

Sanayi Sektöründe Döngüsel Ekonomi ve Yeşil Dönüşümün Makro Ekonomik Analizi

Prof.Dr. Melih Özçalık

Giriş

1776

“Ulusların Zenginliği”

- **Üretim:** Mal ve hizmetlerin faydasını şekil, zaman ve mekan bazında artırmaktır.
- **Tüketim:** Üretilen değerlerin ihtiyaçlar doğrultusunda kullanılmasıdır.
- Klasik iktisat sınırsız gereksinme ve kıt kaynak varsayımına dayanıyordu.

Lavoisier

“Kütlenin Korunumu”

- 'Hiçbir şey yoktan var olmaz, hiçbir şey varken yok olmaz, **her şey dönüşür.**'
- Lavoisier'in kimya ilkesi döngüsel ekonominin fiziksel ve iktisadi temelidir.
- Atık kavramı doğada ve kapalı sistemlerde yoktur.

Boulding

“Kapalı Uzay Gemisi”

- Boulding dünyayı sınırlı kaynaklara sahip bir 'Uzay Gemisi'ne benzetmiştir.
- '**Al-Kullan-At**' mantığının nüfus artışı ve büyüme ile sürdürülemeyeceğini vurgulamıştır.
- Çözüm kapalı devre döngüsel sistemdir.

Giriş

- Almanya (1972); Atık Bertaraf Yasası,
- Pearce ve Turner (1990); doğrusal ekonomi karşıtı, kapalı sistem, atıkların yok edilmesi, kaynakların yeniden kullanımı,
- Almanya (1996); Kapalı Materyal Döngüsü ve Atık Yönetimi Yasası,
- Japonya (2002); Geri Dönüşüme Dayalı Bir Toplum Tesis Etmenin Temel Kanunu,
- Çin (2009); Çin Halk Cumhuriyeti'nin Döngüsel Ekonomi Teşvik Kanunu,
- AB (Avrupa Birliği) (2015); Döngünün Kapatılması-AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı.
- UDESEP (2025): Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı

Semboller



1



2



3



4



5



6



7



8



9



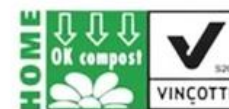
10



11



12



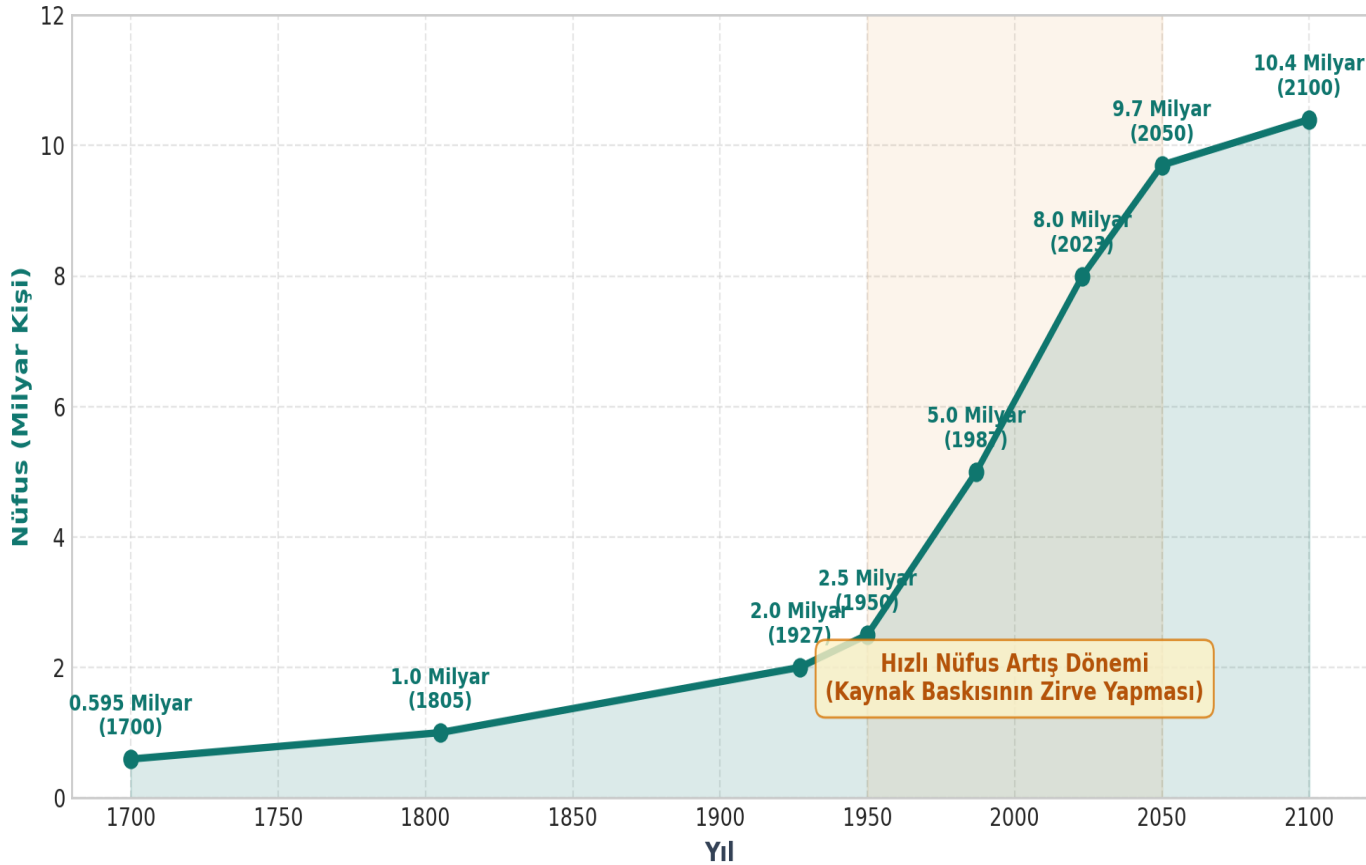
13



14

Nüfus Artışı

Dünya Nüfusunun Tarihsel Değişimi ve Gelecek Projeksiyonu (1700 - 2100)



Analiz

- 1453 yılı: 350 Milyon kişi
1929 yılı: 2 Milyar kişi
- 2061 yılında nüfusun 10 milyar seviyesine ulaşacağı tahmin edilmektedir.
- Doğrusal ekonominin 'al-kullan-at' tüketim hızı ile birleştiğinde su, gıda ve kaynak kıtlığını tetiklemektedir.
- Nüfus baskısı karşısında üretimin döngüsel hale getirilmesi kaçınılmaz bir zorunluluk taşımaktadır.

Doğrusal Ekonomi

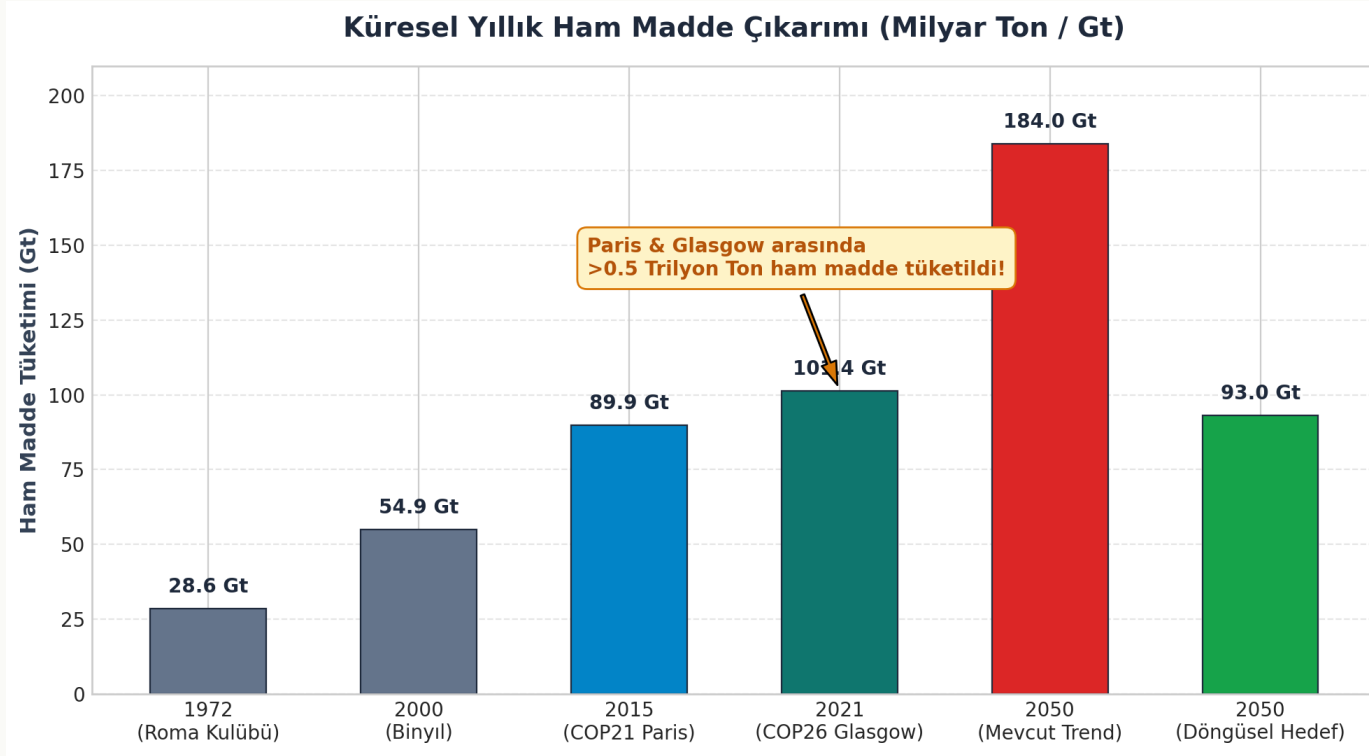
Doğrusal Modelin,

- **Tek Yönlü Akış:** Kaynak > Üretim > Tüketim > Atık
- **Üretim Hacmi:** Mümkün olduğunca çok ürün üretip satmaya dayanır.
- **Kısa Ürün-Yaşam Ömrü:** Planlı eskitme ve tek kullanımlık ürün tasarımı teşvik edilir.
- **Kaynak İsrafı:** Girdilerin % 90'ından fazlası kısa sürede atığa dönüşür.

Krizleri ve Riskleri

- **Kıtlık:** Kritik mineraller ve fosil yakıt rezervleri hızla tükenmektedir.
- **Sera Gazı:** Üretim kaynaklı kişi başı emisyonlar tehlikeli seviyededir.
- **Fiyat Dalgalanması:** Birincil ham madde ithalatına bağımlı ülkelerde yüksek maliyet enflasyonu.
- **Atık Sorunu:** Düzenli depolama ve yakma tesislerinin kapasite sınırlarına ulaşması.

Hammadde Kullanımı



Analiz

- 1972 (Roma Kulübü) raporunda 28,6 Gt olan yıllık çıkarım, 2021 Glasgow COP 26'da 101,4 Gt seviyesine yükselmiştir.
- Sadece Paris (2015) ile Glasgow (2021) arasında 500 trilyon tondan fazla işlenmemiş ham madde tüketilmiş olmalıdır.
- Mevcut durum devam ederse 2050'de tüketimin 184 Gt'a çıkması öngörülmektedir.
- Döngüsel ekonomi politikaları ile tüketimin 93 Gt seviyesinde sınırlandırılması hedeflenmektedir.

Döngüsel Ekonomi

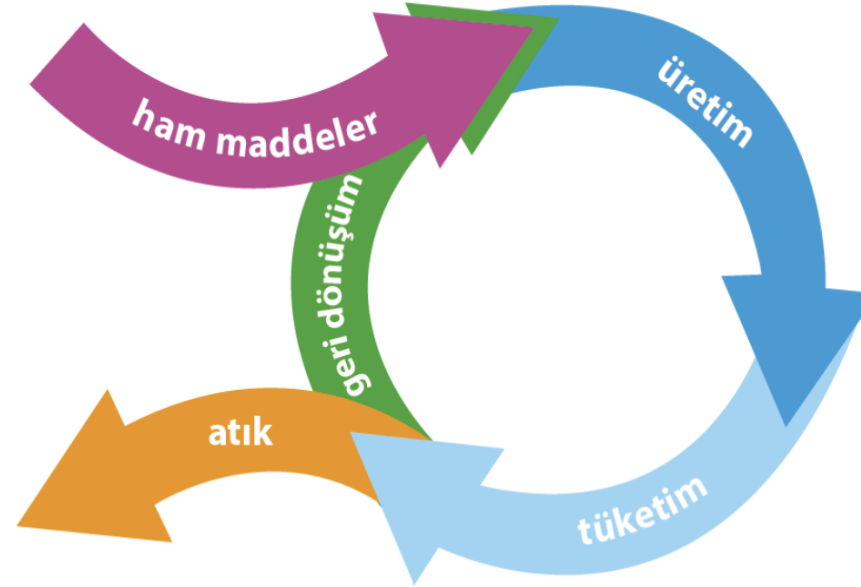
- Sektörel açıdan döngüsel ekonomi bir zorunluluk mu?
- Maliyet mi? Rekabet mi?
- Nüfus artışı, iklim krizi, maliyetler, pandemi sonrası tedarik zinciri sorunları etkiler mi?
- Dışsallıklar.

Döngüsel Ekonomi

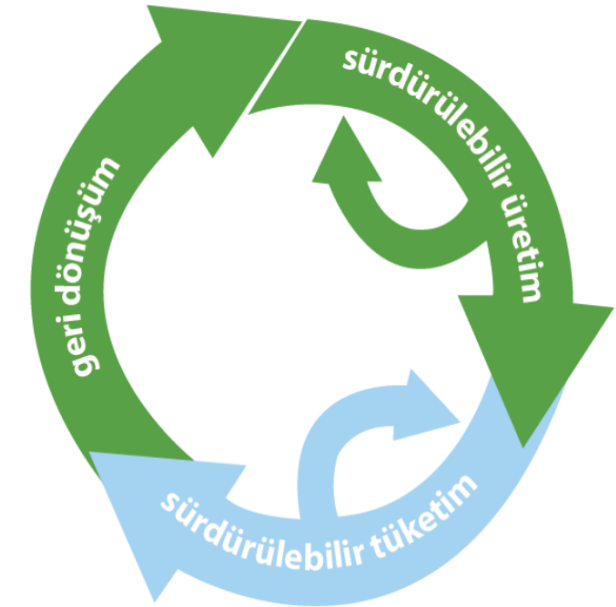
DOĞRUSAL EKONOMİ



MEVCUT (GERİ DÖNÜŞÜM) EKONOMİSİ



DÖNGÜSEL EKONOMİ



Yeşil Ekonomi ve Döngüsel Ekonomi

YEŞİL EKONOMİ

Çevresel riskleri ve ekolojik darboğazları azaltırken, refahı ve sosyal adaleti arttıran genel makro ekonomik bir vizyondur.

DÖNGÜSEL EKONOMİ

Yeşil ekonominin içini dolduran, üretimi ve tüketimi atıksız tasarlayarak büyümeyi kaynak tüketiminden ayrıştıran somut araçtır.

Temel Makroekonomik Faktörler

Maliyetler

Faiz ve Personel Giderleri

Yüksek finansman maliyetleri ve işgücü giderleri, şirketleri birincil ham madde israfını sıfırlamaya ve geri dönüştürülmüş ucuz girdilere yönelmektedir.

Rekabet

Çin Halk Cumhuriyeti ve Hindistan Etkisi

Çok düşük işgücü maliyetleriyle küresel pazarları domine eden Doğu Asya sanayisine karşı Batı (ABD/AB) sanayisi yüksek katma değer ve döngüsellekle direnmektedir.

Rekabet Gücü ve Döviz Kuru

Yüksek Katma Değer

İthal girdiye dayalı sanayilerde yüksek kur ve hammadde krizlerine karşı döngüsellik; dışa bağımlılığı azaltarak maliyet istikrarı yaratır.

G-20 Ülkeleri GSYİH ve Nüfus (2026e)

Sıra	Ülke	GSYİH (SAGP - Trilyon \$)	Nüfus (Milyon Kişi)	Kişi Başı GSYİH (\$)
1	Çin	44,30	1.412,9	~31.350 \$
2	ABD	32,38	349,0	~92.780 \$
3	Hindistan	18,90	1.476,6	~12.800 \$
6	Almanya	6,41	83,6	~76.670 \$
11	Türkiye	4,03	87,9	~45.850 \$
12	İtalya	3,87	58,9	~65.700 \$

Sanayide İthalat Bağımlılığı ve Maliyetler

Sanayide Hammadde Maliyeti

% 55 - % 60

Türkiye’de imalat sanayi toplam üretim maliyetlerinin ortalama % 55’inden fazlasını birincil ham madde ve girdi oluşturmaktadır.

Enerji İthalat Bağımlılığı

% 70 +

Üretimde kullanılan enerjide yüksek dışa bağımlılık, kur şoklarında sanayicinin kâr marjlarını ve küresel rekabet gücünü daraltmaktadır.

İkincil Malzeme Tasarrufu

12 - 23 Milyar Euro

Döngüsel malzeme kullanım oranının artırılması, döviz çıkışını ve cari işlemler hesabı dengesizliğini giderebilme potansiyeline sahiptir.

Çevresel Ayak İzi Göstergeleri

Gösterge	Birim	Kapsam	Raporlama
Karbon Ayak İzi	Ton CO ₂ eşdeğeri (CO ₂ e)	Üretim ve tüketim süreçlerinde atmosfere salınan tüm sera gazlarının toplam miktarı.	SKDM (Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması) beyanları, Kapsam 1-2-3 emisyon muhasebesi.
Su Ayak İzi	Metreküp (m ³) Tatlı Su	Mal veya hizmet üretimi boyunca doğrudan ve dolaylı olarak tüketilen toplam tatlı su.	TSRS (Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları) / ESG (Environment Social Governance) raporlaması, üretimde su verimliliği.
Ekolojik Ayak İzi	Küresel Hektar (gha)	İnsani faaliyetlerin doğaya verdiği zararı ve gereken verimli toprak/su alanını ölçer.	Kurumsal sürdürülebilirlik karnesi, biyolojik çeşitlilik.

AB Yeşil Mutabakatı ve SKDM Uygulama Takvimi

2019 - 2020

**Yeşil Mutabakat
ve CEAP
(Döngüsel
Ekonomi Eylem
Planı)**

AB 2050 iklim nötr hedefini açıkladı. Döngüsel Ekonomi Eylem Planı kabul edildi.

Ekim 2023

**SKDM Geçiş
Dönemi**

Demir-çelik, çimento, alüminyum, gübre, elektrik ve hidrojenle emisyon raporlama zorunluluğu başladı.

Ocak 2026

**Mali
Yükümlülükler**

SKDM sertifika satın alma ve doğrudan karbon vergisi ödemeleri yürürlüğe giriyor.

2028 - 2030

**Kapsam
Genişletme**

Organik kimyasallar, plastikler ve tüm imalat sanayi ürünleri SKDM kapsamına dahil edilecek.

UDESEP (2025-2028) 7 Öncelikli Sektör Eylem Haritası

Öncelikli Sektör	Temel Zorluk	2028 UDESEP Stratejik Hedefi	Döngüsel Eylem
Tekstil	Yüksek su/kimyasal kullanımı, atık elyaf.	Ekolojik tasarım ve geri dönüştürülmüş elyaf.	Tekstil atıkları mevzuat revizyonu.
Plastik	Tek kullanımlık plastik kirliliği.	Mikro plastik kısıtlaması, bio bazlı plastik.	Geri dönüştürülmüş içerik zorunluluğu.
Ambalaj	Aşırı ambalajlama, düşük geri dönüşüm.	% 100 geri dönüşebilir ambalaj.	Depozito yönetim sistemi.
Elektronik / Bilgi İletişim Teknolojileri	Elektronik atık artışı.	Onarılabilirlik hakkı, e-atık toplama.	Döngüsel Elektronik Girişimi.
Batarya ve Araç	Kritik mineral ithalat bağımlılığı.	Ömrünü tamamlamış araç yönetmeliği, lityum/kobalt geri kazanımı.	Batarya pasaportu ve geri dönüştürme.
İnşaat ve Bina	Hafriyat ve moloz atıkları.	Sürdürülebilir yapılı çevre, yeşil çimento.	Afet atıkları döngüsel yönetim kılavuzu.
Gıda ve Biyokütle	Gıda israfı, organik atık.	Gıda kaybını önleme, kompost kullanımı.	Ulusal Bio-ekonomi Stratejisi.

Sanayide Yeni İş Modelleri: Hizmet Olarak Ürün

Sahiplikten Kullanıma Geçiş

Kullanıcıların ürünü satın almak yerine, ürünün sunduğu hizmet veya performansı kiralamaları.

Üreticinin Sorumluluğu

Ürün mülkiyeti üreticide kaldığı için, üretici firma dayanıklı, bakımı kolay ve modüler ürünler tasarlamak zorunda kalır.

Michelin Örneği

Michelin, tır filolarına lastik satmak yerine 'kilometre başına ödeme' modeline geçerek lastik ömrünü % 20 uzatmış ve yakıt tasarrufu sağlamıştır.

OSB Ölçeğinde Endüstriyel Simbiyoz Kaynak Paylaşım Döngüsü

Organize Sanayi Bölgesi (OSB) Ölçeğinde Endüstriyel Simbiyoz Ağ Şeması



Endüstriyel Simbiyozun Makroekonomik Katkıları:

Organize Sanayi Bölgelerinde bir fabrikanın atık ısısının, buharının veya yan ürününün başka bir fabrika tarafından ham madde olarak kullanılması; bertaraf maliyetlerini sıfırlar, enerji faturasını düşürür ve sanayinin toplam karbon ayak izini azaltır.

KOBİ'ler İçin Riskler ve Fırsatlar

Değerlendirme Boyutu	Geleneksel (Riskli) Yaklaşım	Döngüsel (Fırsat) Yaklaşımı
Küresel Tedarik Zinciri	Ana ihracatçı müşterilerin tedarikçi listesinden çıkarılma riski.	Yeşil tedarikçi statüsü ile uzun vadeli kontrat güvencesi.
Finansmana Erişim	Yüksek karbon riski nedeniyle banka kredi maliyetlerinde artış.	Yeşil tahvil, sürdürülebilir kredi ve düşük faizli imkanlar.
Maliyet Yapısı	Yükselen ham madde ve ceza/atık vergisi maliyetleri.	İkincil malzeme ve enerji verimliliği ile maliyet avantajı.
Kurumsal İtibar	Yeşil badanalama (greenwashing) iddiaları ve itibar kaybı.	DPP (Dijital Ürün Pasaportu) ile şeffaf ve güvenilir marka.

Ekolojik Vergilendirme ve GEKAP (Geri Kazanım Katılım Payı) Reformu

Mali Mekanizma	Mevcut Durum	UDESEP Eko-Modülasyon Hedefi	Uyum ve Mali Analiz
Ekolojik Vergi Reformu	Vergi yükünün ağırlıklı olarak emek ve kazanç üzerinde olması.	Vergi yükünün kaynak tüketimi ve çevre kirliliğine kaydırılması.	İşçilik maliyeti avantajı, kaynak vergisi hesabı.
GEKAP Ücretleri	Piyasaya sürülen ambalaj/ürün başına maktu ücret ödemesi.	Döngüsel tasarıma göre GEKAP'ta muafiyet ve indirimler.	GEKAP beyannamelerinde eko-modülasyon indirimi.
Yeşil Teşvikler	Geleneksel yatırım teşvik belgeleri.	Ar-Ge, endüstriyel simbiyoz ve yeşil dönüşüm hibe destekleri.	KOSGEB ve Sanayi Bakanlığı teşvik danışmanlığı.
Atık Vergileri	Düzenli depolama ücretlerinin düşük kalması.	Atık yok etme vergilerinin kademeli artırılması.	Atık bertaraf maliyetlerinin bütçelenmesi.

SMMM'lerin Yeşil Dönüşümdeki Stratejik Rolü

SMMM Görev Alanı	Yasal Dayanak	Çıktı ve Rapor Türü	Stratejik Müşteri Değeri
Sürdürülebilirlik Raporlaması	TSRS 1 ve TSRS 2 (KGK Standartları)	Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporu	Küresel yatırımcı ve finansmana erişim.
Karbon Muhasebesi	ISO 14064 ve SKDM Yönetmeliği	Sera Gazı Emisyon Beyannamesi	AB ihracatında vergi cezasını önleme.
GEKAP Beyan Tasdiki	Çevre Kanunu ve GEKAP Tebliği	Eko-Modülasyon İndirim Raporu	Doğrudan maliyet ve vergi tasarrufu.
Yeşil Taksonomi Doğrulaması	Ulusal Yeşil Taksonomi Yönetmeliği	Taksonomi Uyum Raporu	Sürdürülebilir banka kredilerine erişim.

Gelecek Vizyonu ve Şirketler İçin Stratejik Yol Haritası

ADIM 1

Karbon ve Su Ayak İzi Ölçümü

Mevcut emisyon ve su tüketiminin Kapsam 1-2-3 bazında envanterinin çıkarılması.

ADIM 2

UDESEP Uyum ve Eko-Tasarım

Ürün ve ambalajlarda geri dönüştürülmüş içerik oranının artırılması ve modüler tasarım.

ADIM 3

İkiz Dönüşüm & Veri Altyapısı

DPP ve OSB simbiyoz ağına entegre ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) altyapısının kurulması.

ADIM 4

Yeşil Finansman & Raporlama

TSRS standartlarında raporlama ile sürdürülebilir finansman ve teşviklerden yararlanma.

Kullanılan kısaltmalar

- CEAP:** Döngüsel Ekonomi Eylem Planı
- SKDM:** Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması
- UDESEP:** Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı
- DPP:** Dijital Ürün Pasaportu
- GEKAP:** Geri Kazanım Katılım Payı
- TSRS 1:** Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları-
Tüm Genel Sürdürülebilirlik Risk ve Fırsatları Kapsayan Temel ve Genel Bir Çerçeve
- TSRS 2:** Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları-
Doğrudan İklim Değişikliği ile İlgili Risk ve Fırsatları Ele Alan Daha Özel Bir Standarttır.
- KGK:** Kamu Gözetimi, Muhasebe ve Denetim Standartları
- ISO 14064:** Kurumsal Karbon Ayak İzi Eğitimi
- ERP:** Kurumsal Kaynak Planlaması
- AB:** Avrupa Birliği
- KOSGEB:** Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı

Temel Kaynakça

- Bilgili, M. Y. (2025). Geri Dönüşüm, Döngüsel Ekonomi ve Sıfır Atık Odaklı Bir Model Önerisi: Türkiye Atık Bankaları. Çevre Şehir ve İklim Dergisi, 7, 106-144. <https://izlik.org/JA32HU95WD>
- Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı (2025-2028), T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/2025-2028-udesep-turkce-20251020103022.pdf>
- The Circular Economy: Reconciling Economic Growth with The Environment, Institut Montaigne Policy Paper November 2016, <https://www.institutmontaigne.org/ressources/publications-pdfs/circular-economy-policy-paper.pdf>
- Constructing a Green Circular Society, Editors: Munjur E. Moula, Jaana Sorvari, Pekka Oinas, Faculty of Social Sciences, University of Helsinki, Finland, <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/e999ab16-1fd6-42b5-8625-2b52bc537c74/content>

Sabrınız için teşekkürler...