonuçlarını döngüsel ekonomi temelleriyle birlikte değerlendirmek, çevre dostu ya da çevresel yükü daha az olan ambalaj seçiminde üreticiler ve tüketiciler için oldukça önemlidir. Birlikte değerlendirilen bu sonuçlar, ambalaj atıklarının sera gazı emisyonlarına olan katkısını göstermekle birlikte bu süreçte geri dönüşüm uygulamalarının sonuçlarının küresel ısınma potansiyeli odağında incelenmesine olanak sağlamıştır. Bu sebeple, cam ve PET içecek ambalajının yaşam döngüsü değerlendirmesi çalışması ele alınmıştır. Bu çalışma sonucunda, Türkiye’nin 2017 ve 2018 yılındaki geri dönüşüm stratejilerinin küresel ısınma potansiyeli incelenmiştir. Ayrıca, AB ülkelerinin geri dönüşüm stratejileri ile karşılaştırılarak geri dönüşüm hedeflerine göre Türkiye’nin gelecekteki hedeflerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun sonucunda, küresel ısınma potansiyeli etki kategorisi bakımından AB senaryosunun daha iyi sonuçlar vermesi öngörülmektedir (Korkmaz, 2019). Dolayısıyla, AB ülkelerinin cam ve plastik için geri dönüşüm hedeflerinin çevresel faydasından yola çıkarak Türkiye’deki hedeflerin iyileştirilmesi, ülkemizin döngüsel ekonomiye olan katkısını şüphesiz artıracaktır.

Türkiye’deki Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (R.G. No. 31523, 26.06.2021), ambalaj atıklarının döngüsel ekonomiye katkı sağlaması bakımından teknik esasları içermektedir. Atık yönetimi hiyerarşisi dikkate alındığında, öncelikli olarak atığın azaltılması ve tekrar kullanılması hedeflenmektedir. Eğer bu uygulamalar gerçekleştirilemiyorsa, cam ve PET şişenin geri dönüşüm yöntemiyle döngüsel ekonomiye kazandırılması iklim değişikliği etkisinin

azaltılması açısından değerli bir uygulamadır. Günlük hayatta fazla miktarda açığa çıkan ambalaj atıklarının yönetimi tüketici, üretici, devlet yönetimindeki karar verici paydaşlar olmak üzere toplumun her bir parçasını ilgilendirmektedir. Çevresel farkındalığın artmasıyla birlikte tüketicileri davranış değişikliğine teşvik etmek ve üreticilerin sürdürülebilir ambalaj üretimi için çalışmalar yapmalarını sağlamak için devlet desteği oldukça önemlidir. Bu çalışma, üreticiler, tüketiciler ve politika belirleyiciler için yol gösterici olarak kullanılabilir.

Kaynakça

- ABD Çevre Koruma Ajansı. (2020). *Advancing Sustainable Materials Management: 2018 Fact Sheet*.
- ABD Ticaret Bakanlığı. (2021). A Guide to Plastic in the Ocean. <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/marinedebris/plastics-in-the-ocean.html> [Erişim Tarihi: 15.06.2021]
- Avrupa Komisyonu. (2019). The European Green Deal. *European Commission*, 53(9), 24. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004
- Avrupa Komisyonu. (2020a). *Circular economy action plan*. European Commission, (March), 28. DOI: 10.2775/855540
- Avrupa Komisyonu. (2020b). *Energy, transport and environment statistics 2020 edition*. DOI: 10.2785/463410
- Baeyens, J., Brems, A., & Dewil, R. (2010). Recovery and recycling of post-consumer waste materials. Part 2. Target wastes (glass beverage bottles, plastics, scrap metal and steel cans, end-of-life tyres, batteries and household hazardous waste). *International Journal of Sustainable Engineering*, 3(4), 232–245. DOI: 10.1080/19397038.2010.507885
- Becerril-Arreola, R., & Bucklin, R. E. (2021). Beverage bottle capacity, packaging efficiency, and the potential for plastic waste reduction. *Scientific Reports*, 11(1), 1–11. DOI: 10.1038/s41598-021-82983-x
- Birleşmiş Milletler. (2015). *The 17 Goals*. <https://sdgs.un.org/goals> [Erişim Tarihi: 13.06.2021]
- Dünya Ekonomik Forumu, Ellen MacArthur Vakfı, & McKinsey & Company. (2014). *The New Plastics Economy*.
- Ellen MacArthur Vakfı. (2013). *Towards the Circular Economy*, Vol 1.
- Ellen MacArthur Vakfı. (2015). *Growth Within: A circular economy vision for a competitive Europe*.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
- Guillard, V., Gaucel, S., Fornaciari, C., Angellier-Coussy, H., Buche, P., & Gontard, N. (2018). The Next Generation of Sustainable Food Packaging to Preserve Our Environment in a Circular Economy Context. *Frontiers in Nutrition*, 5, 1–13. DOI: 10.3389/fnut.2018.00121
- Haupt, M., Vadenbo, C., & Hellweg, S. (2017). Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 615–627. DOI: 10.1111/jiec.12506
- Haupt, M., & Zschokke, M. (2017). How can LCA support the circular economy?—63rd discussion forum on life cycle assessment, Zurich, Switzerland, November 30, 2016. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(5), 832–837. DOI: 10.1007/s11367-017-1267-1
- Jang, Y. C., Lee, G., Kwon, Y., Lim, J., & Jeong, J. (2020). Recycling and management practices of plastic packaging waste towards a circular economy in South Korea. *Resources, Conservation and Recycling*, 158, 104798. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.104798

- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What A Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005
- Korkmaz, A. P. (2019). *Environmental Sustainability for Selected Packaging Wastes*. Yüksek Lisans Tezi. Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü.
- Nelles, M., Grünes, J., & Morscheck, G. (2016). Waste Management in Germany – Development to a Sustainable Circular Economy? *Procedia Environmental Sciences*, 35, 6–14. DOI: 10.1016/j.proenv.2016.07.001
- Pires, A., & Martinho, G. (2019). Waste hierarchy index for circular economy in waste management. *Waste Management*, 95, 298–305. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.06.014
- Romero-Hernández, O., & Romero, S. (2018). Maximizing the value of waste: From waste management to the circular economy. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 757–764. DOI: 10.1002/tic.21968
- Rudolph, N., Kiesel, R., & Aumate, C. (2020). *Understanding Plastics Recycling*. DOI: 10.3139/9781569908471.fm
- Sazdovski, I., Bala, A., & Fullana-i-Palmer, P. (2021). Linking LCA literature with circular economy value creation: A review on beverage packaging. *Science of the Total Environment*, 771, 145322. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145322
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435–438. DOI: 10.1038/531435a
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). *Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023*.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020). *Çevresel göstergeler*.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2021). *Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği*. Resmî Gazete (Sayı: 31523). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/06/20210626-18.htm> [Erişim Tarihi: 12.09.2021]
- Uluslararası Doğayı Koruma Birliği. (2018). Marine Plastics. Erişim adresi: <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/marine-plastics> [Erişim Tarihi: 19.05.2021]
- Xie, M., Li, L., Qiao, Q., Sun, Q., & Sun, T. (2011). A comparative study on milk packaging using life cycle assessment: From PA-PE-Al laminate and polyethylene in China. *Journal of Cleaner Production*, 19(17–18), 2100–2106. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.06.022

Prof. Dr. NİLGÜN KIRAN CILIZ | Boğaziçi Üniversitesi | cilizn[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0002-5816-3887

İTÜ Kimya Mühendisliği'nden mezun olan Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız, doktora tez çalışmalarını İskoçya Strathclyde Üniversitesi, Uygulamalı Kimya Departmanı'nda "Atıklardan Petrokimyasal ve Enerji Eldesi" konusunda geliştirip Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlamıştır. TÜBİTAK-MAM Enerji ve Çevre Araştırma Enstitüsü'nde uzman araştırmacı olarak çalışırken Danimarka Teknik Üniversitesi tarafından üç sene boyunca aldığı uygulamalı eğitim sonucu Türkiye'nin ilk altı sertifikalı Temiz Üretim Uzmanından biri olmuştur.

Post-doktora çalışmalarını Danimarka Teknik Üniversitesi, Ürün Geliştirme Enstitüsü'nde Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi üzerine tamamladıktan sonra Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü'nde tam zamanlı öğretim üyesi olarak akademik kariyerine devam etmektedir. Kıran Cılız aynı zamanda 2007 yılından itibaren Üniversite'nin Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Araştırma Merkezi'nin Kurucu Müdürlüğü'nü ve 2010 yılı sonrası için Sürdürülebilir ve Yeşil Kampüs Koordinatörlüğü'nü çeşitli pozisyonlarda yürütmektedir. Çevre etiketinin endüstriyel ürünler için uygulanması ve farklı sektörler için çevre etiketi kriter ve kılavuz geliştirilmesi ile ilgili projeler yürüten Kıran Cılız, yine bu çerçevede, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi metodolojisi çalışmalarını sürdürmektedir. Katı atıklardan/artıklardan değerli kimyasal ve enerji geri kazanımı konuları uzmanlık alanı olup bu konuda farklı seviyelerde çalışmalar gerçekleştirmiştir.

UNDP "Rio+20 National Success Story Award" ödülünü "Tekstil Endüstrisi için Tişört Üretiminde Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Uygulamaları" çalışması ile almıştır. Birçok üretim ve hizmet sektörü için çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları ile karbon ve su ayak izi değerlendirmeleri gerçekleştirmektedir. Kıran Cılız, Cumhurbaşkanlığı Sıfır Atık Ödülü'nü almıştır ve buna bağlı olarak atık oluşumunun önlenmesi uygulamalarına da ağırlık vermiştir. Prof. Dr. Kıran Cılız, çeşitli ulusal ve uluslararası kurumların, vakıfların, komitelerin danışmanlık kurulunda çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili sürdürülebilir kalkınma hedef göstergelerinin uygulanmasında bilgilendirme yapmaktadır. Aynı zamanda, T.C. Çevre Ajansı Yönetim Kurulu'nda görev almaktadır. Nilgün Kıran Cılız evli ve iki kız çocuğu annesidir.

Prof. Dr. NİLGÜN KIRAN CILIZ | Boğaziçi University | cilizn[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0002-5816-3887

Graduated from Istanbul Technical University Chemical Engineering Department, Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız developed her doctoral thesis on "Petrochemical and Energy Recovery from Waste" at University of Strathclyde, Scotland, Department of Applied Chemistry, and completed it at Boğaziçi University, Institute of Environmental Sciences. While working as a senior researcher at TUBITAK Marmara Research Center, Energy and Environment

Research Institute, she became one of the first six certified Cleaner Production Experts in Turkey as a result of the applied training she received for three years by the Technical University of Denmark.

After completing her post-doctoral studies on Life Cycle Assessment at the Product Development Institute of the Technical University of Denmark, she continues her academic career as a full-time lecturer at Boğaziği University, Institute of Environmental Sciences. Kıran Cılız has also been the Founding Director of the University's Sustainable Development and Cleaner Production Center since 2007, and the Sustainable and Green Campus Coordinator in various positions after 2010. Kıran Cılız, who carries out projects related to the application of the environmental label for industrial products and the development of environmental labelling criteria and guides for different sectors, continues to work on the Life Cycle Assessment methodology within this framework. Valuable chemical and energy recovery from solid wastes/residues is her field of expertise, and she has worked on this subject at different levels.

She received UNDP "Rio+20 National Success Story Award" for the study titled "Life Cycle Assessment Practices in T-shirt Production for the Textile Industry". She carries out environmental sustainability practices, and carbon and water footprint assessments for many manufacture and service sectors. Kıran Cılız also received the Presidential Zero Waste Award and accordingly focused on waste prevention practices. Prof. Dr. Kıran Cılız provides information on the implementation of sustainable development target indicators related to environmental sustainability in the advisory boards of various national and international institutions, foundations, and committees. At the same time, she serves on the Turkish Environment Agency Board of Directors. Nilgün Kıran Cılız is married and has two daughters.

CEYDA KALIPÇIOĞLU | Boğaziği Üniversitesi | [ceyda.kalipcioğlu\[at\]boun.edu.tr](mailto:ceyda.kalipcioğlu[at]boun.edu.tr) | ORCID: 0000-0003-4859-6707

Ceyda Kalıpcıoğlu 1995 yılında Ankara'da doğmuştur. 2020 yılında lisans eğitimini Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde tamamlamıştır. Lisans sürecinde Erasmus bursu ile 6 ay Danimarka'daki Aarhus Üniversitesi'nde eğitim görmüştür. Çevre dostu bir ülkede bir dönem boyunca yaşamak, Kalıpcıoğlu'nun çevresel sürdürülebilirliğe olan ilgisini fark etmesini sağlamıştır. Türkiye'ye döndükten sonra sıfır atık, sürdürülebilir yakıt üretimi, yaşam döngüsü değerlendirmesi ile ilgili çalışmalarda lisans araştırmacısı olarak görev almıştır. Lisans eğitimini tamamladıktan sonra Boğaziği Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Çevre Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'na başlamış, iklim değişikliği politikası, atık yönetimi, yenilenebilir enerji, sürdürülebilirlik gibi konuları içeren dersler almıştır. Yüksek lisans eğitimi sırasında Boğaziği Üniversitesi Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim

Değişikliği Bakanlığı tarafından desteklenen “Yaşam Döngüsü Uygulamaları ile Kişisel Bakım ve Kozmetik Ürünleri Sektöründe Ulusal Çevre Etiketleri Kriterlerinin Belirlenmesi” ve “Sıfır Atık Belgesi için Nitelikli Belge Kriterleri ve Puanlama Esaslarının Belirlenmesi” projeleri ile Avrupa Birliği Erasmus+ Programı tarafından desteklenen “Gıda Sektöründe Sıfır Atık Yönetimi” projesinde araştırmacı olarak görev almış, çeşitli bilimsel yazıların yazılmasında aktif rol almıştır. Çevresel sürdürülebilirlik alanında kendini geliştirme, çevre problemlerinin çözümünün bir parçası olma tutkusunun yanı sıra son 3 senedir dahil olduğu projeler, akademik çalışmalar sayesinde 2021 McKinsey Başarı Ödülünü kazanmıştır. Kalıpçioğlu, Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız danışmanlığında yaşam döngüsü değerlendirmesi metodolojisini kullanarak yüksek lisans tezini tamamlayacaktır.

CEYDA KALIPÇIOĞLU | Boğaziçi University | ceyda.kalipcioglu[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0003-4859-6707

Ceyda Kalıpçioğlu was born in 1995 in Ankara. She completed her undergraduate education in the Department of Environmental Engineering at Middle East Technical University in 2020. Thanks to Erasmus scholarship, she studied at Aarhus University in Denmark for 6 months during her bachelor. Living one semester in such an environmentally friendly country made Kalıpçioğlu realize her interest in environmental sustainability. When she came back to Turkey, she worked as an undergraduate researcher in studies on zero waste, sustainable fuel production, and life cycle assessment. After completing her undergraduate education, she started Environmental Technology Master’s Program in Institute of Environmental Sciences at Boğaziçi University and took courses about climate change policy, waste management, renewable energy, sustainability. During her graduate education, she worked as a researcher at Boğaziçi University Sustainable Development and Cleaner Production Center for the “Determination of National Environmental Labelling Criteria for Personal Care and Cosmetic Products Sector with Life Cycle Practices” and “Determination of the Qualified Document Criteria and Scoring Principles for Zero Waste Certification” projects supported by the Turkish Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, “Zero Waste Management in Food Sector” project supported by the European Union Erasmus+ Program. She also played an active role in writing several scientific articles. Thanks to her passion for self-development in the field of environmental sustainability, trying to be part of the solution for environmental problems and the academic studies, projects that she has been involved in for the last 3 years, she won the 2021 McKinsey Achievement Award. She will complete her master’s thesis using life cycle assessment methodology under the supervision of Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız.

ASUDE PELİN KORKMAZ, MSc | Boğaziçi Üniversitesi | pelinnorkmaz[at]gmail.com | ORCID: 0000-0002-6195-1673

Asude Pelin Korkmaz 1992 yılında İstanbul’da doğmuştur. 2015 yılında, burslu olarak girdiği Fatih Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Lisans eğitimi sırasında, Çevre Kulübünün düzenlediği faaliyetlerde

rol almış, her yıl düzenlenen Çevre Sorunları Kongresi'ne destek ve katılım sağlayarak farklı çevre sorunlarına yaklaşımlarla ilgili vizyon kazanmaya çalışmıştır. Aynı dönemde, İstanbul Valiliği Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü'nde, Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği'nde (ÇEDBİK) ve İstanbul Teknik Üniversitesi Ulusal Membran Teknolojileri Araştırma Merkezi'nde (İTÜ MEMTEK) staj yapmış, Atık Yönetim Yönetmeliği, yeşil bina sertifika sistemleri, membran üretimi ve membran sistemlerinin işletilmesi gibi çeşitli sektörleri deneyimleme şansına sahip olmuştur. Yenilenebilir enerji, temiz üretim, sürdürülebilirlik konularına duyduğu ilgi neticesinde Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Çevre Teknolojileri Yüksek Lisans Programına başlamıştır. Yüksek lisans eğitimi sırasında Boğaziçi Üniversitesi Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde araştırmacı olarak bulunmuş ve yaşam döngüsü değerlendirmesi, sürdürülebilir kalkınma hedefleri, etiket sistemleri ile ilgili çeşitli çalışmalara katkı sağlamıştır. 2019 yılında Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız danışmanlığında, yaşam döngüsü değerlendirmesi metodolojisini kullanarak, Çevre Koruma ve Ambalaj Atıklarını Değerlendirme Vakfı'nın (ÇEVKO Vakfı) desteklediği "Seçilmiş Ambalaj Atıkları için Çevresel Sürdürülebilirlik" isimli tez çalışmasını tamamlayarak mezun olmuştur. 2019 yılında kimya sektöründe çalışmaya başlamıştır ve hala bu sektörde danışman olarak çalışmaya devam etmektedir.

ASUDE PELİN KORKMAZ, MSc | Boğaziçi University | pelinnkorkmaz[at]gmail.com | ORCID: 0000-0002-6195-1673

Asude Pelin Korkmaz was born in Istanbul in 1992. She graduated from Fatih University Environmental Engineering Department in 2015, which she studied with full scholarship. During her undergraduate education, she took part in the activities organized by the Environment Club and by supporting and participating in the Environmental Problems Congress held every year, she tried to gain a vision about approaches to different environmental problems. In the same period, she did internship at Istanbul Governorship Provincial Directorate of Environment and Urbanization, Turkish Green Building Council (ÇEDBİK) and Istanbul Technical University National Membrane Technologies Research Center (ITU MEMTEK) and had a chance to experience in the fields of Waste Management Regulation, green building certificate systems, production, and operation of membrane systems. As a result of her interest in renewable energy, cleaner production, and sustainability, she started the Environmental Technologies Master Program of Boğaziçi University Institute of Environmental Sciences. During her graduate education, she was a researcher at Boğaziçi University Sustainable Development and Cleaner Production Research Center and contributed to various studies on life cycle assessment, sustainable development goals, and eco-label systems. In 2019, under the consultancy of Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız, she focused on the life cycle assessment methodology and got MSc. degree with her thesis named "Environmental Sustainability for Selected Packaging Wastes" which was supported by the Environmental Protection and Packaging Waste Recovery Foundation (ÇEVKO Foundation). She started to work in the chemical industry in 2019 and still works as a consultant in this sector.

MERVE UZUN, MSc | Boğaziçi Üniversitesi | merve.uzun1[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9289-9126

1994 doğumlu Merve Uzun, lisans eğitimini Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı'nda tamamladıktan sonra Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'na başlamıştır. Atık yönetimi, çevre ekonomisi, ekoloji, çevre kimyası gibi alanlarda aldığı dersler ile birlikte yüksek lisans tezinde Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız danışmanlığında sürdürülebilirlik, sürdürülebilir tarım alanlarında çalışmıştır. “Beşikten Mezara Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Metodolojisi Kullanılarak ve Buğday Sapından Biyoetanol Üretiminde Faydalanılarak Geliştirilen Siyez Ekmeği Çevresel Performansı” başlıklı yüksek lisans tezinde yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) metodolojisini kullanarak organik tarım teknikleri ve permakültür ilkeleriyle yetiştirilen siyez buğdayından üretilen ekmeğin tüm yaşam döngüsünü kapsayan çevresel performansını değerlendirmiş ve elde edilen buğday sapının biyoetanol üretiminde kullanıldığı bir senaryo geliştirerek çalışma kapsamını genişletmiştir. Yüksek lisans eğitimi sırasında aynı zamanda Boğaziçi Üniversitesi Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde, Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız koordinatörlüğünde, araştırmacı olarak görev almaya başlamıştır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından desteklenen “Yaşam Döngüsü Uygulamaları ile Kişisel Bakım ve Kozmetik Ürünleri Sektöründe Ulusal Çevre Etiketi Kriterlerinin Belirlenmesi” ve “Sıfır Atık Belgesi için Nitelikli Belge Kriterleri ve Puanlama Esaslarının Belirlenmesi” projeleri ile Avrupa Birliği Erasmus+ Programı tarafından desteklenen “Gıda Sektöründe Sıfır Atık Yönetimi” projesinde araştırmacı olarak faaliyet göstermesinin yanı sıra, çeşitli makale vb. bilimsel metinlerin oluşturulmasında da görev almaktadır. Temmuz 2021 tarihinde yüksek lisans tezinin kabul almasıyla birlikte mezun statüsünde olan Merve Uzun, Eylül 2021 tarihinde kabul edildiği Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Doktora Programı'nda eğitimine devam etmektedir.

MERVE UZUN, MSc | Boğaziçi University | merve.uzun1[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9289-9126

Born in 1994, Merve Uzun completed her undergraduate education in Boğaziçi University Undergraduate Program in Science Education and started the Master's Program of the Department of Environmental Sciences at Boğaziçi University, Institute of Environmental Sciences. Along with the courses she took in fields such as waste management, environmental economics, ecology, and environmental chemistry, she worked in the fields of sustainability and sustainable agriculture under the consultancy of Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız. In her master's thesis titled “The Environmental Performance of Einkorn Bread Using Cradle-to-Grave Life Cycle Assessment Methodology Including Wheat Straw Utilization in Bioethanol Production”, she evaluated the environmental performance of the bread produced from einkorn wheat grown with organic farming techniques and permaculture principles, covering the whole life cycle using the life cycle assessment (LCA) methodology, and expanded the scope

of the study by developing a scenario in which the obtained wheat straw was used in bioethanol production. During her graduate education, she also started to work as a researcher at Boğaziçi University Sustainable Development and Cleaner Production Center under the coordination of Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız. In addition to working as a researcher in projects such as “Determination of National Environmental Labelling Criteria in Personal Care and Cosmetic Products Sector with Life Cycle Practices”, “Determination of the Qualified Document Criteria and Scoring Principles for Zero Waste Certification” (both funded by the Turkish Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change), and “Go Zero – Zero Waste Management in Food Sector” (funded by the Erasmus+ Program of the European Union), she is also involved in the preparation of several scientific texts such as articles. Merve Uzun, who graduated in July 2021 with the acceptance of her master’s thesis, continues her education at the Doctoral Program of the Department of Environmental Sciences at Boğaziçi University, Institute of Environmental Sciences, where she was accepted in September 2021.

CENNET DEĞİRMEN, MSc | Boğaziçi Üniversitesi | cennet.degirmen[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0003-0668-5568

Cennet Değirmen 1993 Amasya doğumludur. Lisans eğitimini, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde onur öğrencisi olarak tamamlamıştır. 2018 yılından beri Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı’na devam etmektedir. Yüksek lisans eğitimi boyunca çevre kimyası, ekoloji, çevresel modelleme ve ekolojik iktisat gibi birçok disiplinden dersler almış olmasının yanı sıra, özellikle çevresel sürdürülebilirlik, yaşam döngüsü değerlendirmesi metodolojisi, atık yönetimi, sıfır atık yaklaşımı ve temiz üretim konuları üzerinde yoğunlaşmıştır. 2020 yılının Eylül ayından beri Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız koordinatörlüğünde, Boğaziçi Üniversitesi Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Merkezi bünyesinde araştırmacı olarak çalışmaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı işbirliği ile yürütülen “Sıfır Atık Belgesi için Nitelikli Belge Kriterleri ve Puanlama Esaslarının Belirlenmesi” ve “Yaşam Döngüsü Uygulamaları ile Kişisel Bakım ve Kozmetik Ürünleri Sektöründe Ulusal Çevre Etiketleri Kriterlerinin Belirlenmesi” gibi projelerde etkin görev almıştır. Ayrıca, Avrupa Birliği Erasmus+ Programı tarafından desteklenen “Gıda Sektöründe Sıfır Atık Yönetimi” projesi de katkı sağladığı çalışmalar arasında yer almaktadır. İlave olarak, makale, kitap bölümü gibi akademik metinlerin hazırlanmasında da görev almaktadır Yüksek lisans tezini, Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız’ın danışmanlığı ile “Seçilen Kişisel Bakım ve Kozmetik Ürünlerinin Çevresel ve Kaynak Profilinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Metodolojisi ile Değerlendirilmesi” üzerine yazmıştır. Kendisi, Milli Eğitim Bakanlığı’nın Yurt Dışına Lisansüstü Öğrenim Amacıyla Gönderilecek Öğrencileri Seçme ve Yerleştirme (YLSY) programı kapsamında burslu eğitim almaya hak kazanmıştır. Yüksek lisans öğrenimini tamamladıktan sonra, doktora çalışmasını Almanya’da, Temiz Üretim Teknikleri alanında sürdürmeyi planlamaktadır.

CENNET DEĞİRMEN, MSc | Boğaziçi University | cennet.degirmen[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0003-0668-5568

Cennet Değirmen was born in Amasya, 1993. She graduated from the Environmental Engineering Department, Yıldız Technical University as an honor student. She has been enrolled in the Master's Program of the Institute of Environmental Sciences at Boğaziçi University. Besides taking courses from various disciplines such as environmental chemistry, concepts in ecology, environmental modelling, and ecological economics during her graduate education, she has especially focused on environmental sustainability, life cycle assessment (LCA), waste management, zero waste approach and clean production. Since September 2020, she has been working as a researcher at Boğaziçi University Sustainable Development and Cleaner Production Center under the coordination of Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız. She played an active role in projects such as "Determination of the Qualified Document Criteria and Scoring Principles for Zero Waste Certification" and "Determination of National Environmental Labelling Criteria in Personal Care and Cosmetic Products Sector with Life Cycle Practices", which were carried out in cooperation with the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change. In addition, "Go Zero – Zero Waste Management in Food Sector" project, funded by Erasmus+ Program of the European Union, is among the research that she contributes to. She is about to complete her master's thesis on "The Resource and Environmental Profile Evaluation of Personal Care and Cosmetic Products with LCA Methodology" with the consultancy of Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız. She is entitled to receive a scholarship within the scope of the Ministry of National Education's Selection and Placement of Students to be Sent Abroad for Postgraduate Education (YLSY) program. After accomplishing her master's education, she has been planning to carry out her doctorate study in Germany in the field of Cleaner Production Techniques.

SEZA BARIN | Boğaziçi Üniversitesi | seza.barin[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0002-2783-7682

Seza Barın 1996 yılında Ankara'da doğmuştur. 2014 yılında lise mezuniyetinin hemen ardından bir lise öğrenci değişim programı vasıtası ile bir yıl boyunca Amerika'da eğitim görmüştür. Lisans eğitimini 2020 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde tamamlamıştır. Lisans sürecinde su, atık su arıtımı, iş sağlığı güvenliği ve sürdürülebilir altyapı projeleriyle ilgili stajlar yapmıştır. Bahsi geçen konularda kendini geliştirdikten sonra lisans hayatının sonlarına doğru sürdürülebilirlik temasıyla tanışmış ve bu alana olan ilgisini fark edip buna yönelik çalışmalara başlamıştır. Ülkemizde de özellikle son zamanlarda büyük önem verilen Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı çerçevesinde araştırmalar yapmış, bu konuda kendini geliştirmiştir. Bu kapsamda sürdürülebilir şehirler, yeşil binalar, kaynakların korunumu, biyoçeşitliliğin devamı, sürdürülebilir enerji üretimi gibi konuların ilgisini çektiğini fark eden Barın, bu konularda kendini daha üst seviyelere taşımak hedefiyle lisans eğitimini tamamladıktan sonra Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Çevre Teknolojisi Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Programı'na başlamıştır. Yüksek lisans kapsamında atık yönetimi, yenilenebilir enerji, sürdürülebilirlik gibi konuları içeren dersler almış, döngüsel ekonomi, yaşam döngüsü analizi ve geri dönüşüm - geri kazanım konularına olan ilgisini fark etmiştir. Yüksek lisans eğitimi sırasında kısa bir süre Boğaziçi Üniversitesi Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılan çalışmalar doğrultusunda araştırmacı olarak görev almıştır. Barın, Prof. Dr. Nilgün Kıran Cılız danışmanlığında yaşam döngüsü değerlendirmesi metodolojisini kullanarak yüksek lisans tezini tamamlayacaktır.

SEZA BARIN | Boğaziçi University | seza.barin[at]boun.edu.tr | ORCID: 0000-0002-2783-7682

Seza Barın was born in 1996 in Ankara. After graduating from high school in 2014, she studied in the USA for a year through a high school student exchange program. She has completed her undergraduate education in the Department of Environmental Engineering at Middle East Technical University in 2020. During her undergraduate studies, she has carried out her internships on water, wastewater treatment, occupational health and safety and sustainable infrastructure projects. After improving herself in the subjects, she met the theme of sustainability towards the end of her undergraduate life and realized her interest in this field and started working on it. She has made research within the framework of the European Union Green Deal, which has been given great importance recently all over the country and has improved herself in this regard. To move herself to higher levels in these subjects, after completing her undergraduate education; Barın started the Environmental Technology Department Master's Program at Boğaziçi University, Institute of Environmental Sciences. In this context, Barın realized that she was interested more in topics such as sustainable cities, green buildings, conservation of resources, and sustainable energy production. During her graduate education, she worked as a researcher for a short time in line with the studies carried out at Boğaziçi University Sustainable Development and Cleaner Production Application and Research Center. Barın, will complete her master's thesis using the methodology of life cycle assessment under the supervision of Prof. Dr Nilgün Kıran Cılız.