



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi

EuropeAid/140562/IH/SER/TR

Faaliyet 2.4 – Döngüsel ekonomide izlemeyi desteklemek için yaşam döngüsü analizi eğitimi

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) Nedir?

Amaç, Önem, Metodoloji

Ankara, 27 Kasım 2023

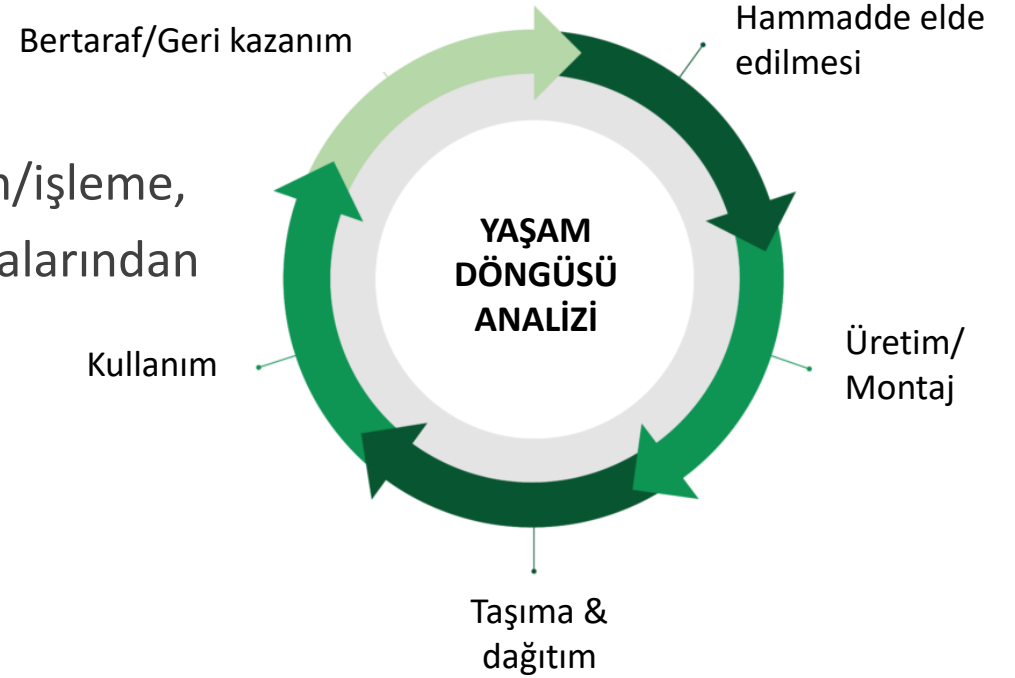
Dr. Özge Yılmaz, Kilit Olmayan Kıdemli Uzman

Yaşam Döngüsü Analizi

Yaşam döngüsü analizi (YDA):

Bir ürün sisteminin yaşam döngüsü boyunca girdilerinin, çıktıların ve potansiyel çevresel etkilerinin derlenmesi ve değerlendirilmesi

Yaşam döngüsü yaklaşımı, ürün ve hizmetlerin beşikten mezara, kaynakların elde edilmesi, üretim/işleme, dağıtım, kullanım ve ömür sonu (end-of-life) aşamalarından oluşan kendilerine ait bir yaşam döngüsüne sahip olmalarına yönelik bir analojiye dayanmaktadır.

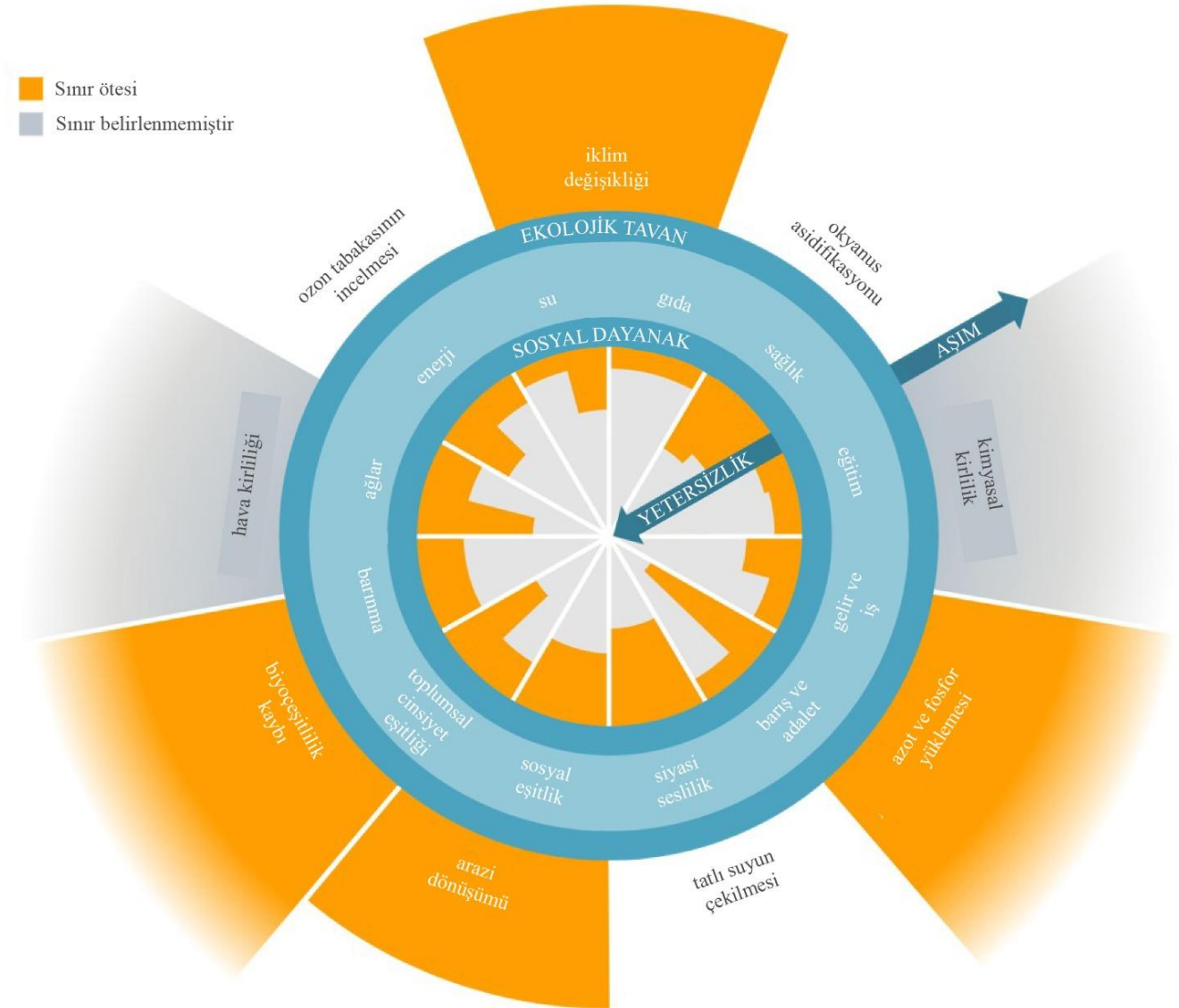


Yaşam Döngüsü Analizi

Özellikle üretim odaklı insan faaliyetleri nedeniyle Dünya'nın kısıtlı kaynakları hızla tükenmektedir.

YDA bir ürün ya da hizmetin mevcut kaynaklara ve kirliliğe olan etkisini bütünsel olarak anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Bu şekilde ürünlerin ve hizmetlerin gerçekten sürdürülebilir olup olmadığını değerlendirebilmektedir.



YDA'nın Özellikleri

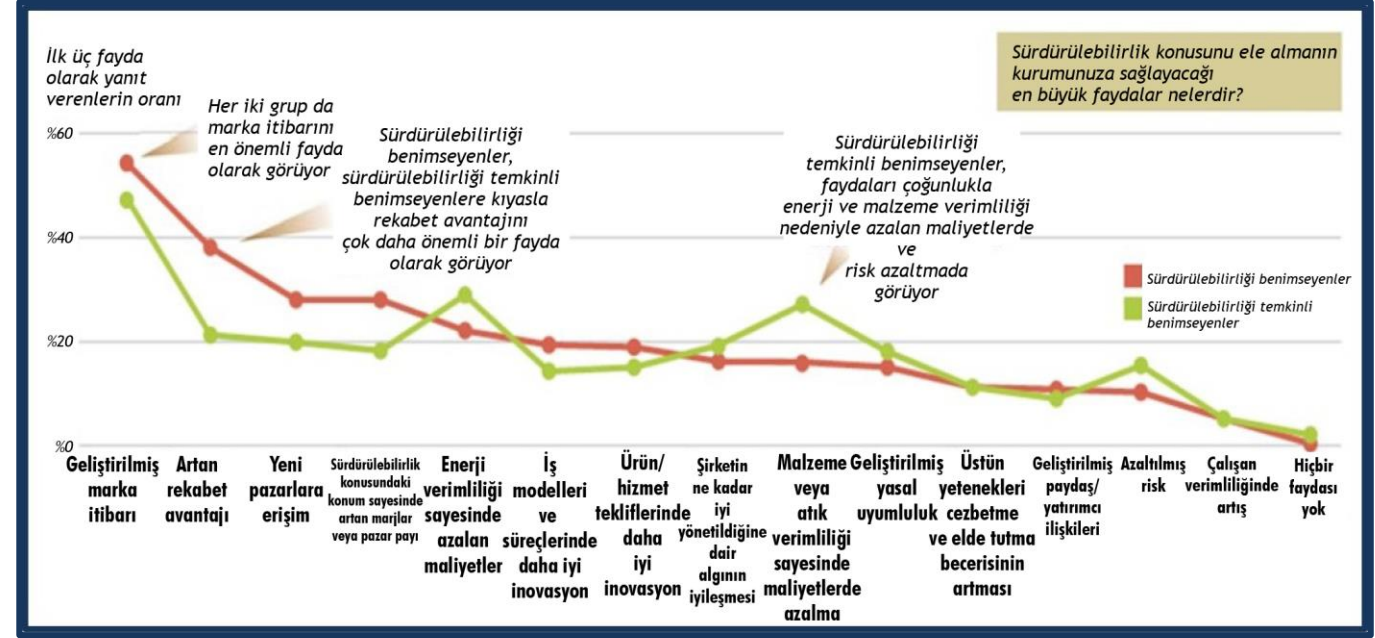
Yaşam döngüsü anlayışı aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- Çevresel odak
- Göreceli yaklaşım ve işlevsel birim
- İteratif yaklaşım
- Şeffaflık
- Bütünsellik
- Bilimsel yaklaşımın önceliklendirilmesi

YDA'nın amaçları

Bir YDA için temel amaçlar şunlar olabilir:

- Bir ürünün yaşam döngüsündeki **çevresel sıcak noktaların** belirlenmesi yoluyla iyileştirme fırsatlarının tanımlanması.
- Genellikle ürün veya süreçlerdeki iyileştirmelere öncelik vermek amacıyla, yaşam döngüsü aşamalarının **genel çevresel yüke katkısının analizi**.
- Dahili veya harici iletişim için ve **çevresel ürün beyanları** için bir temel olarak ürünler arasında karşılaştırma.
- **Temel Performans Göstergelerinin** tanımlanması yönetim ve karar desteği.



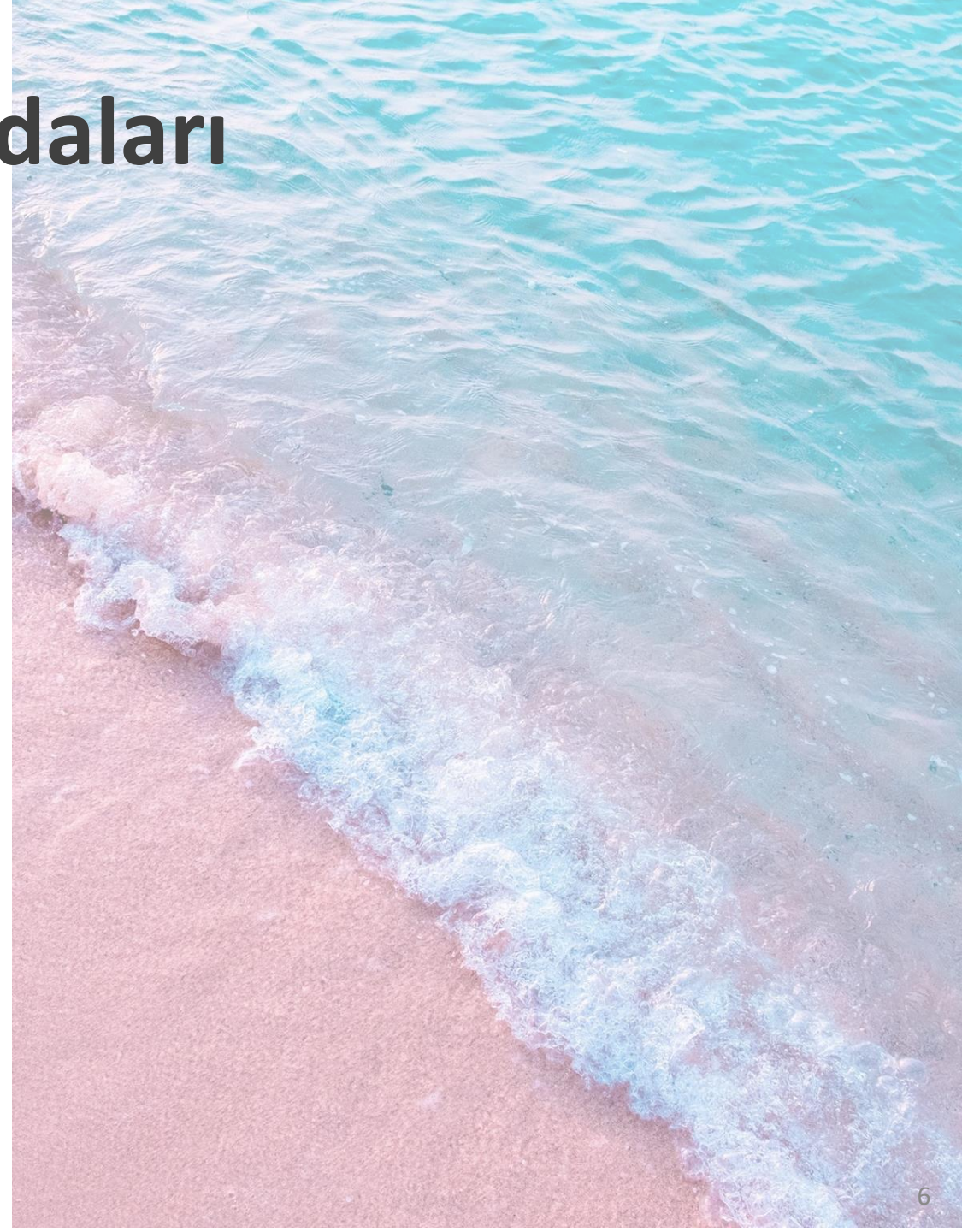
Görsel kaynağı: Pre Sustainability, 2016. Introduction to LCA with SimaPro

Yapılan anketlerde YDA'nın da içinde olduğu sürdürülebilirlik araçlarının kullanımının özellikle marka itibarı, rekabetçilik ve piyasaya erişim noktalarında şirketlere fayda sağladığı belirlenmiştir.

YDA'nın Faydaları

YDA, ürün ve süreç girdi ve çıktı verilerini toplayan **muhaseseseel veya operasyonel bir araçtır**. Her iki şekilde de YDA sağladığı içgörü ve üretilen veriler sayesinde aşağıdaki şekillerde **katma değeri** yaratmaktadır:

- İki veya daha fazla ürün arasındaki çevresel performansı karşılaştırılması - Senaryo karşılaştırması
- Ürün yaşam döngüsünün çeşitli aşamalarındaki çevresel etkiler hakkında bilgi sağlanması ve sıcak nokta analizi - Bilinçli kararlar mekanizmasına ve karbon azaltma hedefi yol haritasına destek
- Ürün tasarımı ve pazarlamasına destek - "Çevre için Tasarım" ve Eko-tasarım
- Faydalı iletişim ve ürün ve hizmetlerin pazarlanmasına destek – Çevresel beyanlar
- Teknoloji gelişime destek – İnovasyon ve ETV.
- Tüm yaşam döngüsüne ve atıkların arıtılması ve yeniden kullanımına odaklanması – Döngüsel Ekonomi'ye katkı
- Sürdürülebilir tedarik zinciri – Yeşil kamu ve özel satın alımları



YDA ve Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonominin temeli, bir ürünün yaşam döngüsünün sonundaki malzemenin başka bir ürünün yaşam döngüsü için girdi görevi görmesi ve bileşenlerin ve malzemelerin mümkün olduğunca uzun süre, mümkün olan en yüksek kalitede piyasada kalmasıdır.

Döngüsel ekonominin geniş ölçekte başarıya ulaşmasının önündeki en büyük zorluklardan bir tanesi döngüsellliği sağlayacak **stratejiler arasında en fazla katma değeri sağlayacak olanın seçilmesi** için bilinçli bir karar verilmesidir.

Olası dar boğazlar:

- Bir çevresel bileşen üzerinde oluşan etkinin başka bir bileşen kayması sonucu **çevresel ödünler** oluşması (**burden shifting**)
- Geri dönüştürülmüş içeriğin yeni ürünlerde **kalite kaybına** sebep olması
- Geri dönüşüm ve geri kazanım uygulamalarının **ek nakliye, enerji ve kimyasal ihtiyacı** nedeniyle çevresel fayda yerine çevresel yük getirmesi
- Malzeme döngülerinin **kalıcı organik kimyasallar** gibi istenmeyen maddeleri ürünler içinde tutması

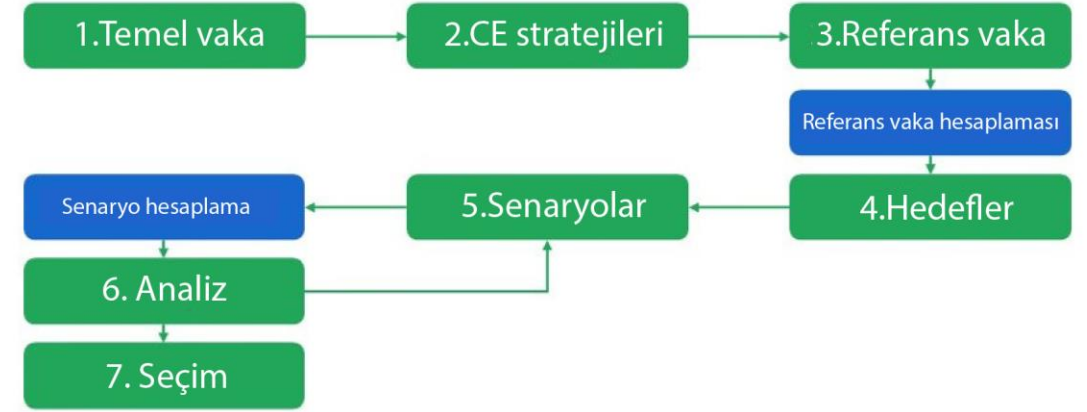
YDA ve Döngüsel Ekonomi

YDA, çok **farklı çevresel etki kategorileri** hakkında sonuçlar sağlayarak çevresel ödünleri ortaya koyar.

Ürün geliştiriciler, **döngüsel ekonomi ilkelerini YDA metodolojileriyle birleştirerek** çeşitli ürün ve tedarik zinciri konfigürasyonlarının çevresel performansını ölçebilir, döngüsel stratejileri karşılaştırabilir ve yeni döngüsel ürün veya hizmetlerin tasarımından **pozitif bir çevresel denge** sağlayabilir.

Geri dönüşüm, yeniden kullanım ve geri kazanım için en iyi stratejinin ne olduğu hala belirsiz olduğundan, YDA seçenekleri değerlendirmek ve sonuçları ölçmek için ideal bir araçtır.

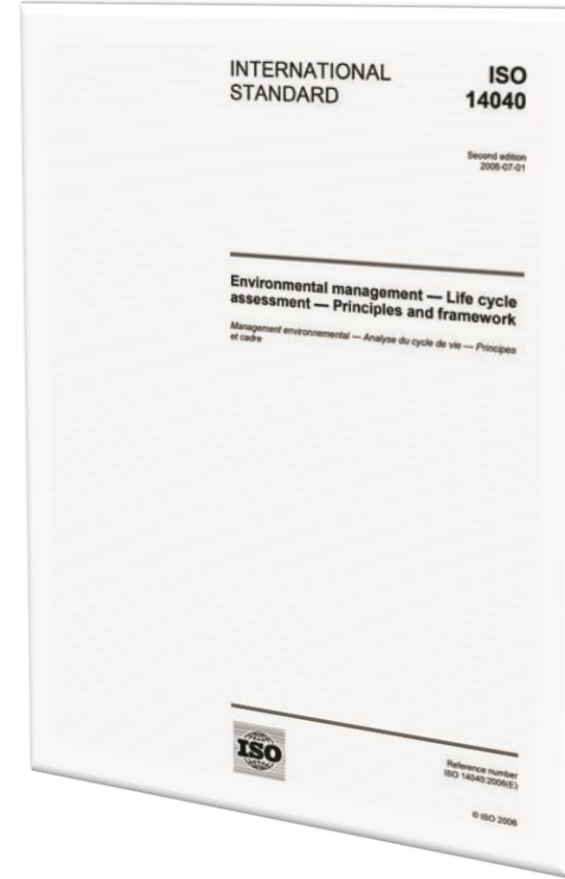
Buna ek olarak, zaman içinde döngüsellliği ölçmek ve teşvik etmek için **hedef ve göstergelerin tanımlanmasına yardımcı olabilir.**



YDA, malzeme ve enerji akışları üzerine kurulu olduğu için Malzeme Döngüsellik Göstergesi (Material Circularity Indicator – MCI) ve Döngüsel Geçiş Göstergeleri (Circularity Transition Indicators – CTI) gibi iş dünyası tarafından kabul gören göstergelerin hesaplanmasına kolaylıkla adapte edilebilir.

ISO 14040 ve 14044 Standartları

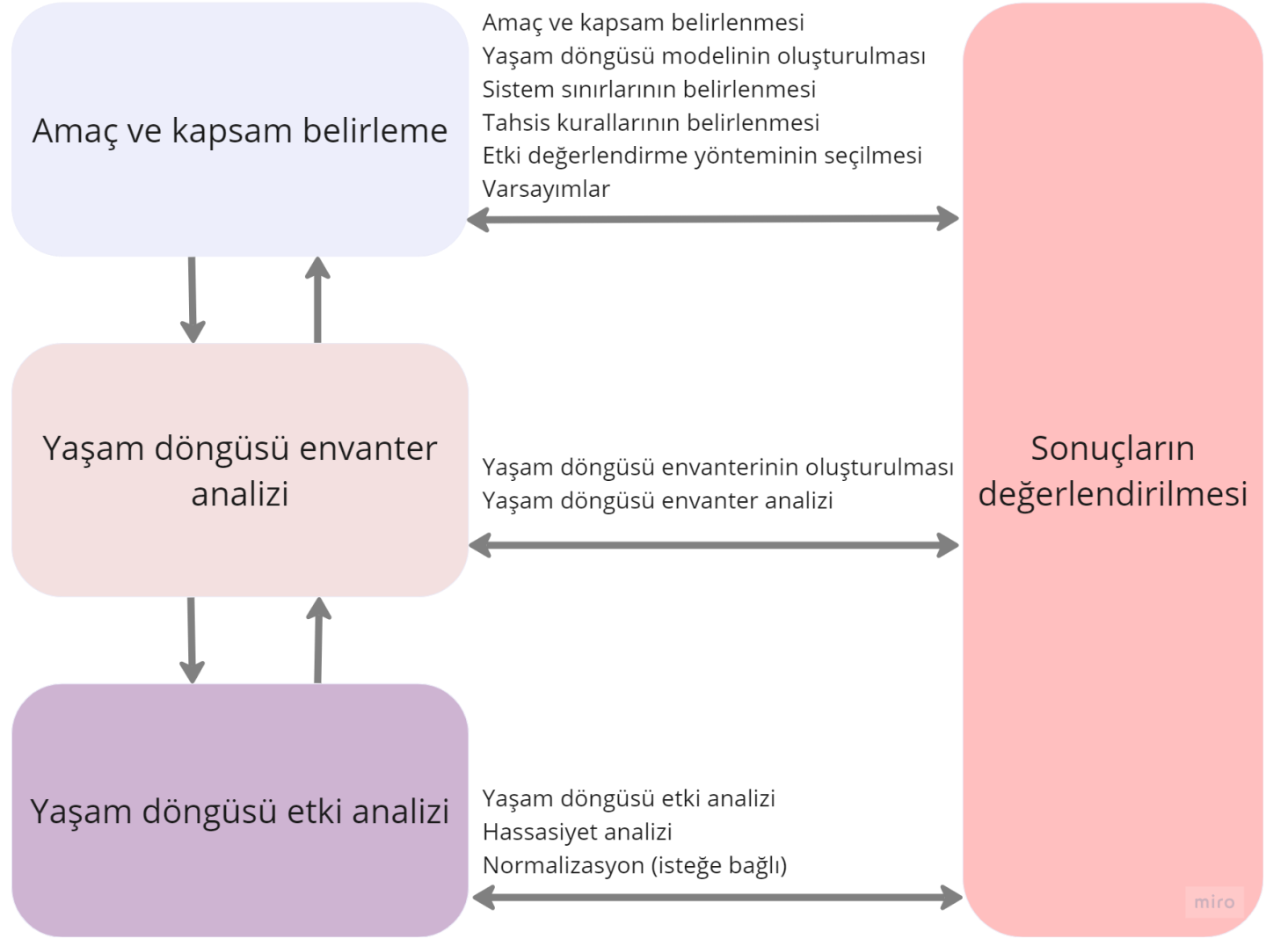
- ISO 14040, yaşam döngüsü analizinin (YDA)
 - Amaç ve kapsamının tanımlanması,
 - Yaşam döngüsü envanter analizi,
 - Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi,
 - Yorumlama,
 - Raporlama ve eleştirel inceleme,
 - YDA'nın sınırlamaları,dahil olmak üzere yaşam döngüsü analizinin ilkelerini ve çerçevesini açıklar.
- ISO 14044 ise ISO 14040 standardına benzer bir kapsamda metodolojik unsurları ele alır.
- 2017 ve 2020 düzeltmeleri mevcuttur.



ISO Standartlarında Geçen Önemli Tanımlar

- **Yaşam döngüsü (life cycle):** Bir ürün sisteminin hammadde edinimi veya doğal kaynaklardan üretiminden nihai bertarafına kadar birbirini takip eden ve birbiriyle bağlantılı aşamaları
- **Karşılaştırmalı iddia (comparative assertion):** Bir ürünün aynı işlevi gören rakip bir ürüne karşı üstünlüğü veya eşdeğerliğine ilişkin çevresel iddia
- **Ortak ürün (co-product):** aynı birim süreç veya ürün sisteminden gelen iki veya daha fazla üründen herhangi biri
- **Temel akış (elementary flow):** incelenen sisteme giren ve daha önce insan tarafından dönüştürülmeden çevreden alınan malzeme veya enerji ya da incelenen sistemden çıkan ve daha sonra insan tarafından dönüştürülmeden çevreye salınan malzeme veya enerji
- **Ara akış (intermediate flow):** incelenen ürün sisteminin birim süreçleri arasında meydana gelen ürün, malzeme veya enerji akışı
- **Tahsis (allocation):** bir sürecin veya bir ürün sisteminin girdi veya çıktı akışlarının incelenen ürün sistemi ile bir veya daha fazla diğer ürün sistemi arasında paylaşılması
- **İşlevsel birim (functional unit):** referans birim olarak kullanılmak üzere bir ürün sisteminin ölçülebilir işlevi
- **Sistem sınırı (system boundary):** Hangi birim süreçlerin bir ürün sisteminin parçası olduğunu belirleyen süreçler seti
- **Hassasiyet kontrolü (sensitivity check):** duyarlılık analizinden elde edilen bilgilerin sonuçlara ulaşmak ve tavsiyelerde bulunmak için uygun olduğunun doğrulanması
- **Eleştirel inceleme (critical review):** Bir yaşam döngüsü değerlendirmesi ile yaşam döngüsü değerlendirmesine ilişkin Uluslararası Standartların ilke ve gereklilikleri arasında tutarlılık sağlamayı amaçlayan süreç

YDA Metodolojisi



Amaç ve Kapsam Belirlenmesi

Bir YDA'nın amacı şu şekildedir:

amaçlanan uygulama, çalışmanın gerçekleştirilme nedenleri, hedef kitle, yani çalışmanın sonuçlarının kime iletilmesinin amaçlandığı ve sonuçların kamuya açıklanması amaçlanan karşılaştırmalı beyanlarda kullanılmasının amaçlanıp amaçlanmadığı

Kapsam aşağıdaki maddeleri içerir:

- incelenecek ürün sistemi;
- ürün sisteminin işlevleri veya karşılaştırmalı çalışmalar söz konusu olduğunda sistemler;
- işlevsel birim;
- sistem sınırı;
- tahsis prosedürleri;
- Seçilen etki kategorileri ve etki değerlendirme metodolojisi;
- veri gereksinimleri;
- varsayımlar;
- sınırlamalar;
- ilk veri kalitesi gereklilikleri;
- varsa eleştirel inceleme türü;
- çalışma için gerekli raporun türü ve formatı.

LCA iteratif bir teknik olduğu için veri ve bilgiler toplandıkça, çalışmanın asıl amacına ulaşmak için kapsamın çeşitli yönlerinin değiştirilmesi gerekebilir.

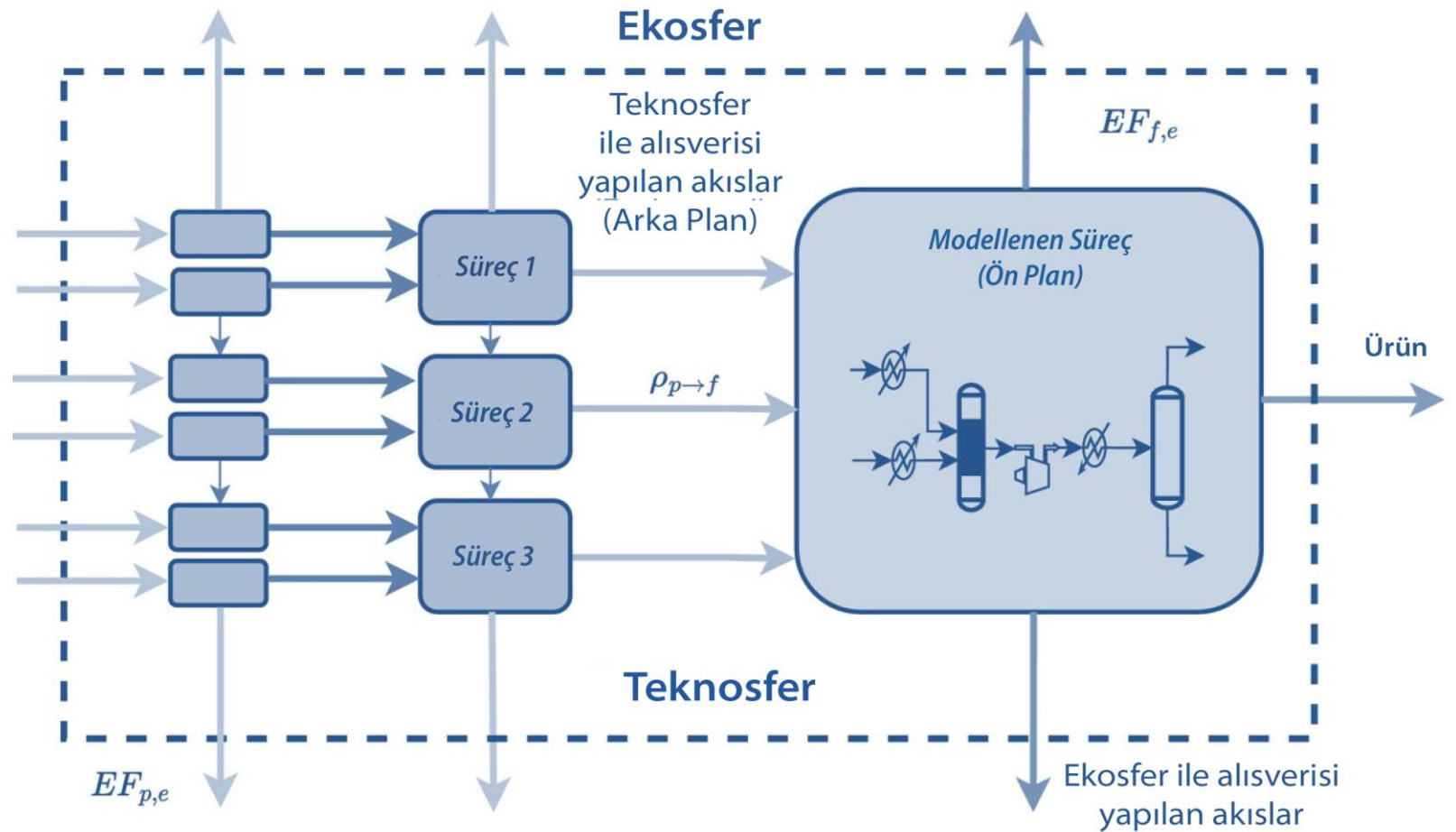
Amaç ve Kapsam Belirlenmesi

İNCELENECEK ÜRÜN SİSTEMİ

Ürün sistemleri, sisteminin genelinin tanımlanmasını kolaylaştıran bir dizi **birim süreç** ayrılır. Birim süreçler ara ürün ve/veya arıtılacak atık akışlarıyla birbirlerine, ürün akışlarıyla diğer ürün sistemlerine ve **temel akışlar**la çevreye bağlanır.

Temel akışlar, kaynakların kullanımını ve sistemle ilişkili hava, su ve toprağa salımları içerir.

Temel akışların incelenmesi ile yaşam döngüsü envanter analizi gerçekleştirir ve envanter yaşam döngüsü etki analizi için girdi oluşturur.



Görsel kaynağı: Baaqel, H.A., et. al. ,2023. Global Sensitivity Analysis in Life-Cycle Assessment of Early-Stage Technology using Detailed Process Simulation: Application to Dialkylimidazolium Ionic Liquid Production. ACS Sustainable Chemistry, 11, 18, 7157–7169. Doi: <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c00547>

Amaç ve Kapsam Belirlenmesi

İŞLEVSEL BİRİM

İşlevsel birim, ürünün tanımlanan işlevlerinin (performans özelliklerinin) niceliğini temsil eder.

İşlevsel birimin birincil amacı, girdi ve çıktıların ilişkili olduğu bir referans sağlamaktır. Bu referans, YDA sonuçlarının karşılaştırılabilirliğini sağlamak için gereklidir.



Referans akış: kağıt havlu



Referans akış: sıcak hava akışı



Sistemler arasındaki karşılaştırmalar, referans akışları şeklinde aynı işlevsel birim(ler) tarafından ölçülen aynı işlev(ler) temelinde yapılmalıdır!



=



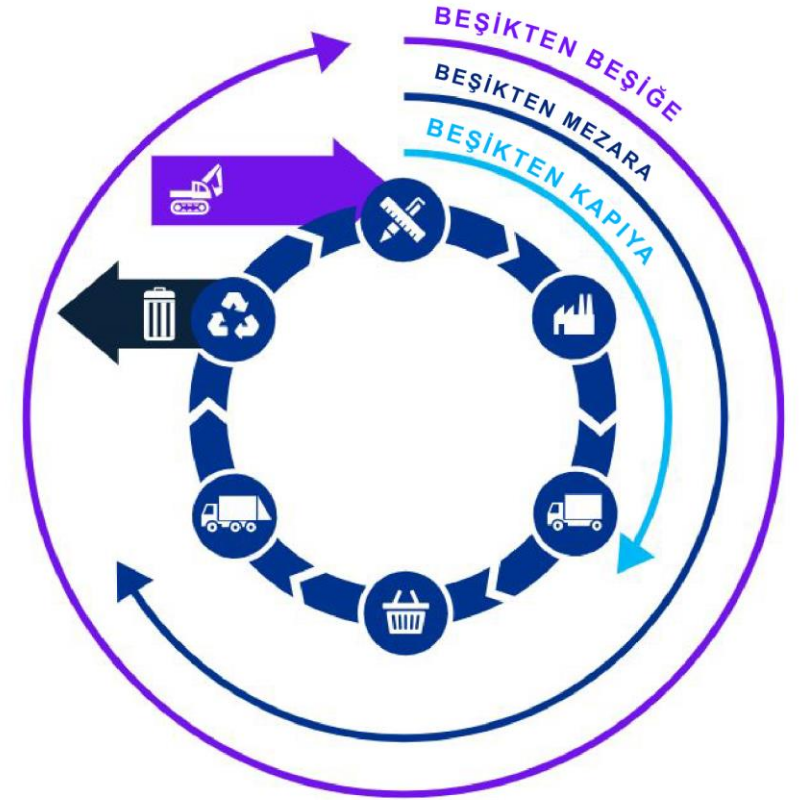
Amaç ve Kapsam Belirlenmesi

SİSTEM SINIRI

Sistem sınırı, hangi birim süreçlerin YDA'ya dahil edileceğini belirler. Modelleneyecek fiziksel sistemin unsurlarının seçimi, çalışmanın amaç ve kapsam tanımına, amaçlanan uygulama ve hedef kitlesine, yapılan varsayımlara, veri ve maliyet kısıtlarına ve kesim kriterlerine bağlıdır.

Sistem sınırını belirlenirken şu birim süreçleri ve akışları dikkate alınmalıdır:

- hammaddelerin elde edilmesi;
- ana üretim/işleme sırasındaki girdiler ve çıktılar;
- dağıtım/taşıma;
- yakıt, elektrik ve ısı üretimi ve kullanımı
- ürünlerin kullanımı ve bakımı;
- proses atıklarının ve ürünlerin bertarafı;
- kullanılmış ürünlerin geri kazanımı;
- yardımcı malzemelerin üretimi;
- sermaye ekipmanlarının üretimi, bakımı ve hizmetten çıkarılması;
- aydınlatma ve ısıtma gibi ek işlemler.



Atıfsal ve Katkısal YDA

Atıfsal modelleme

Atıfsal yaşam döngüsü envanteri modelleme ilkesi "muhasabe", "defter tutma", "geriye dönük" veya "tanımlayıcı" (veya bazen ve potansiyel olarak kafa karıştırıcı: "ortalama" veya "marjinal olmayan") olarak da adlandırılır. Bir sisteme (örneğin bir ürüne) yaşam döngüsü boyunca atfedilebilecek potansiyel çevresel etkileri, yani tedarik zinciri boyunca yukarı yönde ve sistemin kullanımı ve kullanım ömrü sonu değer zincirini takiben aşağı yönde tasvir eder .

Katkısal modelleme

Katkısal yaşam döngüsü envanteri modelleme ilkesi aynı zamanda "değişim odaklı", "etki odaklı", "karara dayalı", "pazara dayalı" ve (daha eski ve konuyu eksik/yanıltıcı bir şekilde ele alan "marjinal" veya "ileriye dönük"). Ön plandaki sistemde alınan bir kararın, hem analiz edilen sistemin arka plan sisteminde hem de diğer sistemlerde ekonominin diğer süreçleri ve sistemleri için doğurduğu sonuçları belirlemeyi amaçlar. Analiz edilen sistemi bu sonuçlar etrafında modeller. Dolayısıyla, sonuçsal yaşam döngüsü modeli gerçek (veya tahmin edilen) spesifik veya ortalama tedarik zincirini yansıtmaz, ancak piyasa mekanizmaları boyunca tahmin edilen ve potansiyel olarak politik etkileşimleri ve tüketici davranış değişikliklerini içeren hipotetik bir genel tedarik zinciri modellenir .



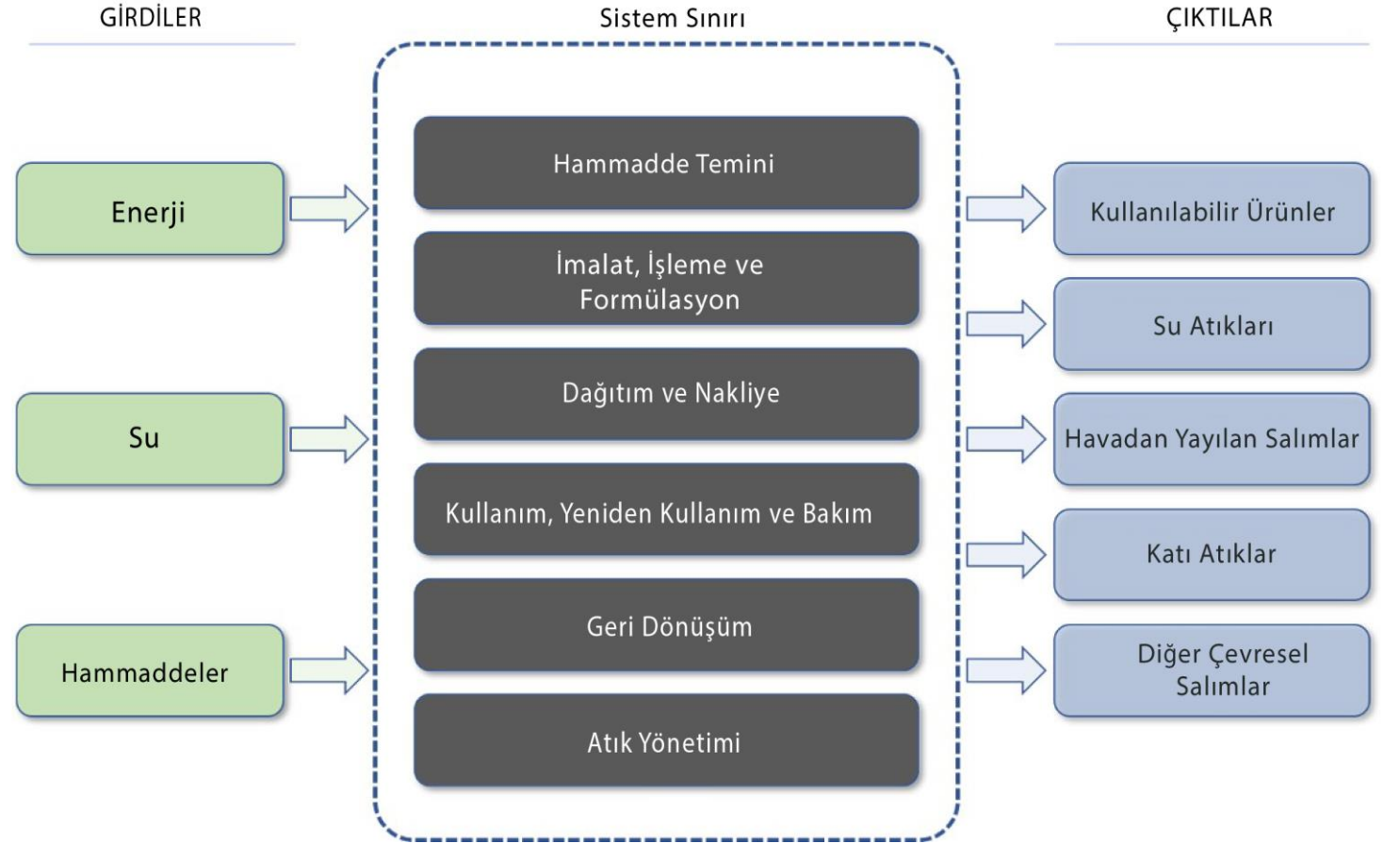
Yaşam Döngüsü Envanteri

Yaşam döngüsü envanteri, her bir ürün seçeneğinin referans akışını üretirken ortaya çıkan kaynak ve emisyon akışlarının bir listesidir.

Envanter analizi, bir ürün sisteminin ilgili girdi ve çıktılarını ölçmek için veri toplama ve hesaplama prosedürlerini içerir.

Envanter aşağıdakilerden oluşur:

- enerji girdileri, hammadde girdileri, yardımcı girdiler, diğer fiziksel girdiler,
- ürünler, yan ürünler ve atıklar,
- havaya emisyonlar, suya ve toprağa deşarjlar ve
- diğer çevresel hususlar.



Yaşam Döngüsü Envanteri

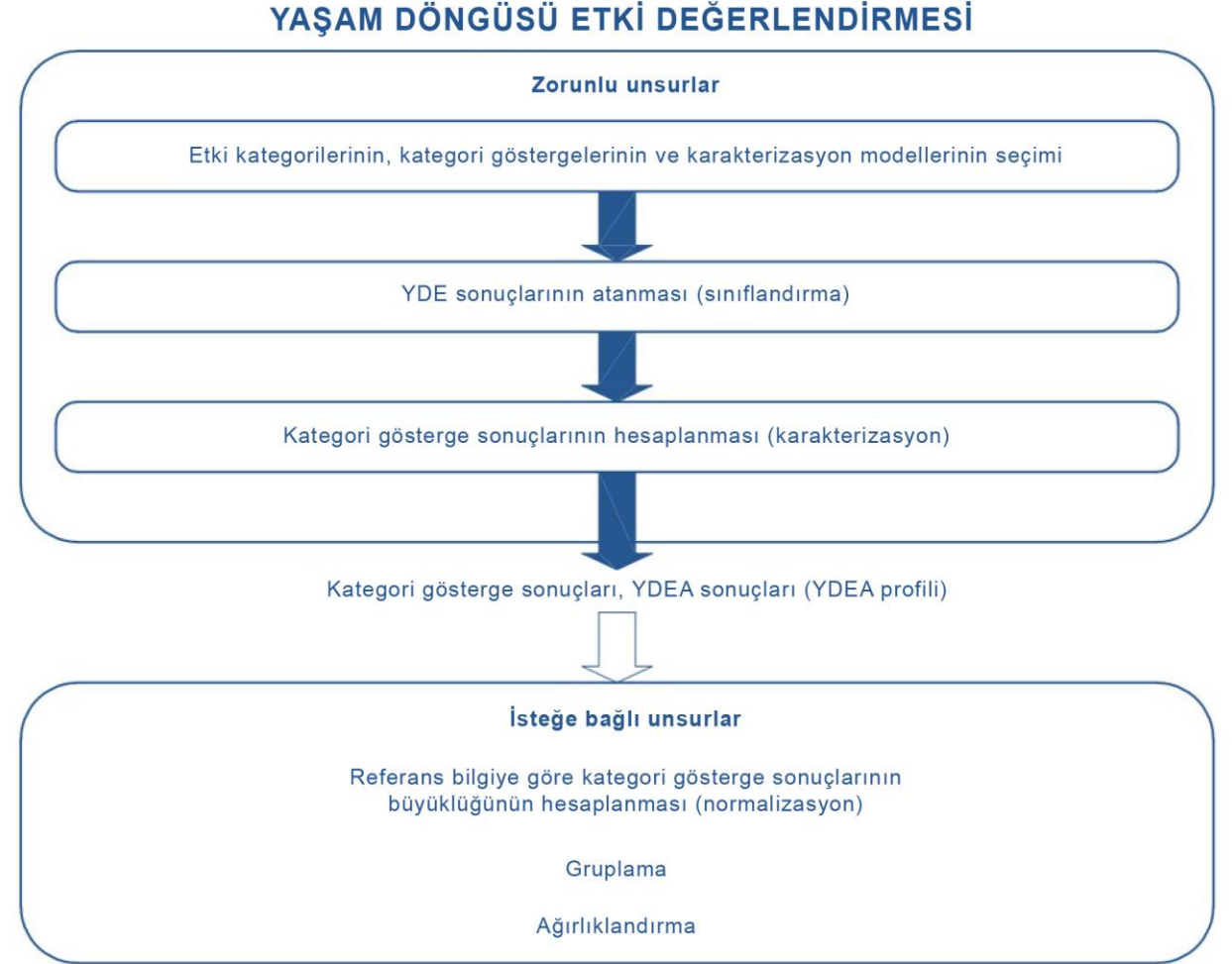
ISO 14044 Standardına göre veri kalitesi ile ilgili gereklilikler şu şekildedir:

- Zamansal kapsam/geçerlilik
- Coğrafi kapsam/temsiliyet
- Teknolojik kapsam/temsiliyet
- Kesinlik
- Tamlık
- Temsiliyet
- Tutarlılık
- Yeniden üretilebilirlik
- Veri belirsizliği

Yaşam Döngüsü Etki Analizi

Etki değerlendirme aşaması, envanter sonuçlarını kullanarak potansiyel çevresel etkilerin önemini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Bu süreç, öncelikle envanter verilerinin belirli çevresel etki kategorileri ve kategori göstergeleri ile ilişkilendirilmesini (sınıflandırılmasını) içerir. Her akış, belirli bir etkiye neden olup olmadığına göre **sınıflandırılır**. Örneğin, azot oksit (N₂O) hem küresel ısınmaya hem de ozon tabakasının incelmesine neden olur.

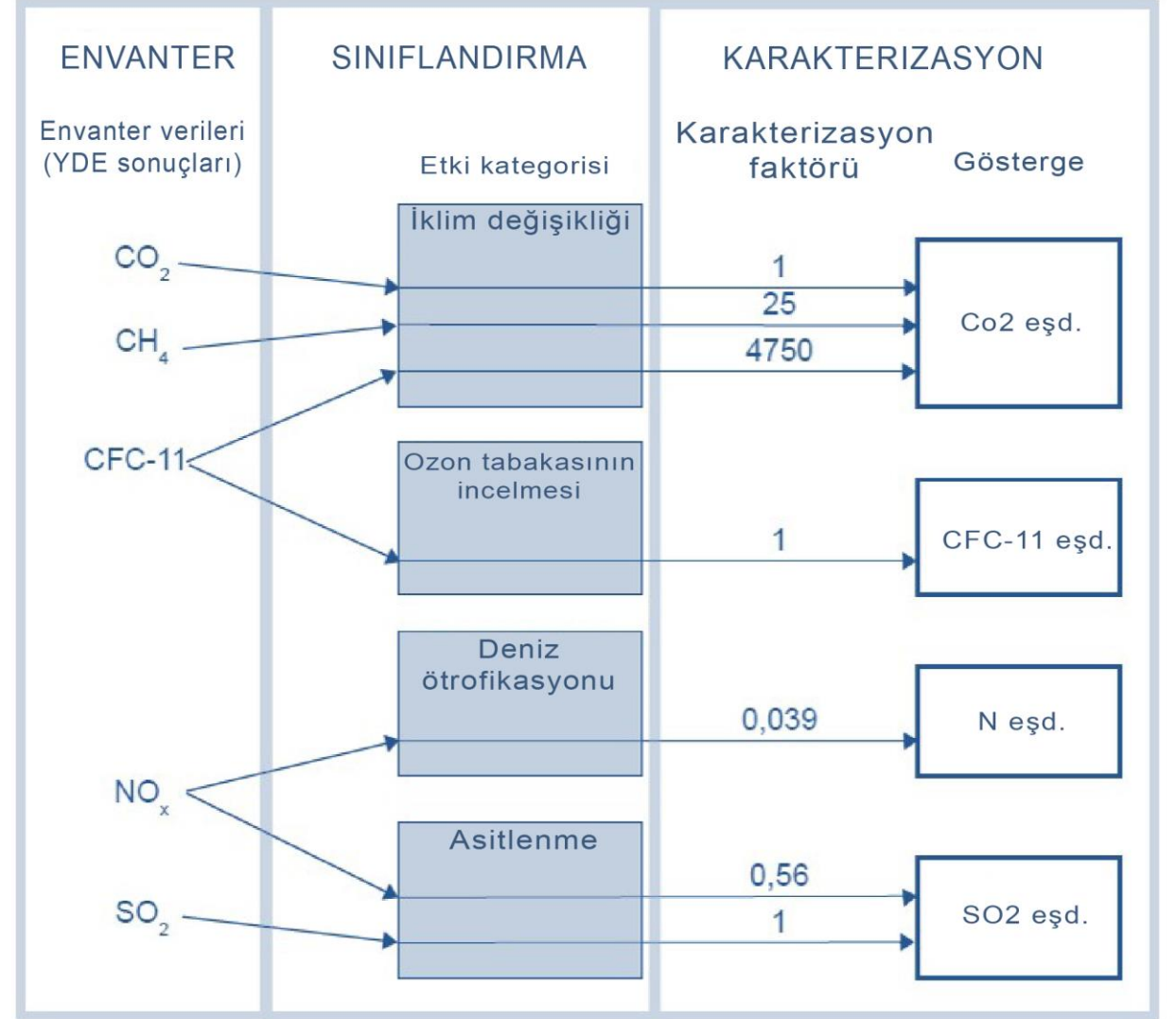


Yaşam Döngüsü Etki Analizi

Karakterizasyon ise, belirli bir yerdeki emisyonu tüm dünyada neden olduğu fiziksel değişikliklere ve zararlara bağlayan nedensel bir zincir oluşturmak için çevre bilimi, kimya, fizik, ekoloji, toksikoloji ve diğer alanlardan **modellerin** entegre edilmesine dayanır.

Her bir etki türü için, envanterde yer alan temel akışların ne seviyede etki yarattığına göre bir değer atanır veya karakterize edilir. Buna **karakterizasyon faktörü** denir ve bir gösterge maddeye göre ifade edilir.

Örneğin, küresel ısınma potansiyeli söz konusu olduğunda, CF'ler karbondioksit göre belirlenir ve bu nedenle tüm sera gazları karbondioksit eşdeğeri (CO_{2eq}) birimleri cinsinden karakterize edilir. Karakterizasyon faktörleri çevresel modeller yoluyla belirlenir.

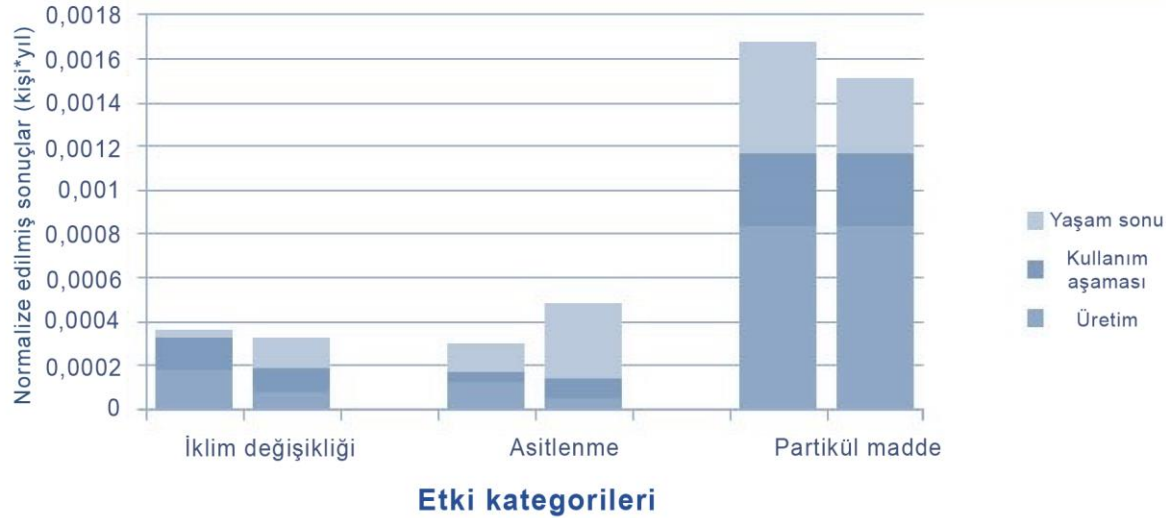


Yaşam Döngüsü Etki Analizi

Normalizasyon

YDA, seçenekleri birden fazla sürdürülebilirlik göstergesinde karşılaştırdığından, sonuçlar tipik olarak farklı birimlere sahiptir.

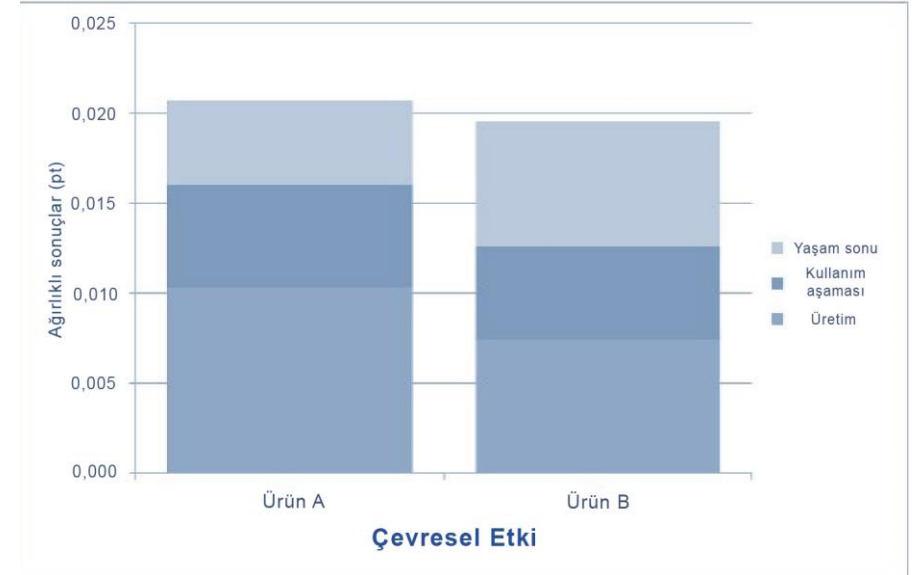
Normalizasyon, etki kategorisi gösterge sonuçlarının bir referans (veya normal) değerle karşılaştırılmasına izin verir.



Ağırlıklandırma

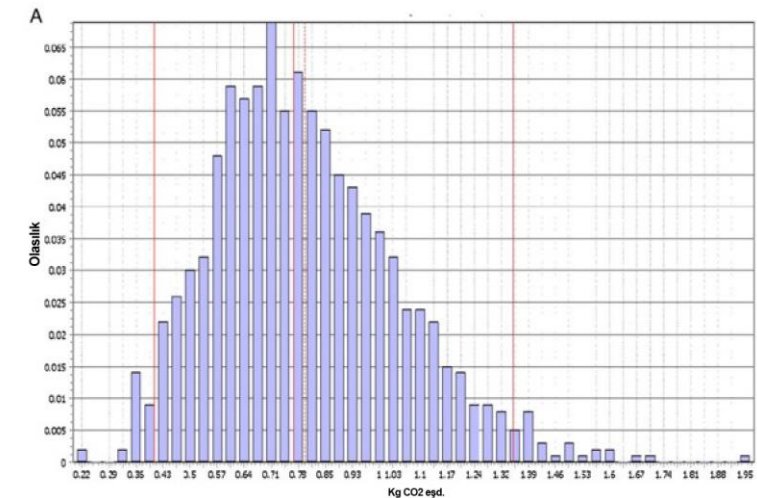
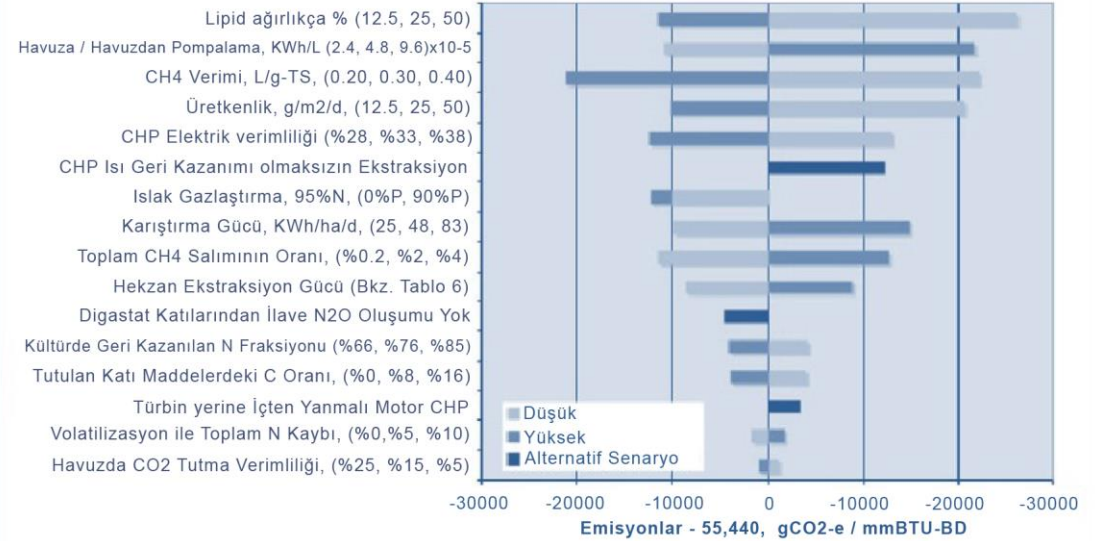
Bazı yöntemler etki kategorileri arasında ağırlıklandırmaya izin verir. Bu, etki (veya hasar) kategorisi gösterge sonuçlarının ağırlıklandırma faktörleriyle çarpılması anlamına gelir.

Ağırlıklandırma normleştirilmiş veya normleştirilmemiş skorlara uygulanabilir



YDA – Değerlendirme

- YDA'nın bu son ve en önemli aşaması, sonuçların bilgi ve tavsiyelere dönüştürüldüğü noktadır.
- Değerlendirilen senaryolara ait sonuçlar tüm etki kategorilerinde bir senaryo için daha iyi ise sonuçların değerlendirmesi nettir. Ancak farklı etki kategorileri arasında ödünler mevcutsa, nihai kararlar karar vericiye bırakılır.
- YDA sonuçlarının değerlendirmesinde envanter ve emisyon faktörlerinden kaynaklanan belirsizlikler göz önüne alınmalıdır.
 - **Hassasiyet analizi:** Sonuçların parametre ve varsayımlara olan hassasiyetleri değerlendirilir.
 - **Belirsizlik analizi:** Envanter akışlarının belirsizliğinin sonuçlara etkisini değerlendirir.



Görsel kaynağı: Davis, R., Fishman, D., Frank, E.D., Wigmosta, M.S., 2012. Renewable Diesel from Algal Lipids: An Integrated Baseline for Cost, Emissions, and Resource Potential from a Harmonized Model. DOI:10.2172/1044475

Guo, M., Murphy, R.J., 2012. LCA data quality: Sensitivity and uncertainty analysis. Science of Total Environment, 435 – 436, 230 – 243
doi:10.1016/j.scitotenv.2012.07.006

Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi (YDMA)

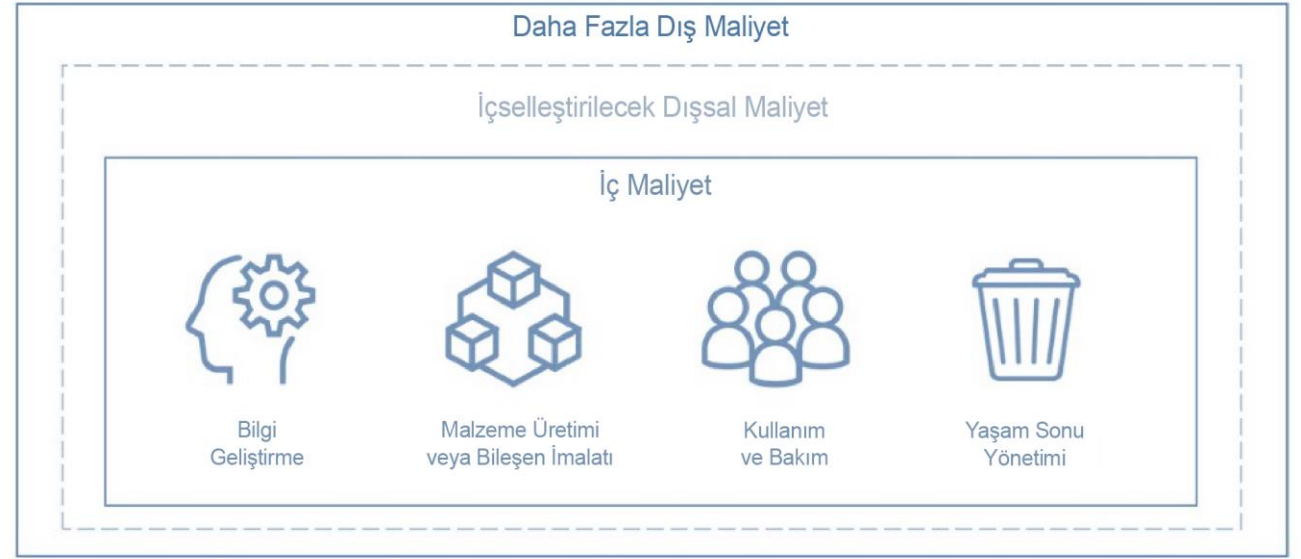
YDMA, ürünün, işin veya hizmetin kullanım **ömrü boyunca ortaya çıkacak tüm maliyetlerin** dikkate alınması anlamına gelir:

- Satın alma fiyatı ve ilgili tüm maliyetler
- Enerji, yakıt ve su kullanımı, yedek parçalar ve bakım dahil olmak üzere işletme maliyetleri
- Kullanım ömrü sonu maliyetleri (hizmet dışı bırakma veya bertaraf etme gibi) veya artık değer (yani ürün satışından elde edilen gelir)
- Dışsalılıkların (sera gazı emisyonları gibi) maliyetleri

YDMA uygulayarak kamu alıcıları, satın alma fiyatına yansımayan kaynak kullanımı, bakım ve bertaraf maliyetlerini dikkate alırlar. Bu genellikle daha çevreci bir ürün, iş veya hizmetin genel olarak daha ucuz olduğu '**kazan-kazan**' durumlarına yol açacaktır. Bir mal, iş veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca tasarruf potansiyelleri şunlardır:

- Enerji, su ve yakıt kullanımında tasarruf
- Bakım ve değişimde tasarruf
- Bertaraf maliyetlerinde tasarruf

Bu şekilde **yeşil kamu satın alımları** için önemli bir araç haline gelebilir.



Konvansiyonel YDMA: Dışsal maliyetlerin değerlendirilmesi Kararla ilgili gelecekte içselleştirilmesi beklenen öngörülen maliyetler

Çevresel YDMA: Kararla ilgili gelecekte içselleştirilmesi beklenen dış maliyetlerin ek değerlendirmesi;
artı toplumsal = doğal sınırlarda YDA

Toplumsal YDMA: Daha fazla dış maliyetin ek değerlendirmesi.

Sosyal Yaşam Döngüsü Analizi

Sosyal yaşam döngüsü değerlendirmesi (S-LCA), ürünlerin sosyal ve sosyolojik yönlerini, yaşam döngüsü boyunca mevcut ve potansiyel olumlu ve olumsuz etkilerini değerlendirmek için kullanılabilecek bir yöntemdir.

S-LCA, hammaddelerin çıkarılması ve işlenmesi, üretim, dağıtım, kullanım, yeniden kullanım, bakım, geri dönüşüm ve nihai bertarafı inceler.

S-LCA genel ve sahaya özgü verileri kullanır, nicel, yarı nicel veya nitel olabilir ve çevresel YDA ve YDMA'yı tamamlar. Tek başına ya da diğer tekniklerle birlikte uygulanabilir.

Paydaş kategorileri	Etki kategorileri	Alt kategoriler	Env. göstergeleri	Envanter verileri
İşçiler	İnsan hakları			
Yerel Topluluk	Çalışma koşulları			
Toplum	Sağlık ve güvenlik			
Tüketiciler	Kültürel miras			
Değer zinciri aktörleri	Yönetişim			
	Sosyo-ekonomik yankılar			



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Teşekkürler



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPACevre



@turkiyedonguseleekonomi

@ipa.cevre



@trdonguseleko

@ipacevre



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPA Çevre/Environment TÜRKİYE



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPA Çevre

dongusel.csb.gov.tr



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi

EuropeAid/140562/IH/SER/TR

Faaliyet 2.4 – Döngüsel ekonomide izlemeyi desteklemek için yaşam döngüsü analizi eğitimi

YDA Temelli ISO Standartları
SimaPro Yazılımı ile YDA'ya Giriş
Ankara, 27 Kasım 2023

Dr. Özge Yılmaz, Kilit Olmayan Kıdemli Uzman

YDA ve İlgili Standartlar

Ürün standartları ve kılavuzları

- ❖ ISO 14040 ve ISO 14044: Yaşam Döngüsü Analizi
- ❖ ISO 14067: Ürün Karbon Ayakizi
- ❖ ISO 14020, ISO 14021, ISO 14024, ISO 14025, ve ISO 14026: Çevre etiketleri
- ❖ ISO 14048 – Yaşam döngüsü analizi veri dokümantasyon formatı

Coğrafi kapsamı olan ürün standartları

- ❖ ILCD (EU) on life cycle assessment – Avrupa Birliği
- ❖ PAS 2050: sera gazı emisyonları – Birleşik Krallık
- ❖ BP X30-323: çevresel ayak izi – Fransa
- ❖ EcoLeaf Çevre Etiket Programı – Japonya
- ❖ Ürün Karbon Ayak izi ve Çevresel Ürün Beyanı – Kore

Ürüne özel standartlar

- ❖ ISO 22526 bölüm 1, 2, 3 ve 4: Biyobazlı plastikler için karbon ayak izi ve karbon uzaklaştırma
- ❖ ISO 20915: Çelik ürünlerin yaşam döngüsü envanteri
- ❖ Product category rules (PCRs)

Şirketler ve diğer kuruluşlar için standartlar ve kılavuzlar

- ❖ ISO 14063: Çevre iletişimi
- ❖ ISO 14064, bölüm 1, 2 ve 3: karbon ayak izi ve karbon uzaklaştırma
- ❖ ISO 14080: Sera gazı yönetimi ve iklim eylemleri
- ❖ ISO 14069: ISO 14064-1'in uygulanmasına yönelik rehberlik
- ❖ ISO 14072: ISO 14040/44'ün kuruluşlara etkin bir şekilde uygulanması

Coğrafi kapsamı olan standartlar

- ❖ BS 8001: Döngüsel ekonomi - Birleşik Krallık
- ❖ DEFRA: sera gazı emisyonları – Birleşik Krallık
- ❖ Bilans GES: sera gazı emisyonları - Fransa

Bütünleşik standart ve kılavuzlar

- ❖ ISO 14046: Su ayak izi
- ❖ Küresel su ayak izi standardı
- ❖ ISO 14001, 14006, 14007, 14008, ve 14009: Çevre yönetimi
- ❖ Ürün çevresel ayak izi (PEF) – Avrupa Birliği
- ❖ PAS 2060: Karbon nötrlüğü – Birleşik Krallık

Geliştirilmekte olan standartlar

- ❖ ISO 14068: Karbon nötrlüğü
- ❖ ISO 59004, 59010, 59020: Döngüsel ekonomi
- ❖ ISO 14074: yaşam döngüsü analizi normalizasyon, ağırlıklandırma ve değerlendirme
- ❖ ISO 14097: Finansal aktiviteler için sera gazı emisyon raporlaması

Amaç ve Kapsam Belirlenmesi

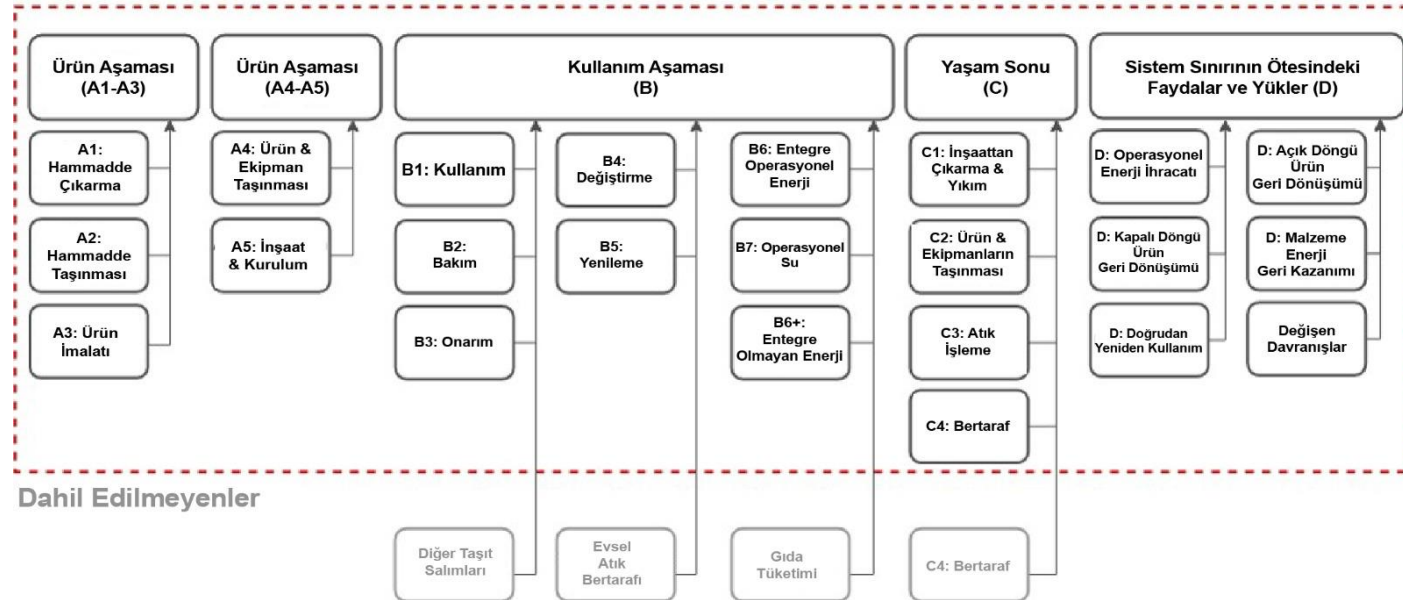
SİSTEM SINIRI

Sistem sınırı belirlenirken yaşam döngüsü aşamalarının, süreçlerinin, girdilerinin veya çıktılarının ihmal edilmesine yalnızca çalışmanın genel sonuçlarını önemli ölçüde değiştirmedeği takdirde izin verilir.

Yaşam döngüsü aşamalarının, süreçlerinin, girdilerinin veya çıktılarının çıkarılmasına yönelik kararlar açıkça belirtilmeli ve bunların çıkarılmasının nedenleri ve sonuçları açıklanmalıdır.

Çalışmanın dikkate almayacağı bir ürün içeriği seviyesini veya başka bir parametreyi tanımlayan, kütle, enerji ya da çevresel önem bazında, kesme kriterleri (cut-off criteria) kullanılabilir.

Sistem Sınırı

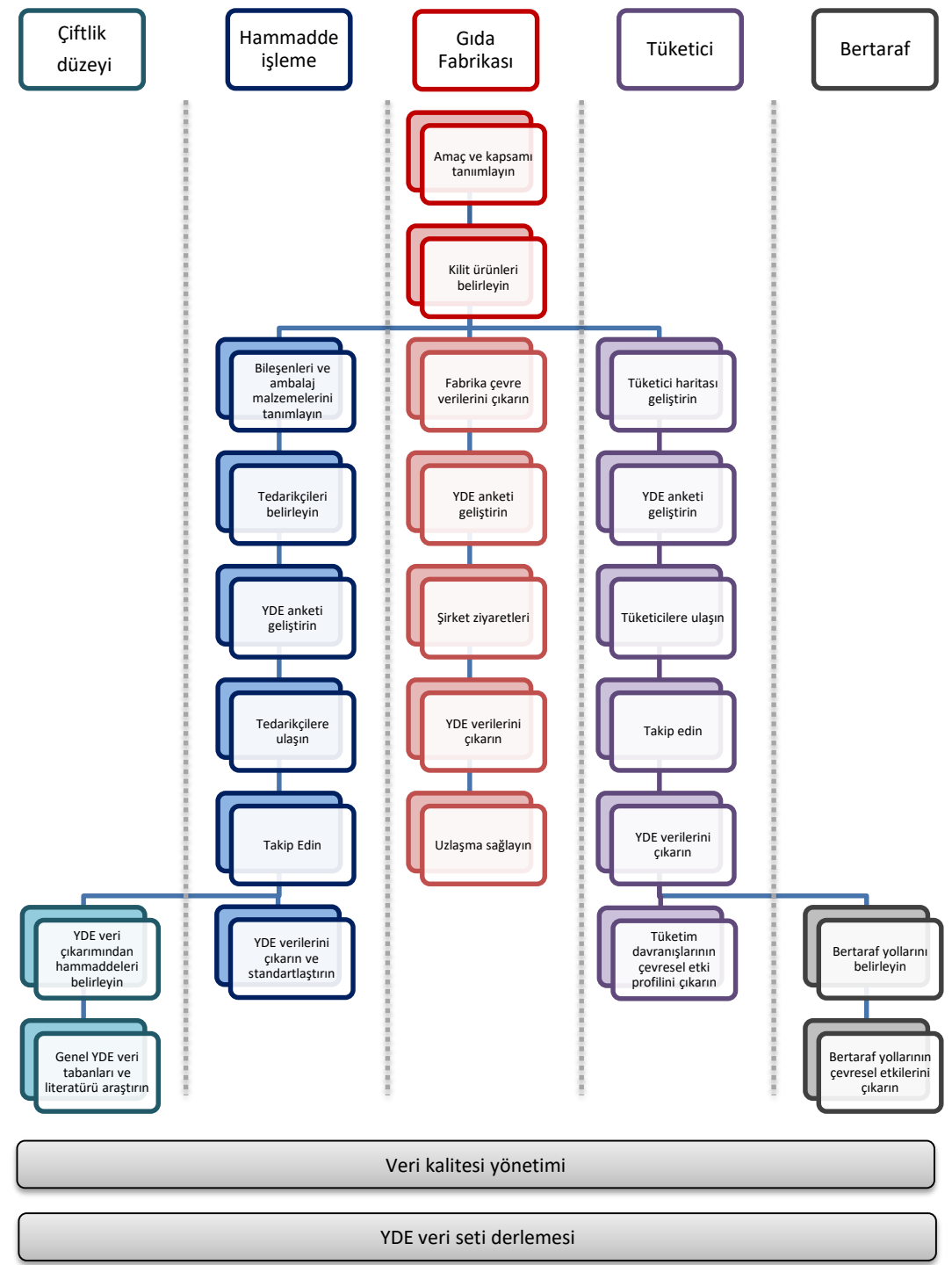


YDA Envanteri ve Veri Toplanması



Yazılımda modellemeye başlanmadan önce veri toplama ve envanter oluşturma faaliyetleri başlatılmalıdır.

Yaşam döngüsü envanter toplama süreci



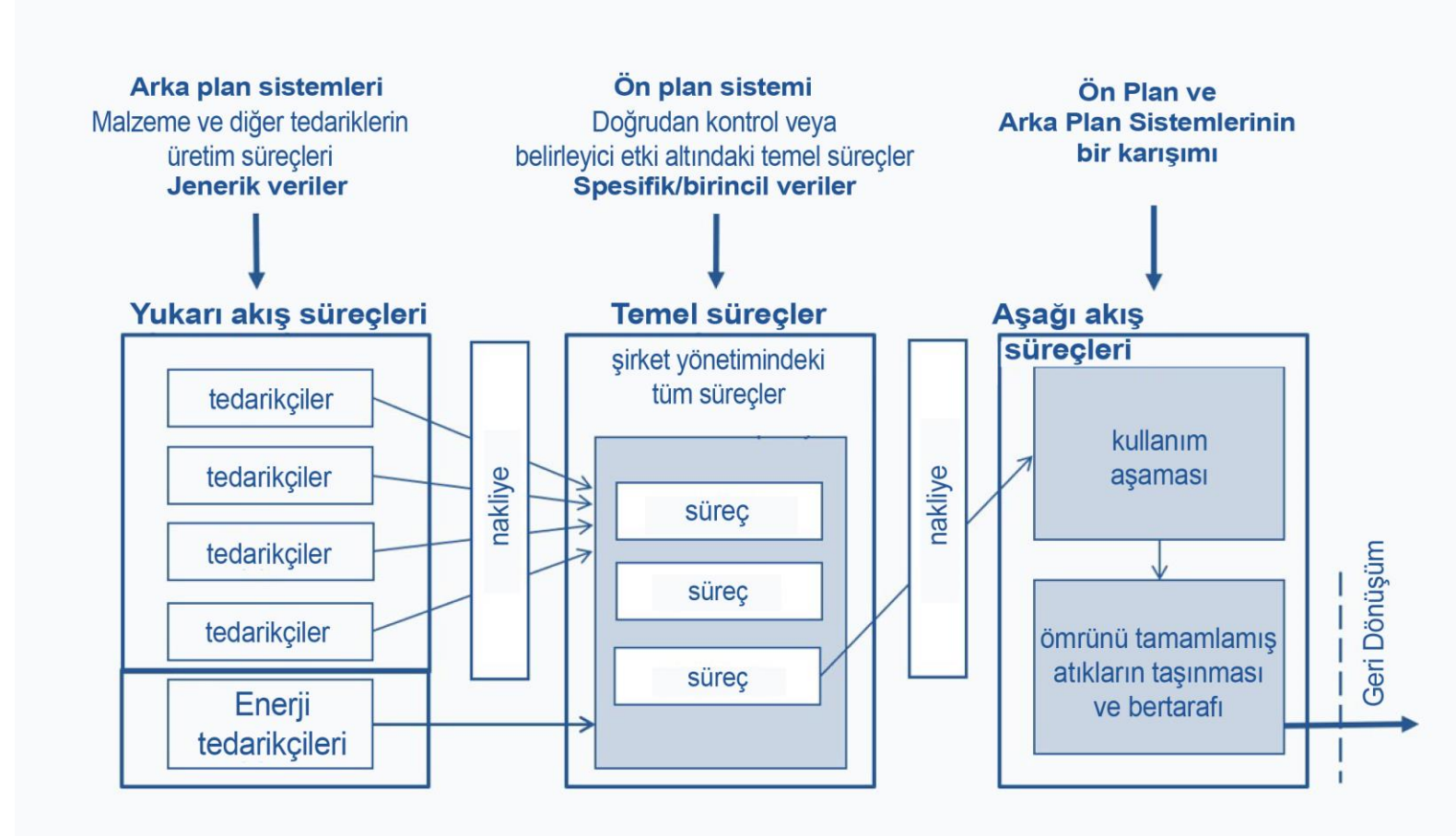
Yaşam Döngüsü Envanteri

Veri toplama, yoğun kaynak gerektiren bir süreç olabilir. Bu süreç, veri toplamaya ilişkin pratik kısıtlamalar kapsam dahilinde tasarlanmalıdır.

Ön plan ve arka plan süreçleri:

Ön plan sistemleri, incelenmekte olan ve sistem sınırlarından çıkan emisyon akışlarının bilindiği sistemlerdir. → Çalışma özelinde

Arka plan sistemleri, elektrik, malzeme, ulaşım gibi ön plan sistemlerine işlevler sağlayan sistemlerdir. Arka plan verileri, hem yukarı akış hem de ön plan sürecinin sınır limitleri dışındaki aşağı akış süreçlerini temsil eder. → Veri tabanlarından



YDA Envanter Oluşturma ve Veri Toplama

Ürün 1: Kulak pamuğu çubukları		Miktar	
Senaryo 1.1 (SUP)	PP		
Türkiye yıllık tüketim		9.51E+05	kg/yıl
Üretim			
Petrol --> PP			
Hammadde kaynakları			
1) Türkiye	5%	4.97E+04	kg/yıl
2) Suudi Arabistan (MENA)	38%	3.78E+05	kg/yıl
3) EUR	22%	2.17E+05	kg/yıl
4) RoW	35%	3.49E+05	kg/yıl
Taşıma (PP --> üretim tesisi)	km		
Ülke içi taşımacılık	350.00	1.74E+04	ton.km
Suudi Arabistan - Türkiye (road: extraction site to port)	500.00	1.89E+05	ton.km
Suudi Arabistan - Türkiye (sea)	2250.00	8.50E+05	ton.km
Suudi Arabistan - Türkiye (road)	350.00	1.32E+05	ton.km
Avrupa - Türkiye (road: production facility to port)	300.00	6.51E+04	ton.km
Avrupa - Türkiye (sea)	2612.50	5.67E+05	ton.km
Avrupa - Türkiye (road)	350.00	7.60E+04	ton.km
Diğer üretim noktaları - Türkiye (road: extraction site to port)	500.00	1.75E+05	ton.km
Diğer üretim noktaları - Türkiye (sea)	6890.00	2.41E+06	ton.km
Diğer üretim noktaları - Türkiye (road)	350.00	1.22E+05	ton.km
PP--> Ürün			
Ürün/PP oranı	1.045		kg PP/kg ürün
Kullanılan PP miktarı		9.94E+05	kg PP/yıl
Geri dönüştürülebilir PP oranı	0.0430622		kg PP/kg PP
Üretimden kaynaklanan geri dönüştürülebilir PP miktarı		4.28E+04	kg PP/yıl
Kaçınılan çevresel etkiler			
PP üretimi	71%	3.06E+04	kg PP/yıl
Harcanan elektrik		2.57E+04	kWh



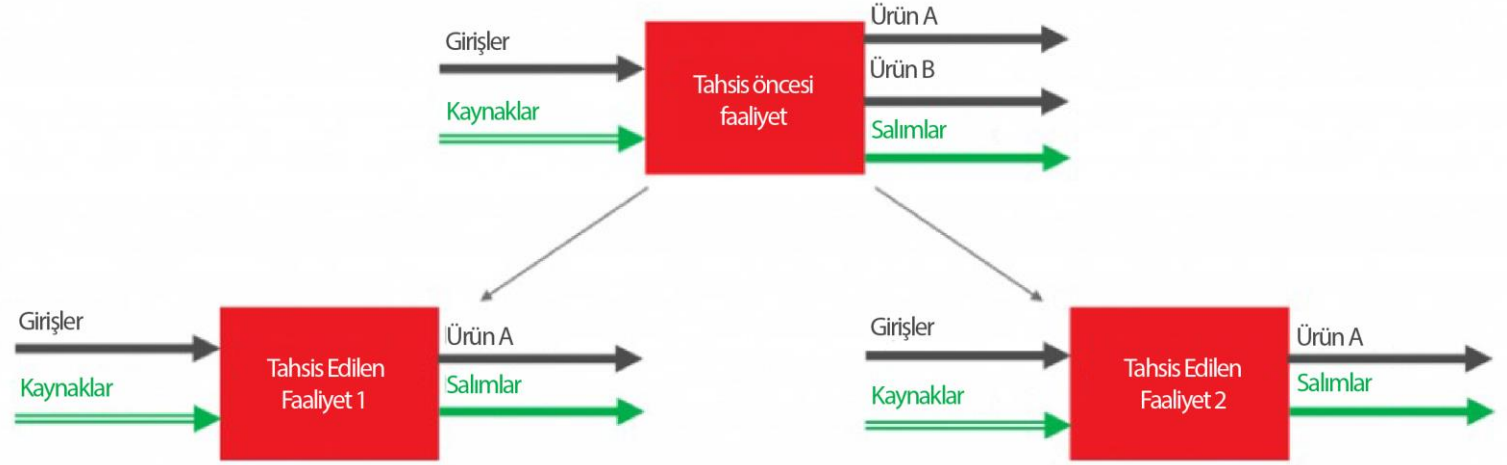
Yaşam döngüsü envanterleri genel olarak excel üzerinde oluşturulur ve konsolide edilir.

Tahsis

TAHSİS PROSEDÜRLERİ

Yan ürünlerin ya da geri dönüştürülebilir atıkların oluştuğu sistemlerde **çevresel etkiler** ana ürün ve yan ürün/geri dönüştürülebilir atıklar arasında **paylaştırılmalıdır**.

Bunun için öncelikle sistem mümkünse, çoklu ürünleri yansıtacak şekilde kavramsal olarak bölünür.



Tahsis

TAHSİS PROSEDÜRLERİ

ALTERNATİF YÖNTEMLER



=



+



Sistem sınırlarının genişletilmesi



-

=



Çevresel krediler

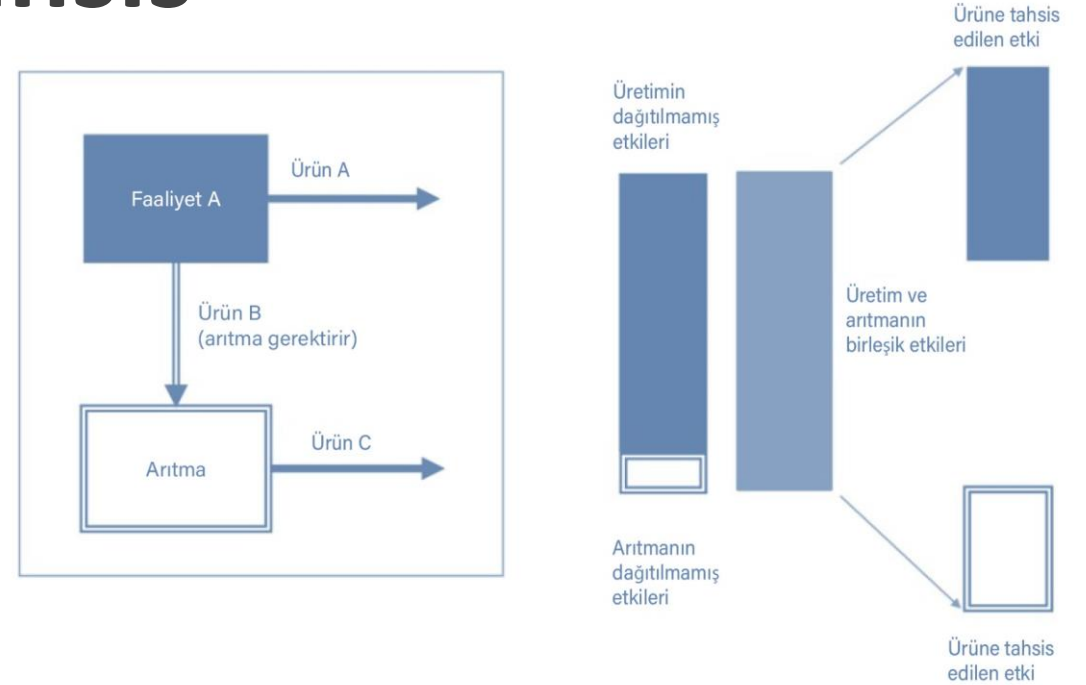
Tahsis

TAHSİS PROSEDÜRLERİ

Eğer bu mümkün değilse ürünlerin kütsel ya da ekonomik değelerine göre sonuçlar ürünler arasında paylaşılabilir (*allocation*).



Sistem sınırlarının genişletilmesi, kütle ve ekonomik değere göre tahsis yapılmasına göre tercih edilen bir yöntemdir !



Tomruk Ürünleri		Kütle	Ekonomik
	Kalas	$\frac{\text{Kalas kütlesi}}{\text{Kalas kütlesi} + \text{Talaş kütlesi} + \text{Ağaç kabuğu kütlesi}}$	$\frac{\text{Kalas kütlesi}}{\text{Kalas kütlesi} + \text{Talaş kütlesi} + \text{Ağaç kabuğu kütlesi}}$
	Talaş	$\frac{\text{Talaş kütlesi}}{\text{Kalas kütlesi} + \text{Talaş kütlesi} + \text{Ağaç kabuğu kütlesi}}$	$\frac{\text{Kalas kütlesi}}{\text{Kalas kütlesi} + \text{Talaş kütlesi} + \text{Ağaç kabuğu kütlesi}}$
	Ağaç Kabuğu	$\frac{\text{Ağaç kabuğu kütlesi}}{\text{Kalas kütlesi} + \text{Talaş kütlesi} + \text{Ağaç kabuğu kütlesi}}$	$\frac{\text{Kalas kütlesi}}{\text{Kalas kütlesi} + \text{Talaş kütlesi} + \text{Ağaç kabuğu kütlesi}}$

YDA Araçları

- Çeşitli YDA araçları:
-
- SimaPro: <https://simapro.com>
- Shpera (eski adı GaBi): <https://sphera.com>
- Open LCA: <https://www.openlca.org>
- Umberto: <https://www.ifu.com/umberto/lca-software/>
- Ecochain (Mobius ve Helix olarak iki LCA araçları var): <https://ecochain.com/lca-software/>
- Brightway - Brightway is an open-source software package for life cycle assessment (LCA) and environmental impact assessment written in the Python programming language: <https://docs.brightway.dev/en/latest/>

```
mirror_mod = modifier_ob.  
set mirror object to mirror.  
mirror_mod.mirror_object =  
operation == "MIRROR_X":  
mirror_mod.use_x = True  
mirror_mod.use_y = False  
mirror_mod.use_z = False  
operation == "MIRROR_Y":  
mirror_mod.use_x = False  
mirror_mod.use_y = True  
mirror_mod.use_z = False  
operation == "MIRROR_Z":  
mirror_mod.use_x = False  
mirror_mod.use_y = False  
mirror_mod.use_z = True  
  
selection at the end -add  
mirror_ob.select= 1  
modifier_ob.select=1  
context.scene.objects.active  
("Selected" + str(modifier_ob.  
mirror_ob.select = 0  
= bpy.context.selected_object  
data.objects[one.name].select  
print("please select exactly  
-- OPERATOR CLASSES --  
  
types.Operator):  
X mirror to the selected  
object.mirror_mirror_x"  
mirror X"  
  
context):  
context.active_object is not
```

SimaPro, YDA'nın yaşam döngüsü envanter analizi ve yaşam döngüsü etki analizi aşamalarına destek veren bir yazılımdır.

Yaşam döngüsü envanter verileri ve yaşam döngüsü etki analiz metodlarını içeren iki adet temel veri kümesine sahiptir.

Avrupa metotları

Küresel metotlar

Amerika metotları

Tek gösterge metotları

Su ayak izi

SimaPro

ecoinvent

Industry data 2.0

Environmental Footprint
database

European Commission



WORLD FOOD
LCA DATABASE

Agri-footprint
a Blonk solution

AGRI
BA
LYSE

exiobase

ecosystem
recycler c'est protéger

DATA SMART
Life Cycle Inventory Package

SimaPro – Genel görünüm

The screenshot shows the SimaPro software interface with several callouts explaining its features:

- Open and close project:** Points to the File menu.
- Show parameter values of formulas:** Points to the Calculate menu.
- Show process network or tree:** Points to the Tools menu.
- Analyze or compare LCA data:** Points to the Window menu.
- Run Monte Carlo analysis:** Points to the Help menu.
- Data available for your project:** Points to the left sidebar menu.
- General data:** Points to the bottom section of the left sidebar.
- Content of selected data type:** Points to the main data table.
- Overview of the data:** Points to the tree view on the left.
- Find out where data is used:** Points to the 'Used by' button.
- Access to all data types:** Points to the 'General data' section of the sidebar.

The interface includes a menu bar (File, Edit, Calculate, Tools, Window, Help), a toolbar, and a main window titled 'LCA Explorer'. The left sidebar contains sections for 'Wizards', 'Goal and scope', 'Inventory', 'Impact assessment', and 'General data'. The main window displays a tree view of product stages and a table of data types.

Name	Project	Status
Assembly model Pro (aluminium)	Introduction to SimaPro	None
Assembly model Sima (plastic)	Introduction to SimaPro	None

Buttons on the right: New, Edit, View, Copy, Delete, Used by, Show as list.

Bottom status bar: 20 items, 0 items selected.

SimaPro – Süreç seçimi



Piyasa süreçleri: çeşitli ülkelerden nakliye girdilerini ve üretim girdilerini içerir. Tedarikçi bilinmediğinde 'piyasa' sürecini {GLO} kullanın.

Dönüşüm süreçleri: malzeme ve enerji girdileri, malzeme girdilerinin nakliyesi ve kaynak çıkarma ve emisyonlar dahil olmak üzere bir ürün veya hizmet üretmek için tüm girdi ve çıktıları içerir.

Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {CA-QC} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, S	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {CA-QC} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, U	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {CH} polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled to generic market for am	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {CH} polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled to generic market for am	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {Europe without Switzerland} polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled t	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {Europe without Switzerland} polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled t	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous Cut-off, S	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous Cut-off, U	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, S	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, U	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RoW} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, S	Material	Plastics\Ti
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RoW} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, U	Material	Plastics\Ti
Polvethvlene terephthalate. aranulate. amorphous {RoW} polvethvlene terephthalate. aranulate. amorphous. recvclcd to generic market for ar	Material	Plastics\Ti

SimaPro – Süreç seçimi

File Edit Calculate Tools Window Help

LCA Explorer

Wizards

Material

Name

Unit

Find

Text polypropylene

Where All projects and libraries

Type All

Status None

All fields

Case sensitive

Find

Go to

Close

Name

Polypropylene resin, at plant/RNA

Polypropylene scrap, from PP injection molding, at plant/kg/RNA

Polypropylene scrap, from PP thermoforming, at plant/kg/RNA

Polypropylene, granulate {GLO} market for Cut-off, S

Polypropylene, granulate {GLO} market for Cut-off, S

Polypropylene, granulate {GLO} market for polypropylene

Polypropylene, granulate {GLO} market for polypropylene

Polypropylene, granulate {RER} polypropylene product

Polypropylene, granulate {RER} polypropylene product

Polypropylene, granulate {RoW} polypropylene product

Polypropylene, granulate {RoW} polypropylene product

Polypropylene, granulate, at plant/RER S demo7

Polypropylene, PP, granulate, at plant/RER

178 items found

This dataset describes the electricity available on the high voltage level in Slovakia. This is done

Filter on and or Clear 386

59992 items

1 item selected

ANKA

9.5.0.1 Analyst

New

Edit

View

Copy

Delete

Used by

Show as list

Bölgesel temsiliyete sahip farklı veriler

GLO: Küresel ortalamalar

RER: Avrupa ortalamaları

RoW: Avrupa dışı ülkelere ait ortalamalar

+

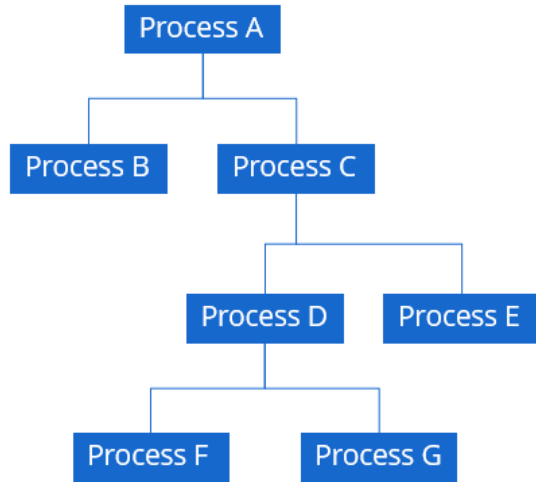
Mevcut ise ülke özelinde veri setleri

SimaPro – Süreç seçimi

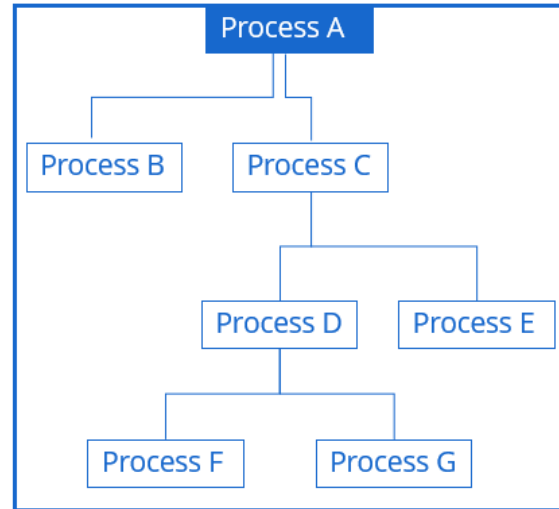
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous Cut-off	S
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous Cut-off	U
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off	S
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off	U

Material	Plastics\TI
Material	Plastics\TI
Material	Plastics\TI
Material	Plastics\TI

Unit process: large network
for every process



System process: aggregated data
(one box per process)



Birim süreçler: Kapıdan kapiya

Sistem süreçler: Beşikten kapiya

Yaşam Döngüsü Etki Analizi

Pek çok farklı yaşam döngüsü etki analizi metodu bulunmaktadır.

Metod	Geçerlilik	Etki kategorileri
CML-IA	Avrupa	Abiyotik kaynakların tükenmesi • İklim değişikliği • Stratosferik ozon tükenmesi • İnsan üzerindeki toksisite • Tatlı su ekosistemleri üzerinde ekotoksisite • Deniz suyu ekosistemleri üzerinde ekotoksisite • Karasal ekosistemler üzerinde ekotoksisite • Photokimyasal oksidasyon • Asidifikasyon • Ötrofikasyon
Çevresel Fiyatlar		ReCiPe (2008) Midpoint, hierarchist perspektifi etki kategorileri ile aynı.
Ekolojik Kıtık 2021		Su kaynakları, net denge • Enerji kaynakları • Maden kaynakları • Arazi kullanımı • Küresel ısınma • Ozon tabakasının incelmeye • Ana hava kirleticiler ve partiküller • Kanserojen maddelerin havaya karışması • Havaya karışan ağır metaller • Su kirleticiler • Suyu karışan kalıcı organik kirleticiler • Suyu karışan ağır metaller • Toprağa karışan pestisitler • Toprağa karışan ağır metaller • Radyoaktif maddelerin havaya karışması • Radyoaktif maddelerin suya karışması • Gürültü • Atık, radyoaktif olmayan • Depolanacak radyoaktif atıklar • Biyotik Kaynaklar
Çevresel Ayak İzi 3.1		İklim değişikliği • Ozon tükenmesi • İnsan üzerinde toksisite, kanser • İnsan üzerindeki toksisite, kanser dışı • Partikül madde • İyonlaştırıcı radyasyon, insan sağlığı • Fotokimyasal ozon oluşumu, insan sağlığı • Asidifikasyon • Karasal ötrofikasyon • Tatlı su ötrofikasyonu • Deniz suyu ötrofikasyonu • Arazi kullanımı • Tatlı su ekosistemleri üzerinde toksisite • Su tüketimi • Kaynak tüketimi, fosil • Kaynak tüketimi, mineral ve metaller
EN 15804 + A2 Method		EN 15804 standardına göre, Yapı Ürünlerinin Çevresel Ürün Beyanlarını (EPD'ler) kapsamaktadır
EPD (2018)		Asidifikasyon potansiyeli • Ötrofikasyon potansiyeli • Küresel ısınma potansiyeli • Fotokimyasal oksitleyici oluşturma potansiyeli • Abiyotik tükenme potansiyeli – elementler • Abiyotik tükenme potansiyeli – fosil yakıtlar • Su kıtlığı ayak izi
EPS 2015d ve EPS 2015dx		Ekosistem hizmetleri • suya erişim • biyoçeşitlilik • inşaat teknolojileri • insan sağlığı • abiyotik kaynaklar

Yaşam Döngüsü Etki Analizi

Pek çok farklı yaşam döngüsü etki analizi metodu bulunmaktadır.

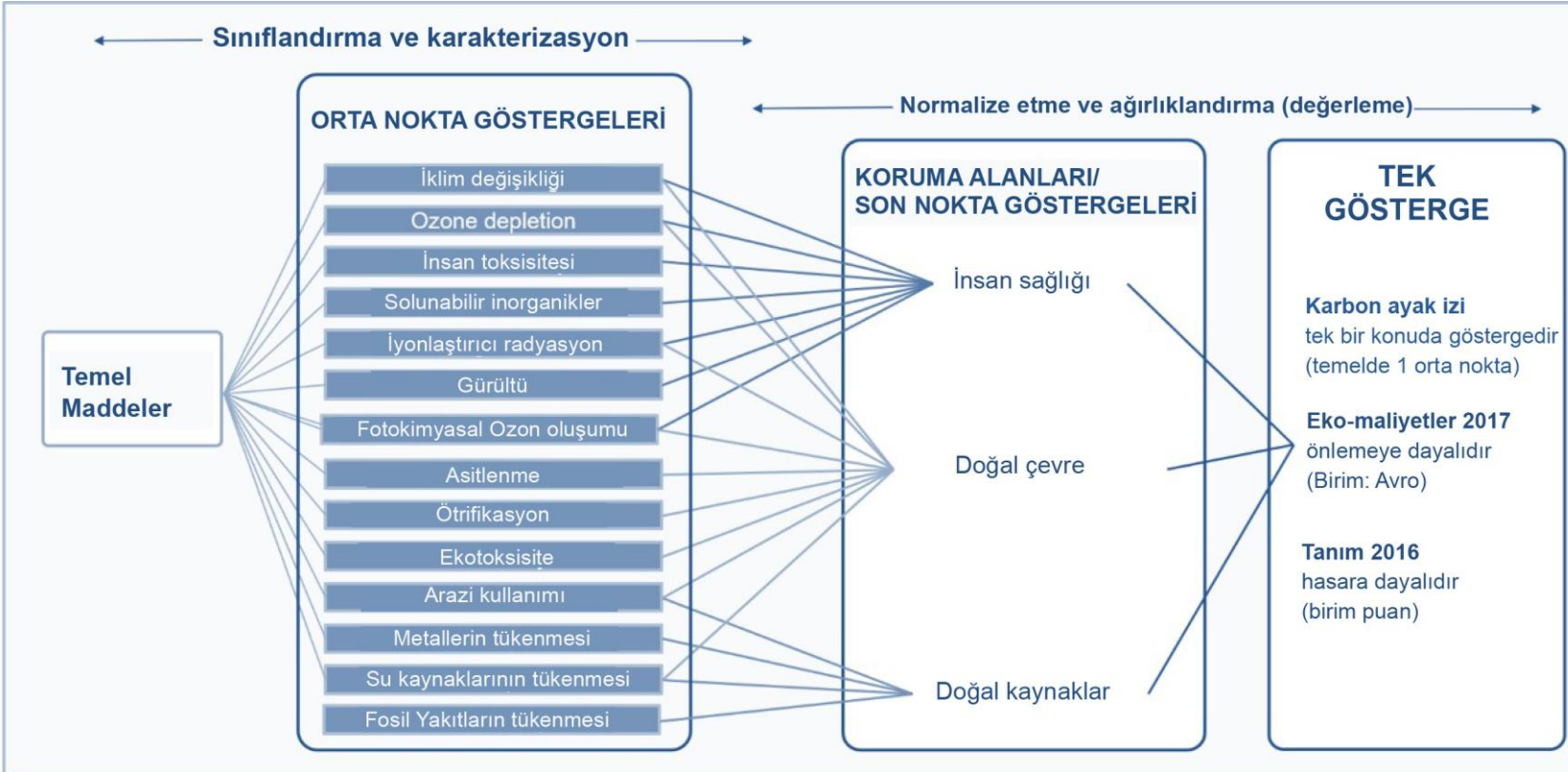
Metod	Geçerlilik	Etki kategorileri
Impact World	Dünya	İklim değişikliği • Fotokimyasal oksidan oluşumu • İyonlaştırıcı radyasyon • Ozon tabakasının incelmeleri • İnsan üzerinde toksisite • Partikül madde oluşumu • Su varlığı • Deniz suyu asidifikasyonu • Tatlı su ekosistemleri üzerinde toksisite • Tatlı su asidifikasyonu • Karasal asidifikasyon • Tatlı su ötrofikasyonu • Deniz suyu ötrofikasyonu • Arazi dönüşümü, biyoçeşitlilik • Arazi işgali • Termal olarak kirlenmiş su
LC Impact		İklim değişikliği • Ozon tabakasının incelmeleri, insan sağlığı • Ozon oluşumu • Partikül madde, insan sağlığı • Asidifikasyon • Tatlı su ötrofikasyonu • Deniz ötrofikasyonu • İnsan üzerinde toksisite, kanser ve kanser dışı • Ekotoksisite • Karasal baskı • Su stresi • Mineral yoksunluğu
ReCiPe 2016		Orta nokta: Küresel ısınma • Stratosferik ozon tabakası incelmeleri • İyonlaştırıcı radyasyon • Ozon oluşumu • Karasal asidifikasyon • Tatlı su ötrofikasyonu • Deniz suyu ötrofikasyonu • Ekotoksisite, karasal, tatlı su, deniz suyu • İnsan üzerinde toksisite, kanser, kanser dışı • Arazi kullanımı • Mineral kaynakların kıtlığı • Fosil kaynakların kıtlığı (kg oil eq) • Su tüketimi (m3) Son nokta: İnsan sağlığı • Ekosistem • Kaynak kıtlığı

Yaşam Döngüsü Etki Analizi

Pek çok farklı yaşam döngüsü etki analizi metodu bulunmaktadır.

Metod	Geçerlilik	Etki kategorileri
Kümülatif Enerji Talebi	Tekil gösterge	Yenilenebilir olmayan, fosil • Yenilenebilir olmayan, nükleer • Yenilenebilir, biyokütle • Yenilenebilir, rüzgar, güneş, jeotermal • Yenilenebilir, su
Kümülatif Ekserji Talebi		Yenilenebilir olmayan, fosil • Yenilenebilir olmayan, nükleer • Yenilenebilir, kinetik • Yenilenebilir, güneş enerjisi • Yenilenebilir, potansiyel • Yenilenemez, birincil • Yenilenebilir, biyokütle • Yenilenebilir, su • Yenilenemez, metaller • Yenilenemez, mineraller
IPCC 2021		GTP – Küresel Sıcaklık Potansiyeli – fosil, biyojenik, arazi dönüşümü, karbon alımı (100 yıl) GWP – Küresel Isınma Potansiyeli – fosil, biyojenik, arazi dönüşümü, karbon alımı (20, 100, 500 yıl)
Arazi kullanımının biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri		Küresel ve bölgesel arazi işgali ve dönüşümü
Maden kaynaklarının dağıtılması		Orta nokta seviyesinde: ortalama dağılım oranı (ADR) • kayıp potansiyel hizmet süresi (LPST) – 25,100, 500 yıllık Uç nokta seviyesinde: potansiyel değer kaybı oranı (PVLr) • kayıp potansiyel değer (LPV) - 25,100, 500 yıllık
USEtox2		İnsan üzerinde toksisite, kanser • İnsan üzerinde toksisite, kanser dışı • Tatlı su ekosistemleri üzerinde ekotoksisite
AWARE		Su ayak izi

Yaşam Döngüsü Etki Analizi

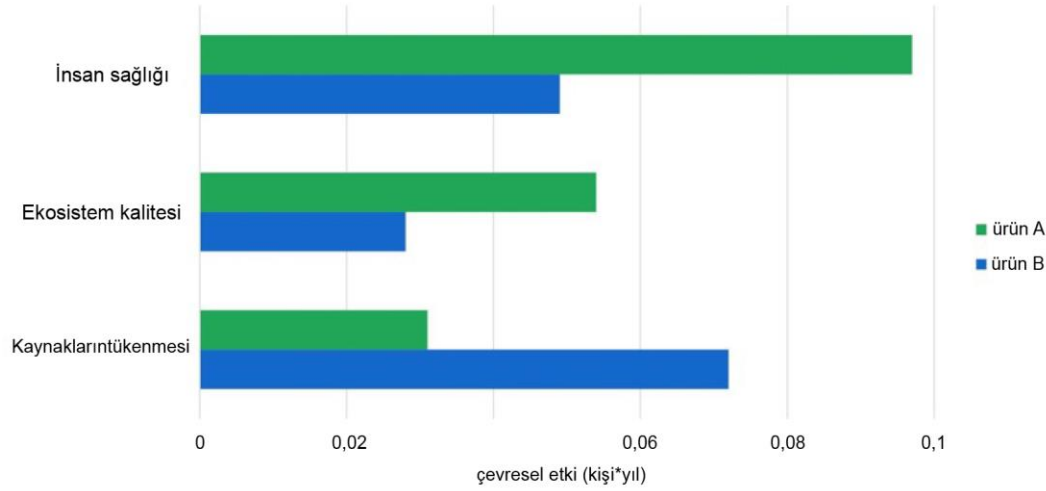


Görsel kaynağı: Sustainability Impact Metrics. Rigorous LCA. URL: <https://www.ecocostsvalue.com/lca/rigorous-lca/>

Görsel kaynağı: Pre Sustainability, 2021. Making LCA results count. URL: <https://pre-sustainability.com/articles/consider-your-audience-when-doing-lca/>

Yaşam Döngüsü Etki Analizi

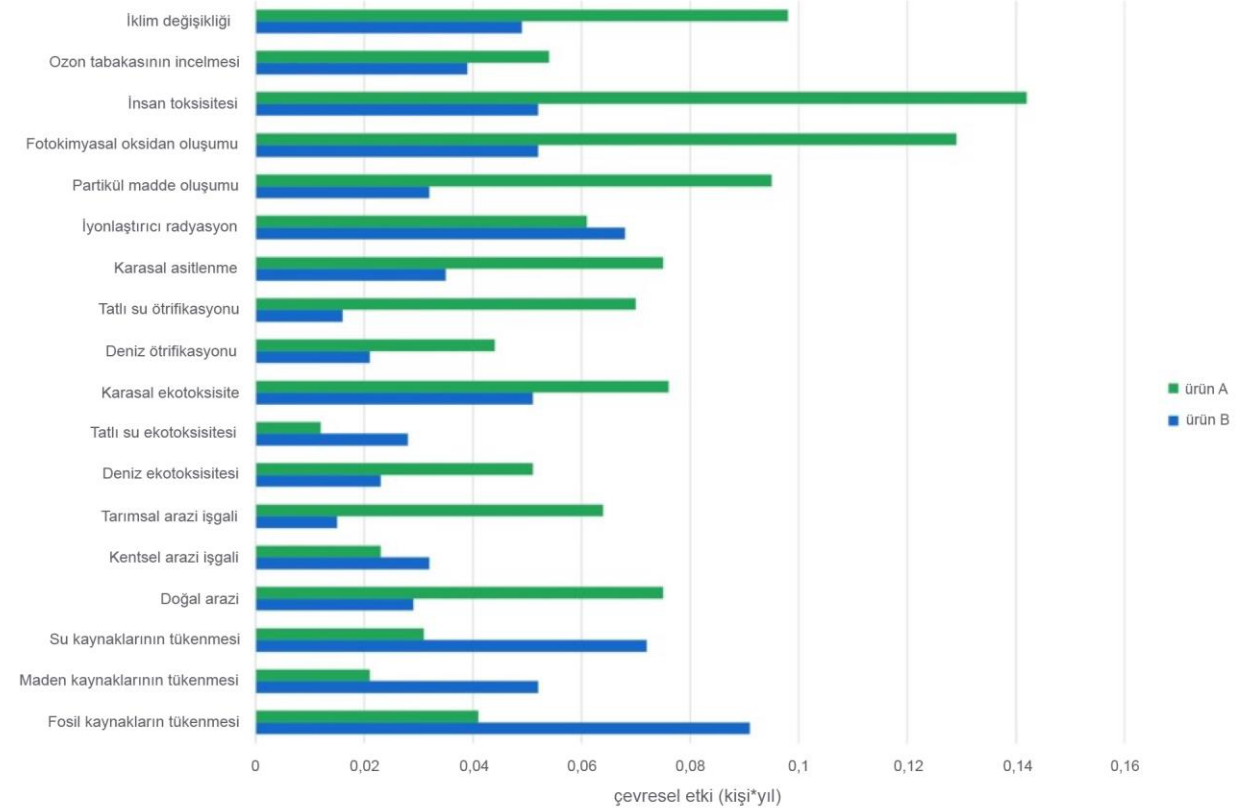
Normalize edilmiş son nokta sonuçları



Son nokta sonuçların iletilmesi daha kolay olsa da, son nokta yöntemlerinin bir dezavantajı istatistiksel belirsizliklerin daha yüksek olmasıdır.

Orta nokta sonuçların anlaşılması daha zor olabilir ancak çevresel ödünleri görmek daha kolaydır. Bunun da ötesinde, orta nokta sonuçları daha düşük bir istatistiksel belirsizliğe sahiptir, bu nedenle hesaplanan sonuçlar daha güvenilirlerdir

Normalize edilmiş son nokta sonuçları



Ortak tekil bir göstergeye indirgemesine gelinecek olursa, ISO 14044 standardına göre YDA sonuçlarını tek bir genel puana veya sayıya indirgemenin bilimsel bir temeli olmadığı kabul edilmelidir.

YDA – Etki kategorileri

- **Küresel Isınma Potansiyeli (GWP):** Karbondioksit, metan, azot oksit ve florlu gazlar (F-gazları) dahil olmak üzere sera gazları (GHG'ler) ile ilişkili radyatif zorlamayı (ısı tutma potansiyeli) gösteren etki kategorisi.

Karbondioksit eşdeğerleri ($\text{CO}_2 \text{ eq}$)

Küresel bir etki kategorisidir (yani emisyonların yeri önemli değildir).



- **Asidifikasyon Potansiyeli (AP):** Sülfür ve nitrojen oksit gibi emisyonların atmosferde su ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan asit yağmurları nedeniyle su ve toprağın asitleşme potansiyelini gösteren etki kategorisi.

Sülfür dioksit eşdeğerleri ($\text{SO}_2 \text{ eq}$)

YDA – Etki kategorileri

- **Ötrofikasyon Potansiyeli (EP):** Azot ve fosfordan oluşan besin kirliliği nedeniyle sudaki oksijen miktarının azalma potansiyelini gösteren etki kategorisi. Aşırı besin maddeleri alglerin çoğalmasına neden olur, bu algler daha sonra ayrışarak çözünmüş oksijeni tüketir ve suda yaşayan organizmalar için hipoksiye (oksijen yetersizliği) yol açar.

Fosfat eşdeğerleri (PO_4eq) ve nitrojen (N_{eq})



- **Ozon Tükenme Potansiyeli (ODP):** Ozon tabakası Dünya yüzeyini çoğu ultraviyole radyasyondan koruyarak insanları cilt kanserleri ve göz hastalıklarından korur. Stratosferik ozon tabakasındaki ozonun yok olma potansiyelini gösteren etki kategorisi.
Kloroflorokarbon soğutucu akışkan $\text{CFC-11}_{\text{eq}}$

YDA – Etki kategorileri

- **Fotokimyasal Sis Oluşum Potansiyeli:** Güneş ışığı varlığında azot oksitlerin ve uçucu organik bileşiklerin (VOC'ler) reaksiyonları nedeniyle troposferik (yüzey seviyesi) ozon oluşumu potansiyelini gösterir. Troposferik ozon önemli bir hava kirletici olarak kabul edilir.

Metan olmayan VOC eşdeğerleri

- **Partikül Madde:** Partikül madde (PM) emisyonları ve ikincil oluşum potansiyelini gösteren etki kategorisi. PM çeşitli boyutlarda ve kimyasal bileşimlerde bulunur ve dünya çapında hava kirliliğinin en zararlı şeklidir ve her yıl milyonlarca erken ölüme neden olur.

PM2.5 eşdeğerleri

- **İnsan Sağlığı Kanseri ve Kanseri Dışı:** Kimyasal emisyonların insanlarda hastalığa neden olma potansiyelini gösteren etki kategorisi.

Karşılaştırmalı Toksikite Birimleri (CTUh)

- **Ekotoksikite:** Kimyasal emisyonların insan dışı organizmalara zarar verme potansiyelini gösteren etki kategorisi.

Karşılaştırmalı Toksikite Birimleri (CTUe)



SimaPro – Etki analizi

New calculation setup

General | Parameter sets | Analyze groups | Chart options

Name

Comment

Calculation function

- ☒ Network
- ☐ Tree
- ☐ Analyze
- ☐ Compare
- ☐ Uncertainty analysis

Method

ReCiPe 2016 Endpoint (H) V1.08 / World (2010) H/A

Product	Amount	Unit	Project	Comment
Aluminium frame	1,5	kg	Tutorial	

Current library

Suffix

Replacing library

Suffix

Switches

- ☐ Inventory per sub-compartment
- ☐ Exclude infrastructure processes
- ☐ Exclude long-term emissions

Monte Carlo stop criterion

- ☒ Fixed number of runs
- ☐ Use stop factor
- ☐ Seed value

1000

0,005

Value

Single score

0

Help

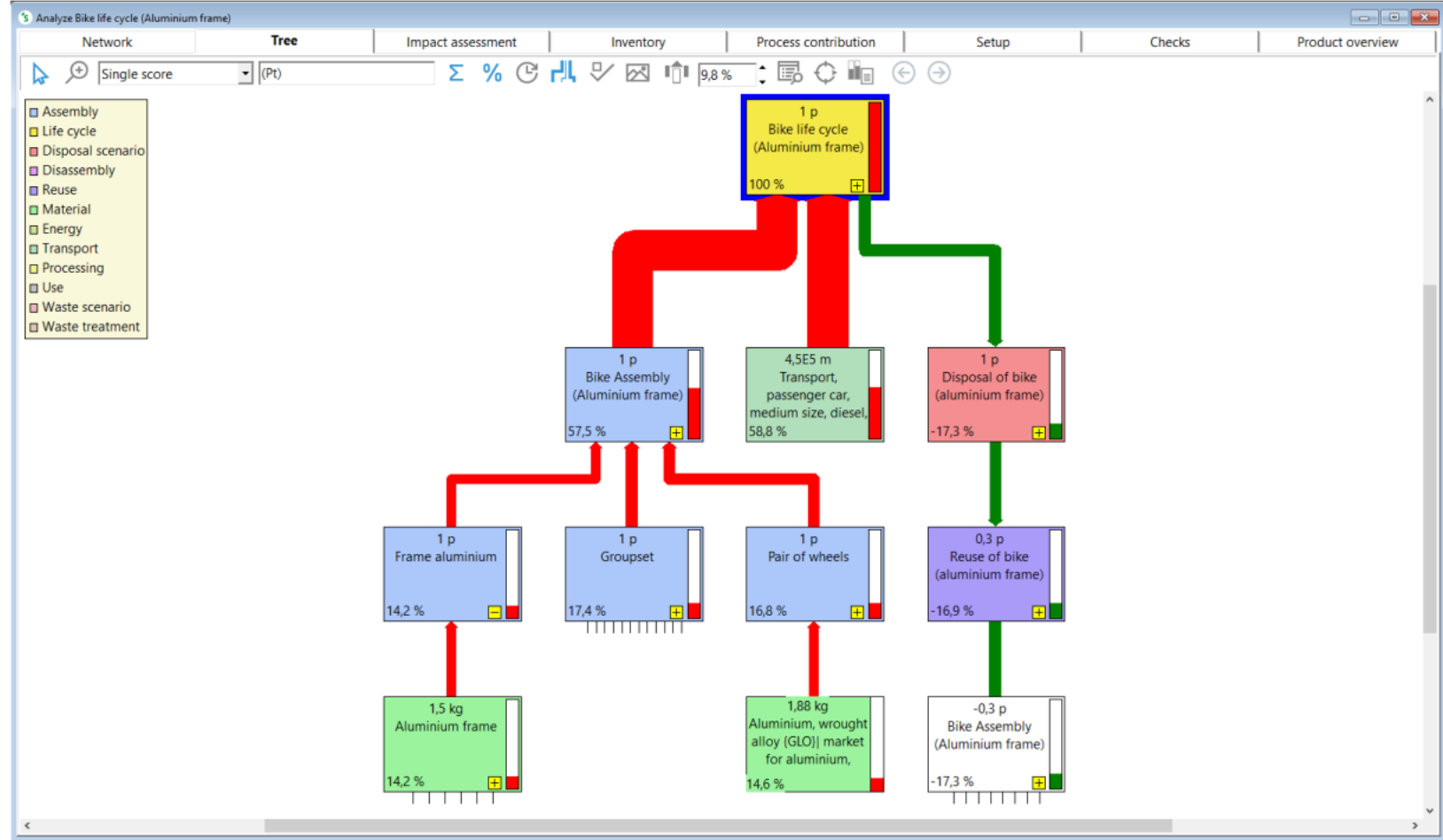
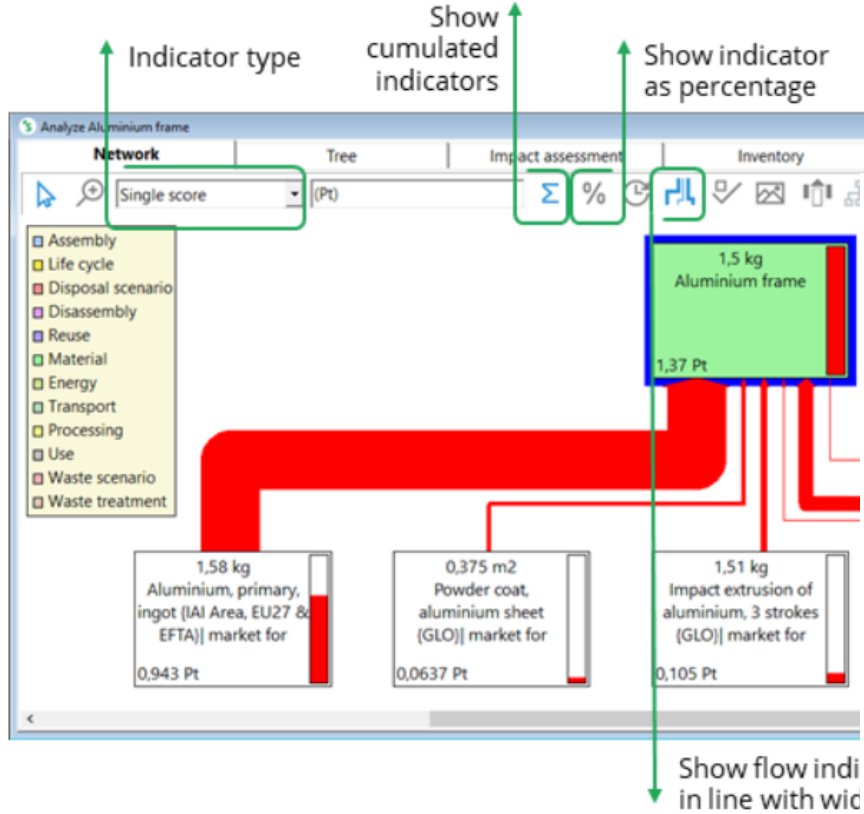
Calculate

Close

- Sistem sınırlarının görselleştirilmesi
- Çevresel etkilerin analiz edilmesi
- Birkaç sürecin çevresel etkilerinin karşılaştırılması
- Belirsizlik analizi
- Etki değerlendirme kategorisi seçimi

SimaPro – Sonuçlar

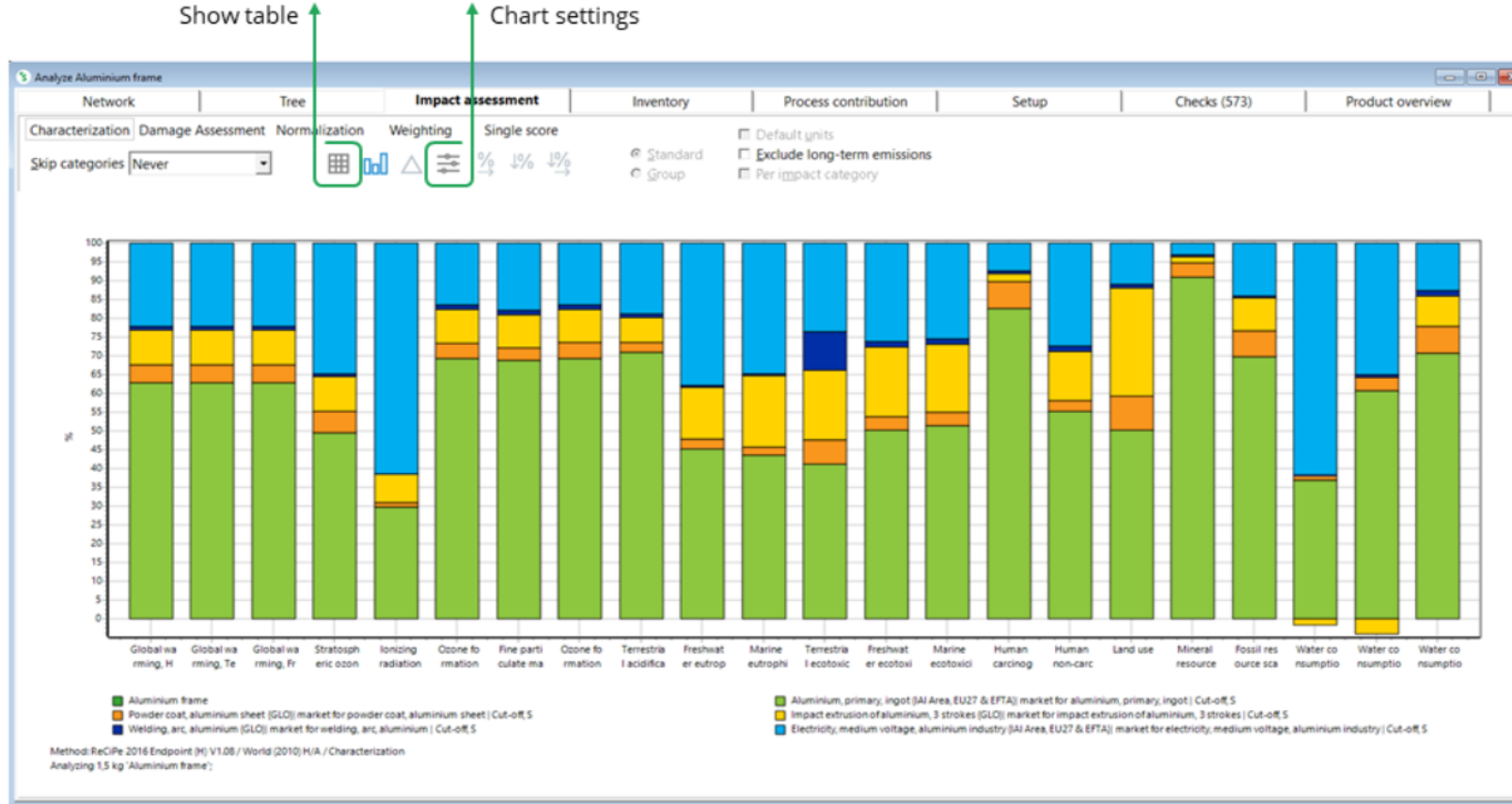
YDA modelinin görselleştirilmesi



SimaPro – Sonuçlar

YDA sonuçları

Tablo ****





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Teşekkürler



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPACevre



@turkiyedonguseleekonomi

@ipa.cevre



@trdonguseleko

@ipacevre



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPA Çevre/Environment TÜRKİYE



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPA Çevre

dongusel.csb.gov.tr



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi

EuropeAid/140562/IH/SER/TR

Faaliyet 2.4 – Döngüsel ekonomide izlemeyi desteklemek için yaşam döngüsü analizi eğitimi

Farklı Sektörlerdeki Plastik Ürünler için YDA Örnek Vaka İncelemesi
Politika Belirleme Süreçleri Üzerindeki Etkiler
Ankara, 27 Kasım 2023

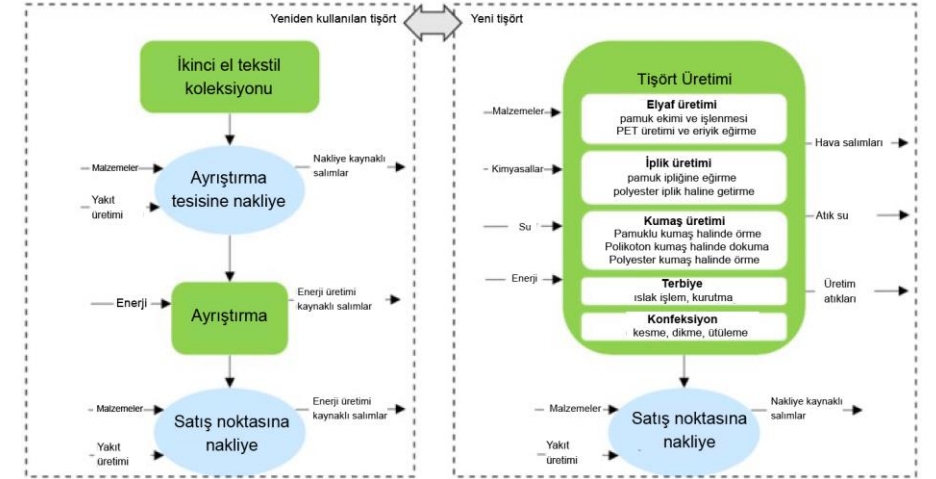
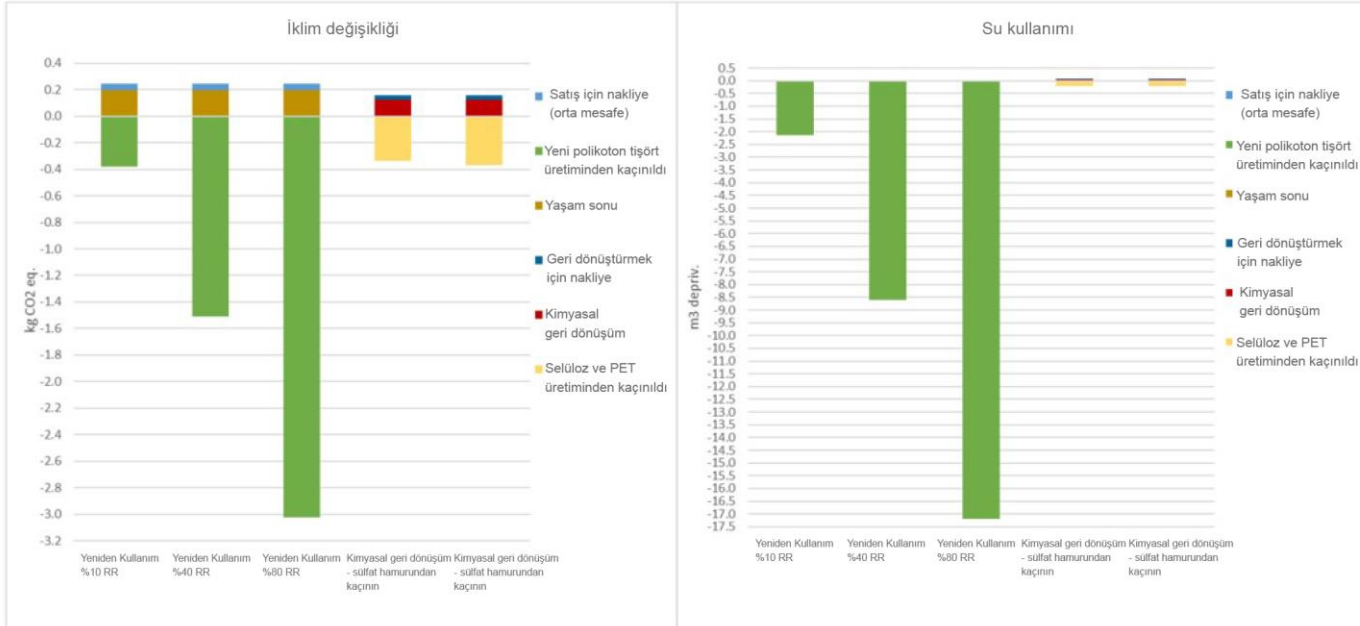
Dr. Özge Yılmaz, Kilit Olmayan Kıdemli Uzman

Sentetik Tekstiller için YDA

Çalışmanın amacı: Bu YDA, yeniden kullanılan (ikinci el) bir giysinin çevresel etkisini yeni bir giysinin çevresel etkisiyle karşılaştırarak çeşitli kalite seviyelerinde giysilerin yeniden kullanımından elde edilen çevresel faydaların ölçeğini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Senaryolar

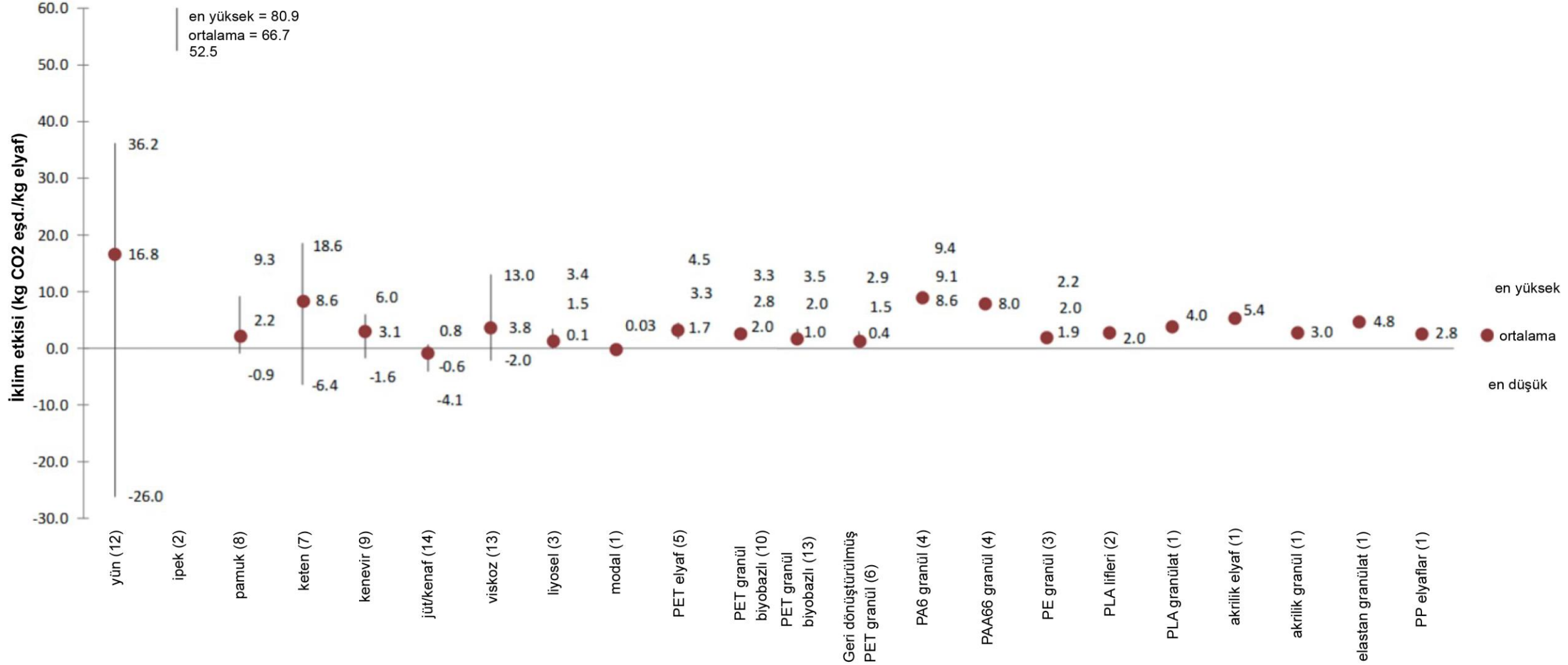
Senaryo	Kalite düzeyi	Yeniden kullanılan giysi	Yeni giysi
1	Crème	100% pamuklu ikinci el gömlek Avrupa'da tasnif edilip Avrupa'da satılıyor	100% pamuk yeni gömlek Asya'da üretilip Avrupa'da satılıyor
2	B sınıfı	30/70 polikoton ikinci el gömlek Avrupa'da tasnif edilip Sahra Altı Afrika'da satılıyor	30/70 polikoton yeni gömlek Asya'da üretilip Sahra altı Afrika'da satılıyor
3	C sınıfı	100% polyester ikinci el gömlek Avrupa'da tasnif edilip Pakistan'da satılıyor	100% polyester yeni gömlek Asya'da üretilip Pakistan'da satılıyor



Politika önerileri:

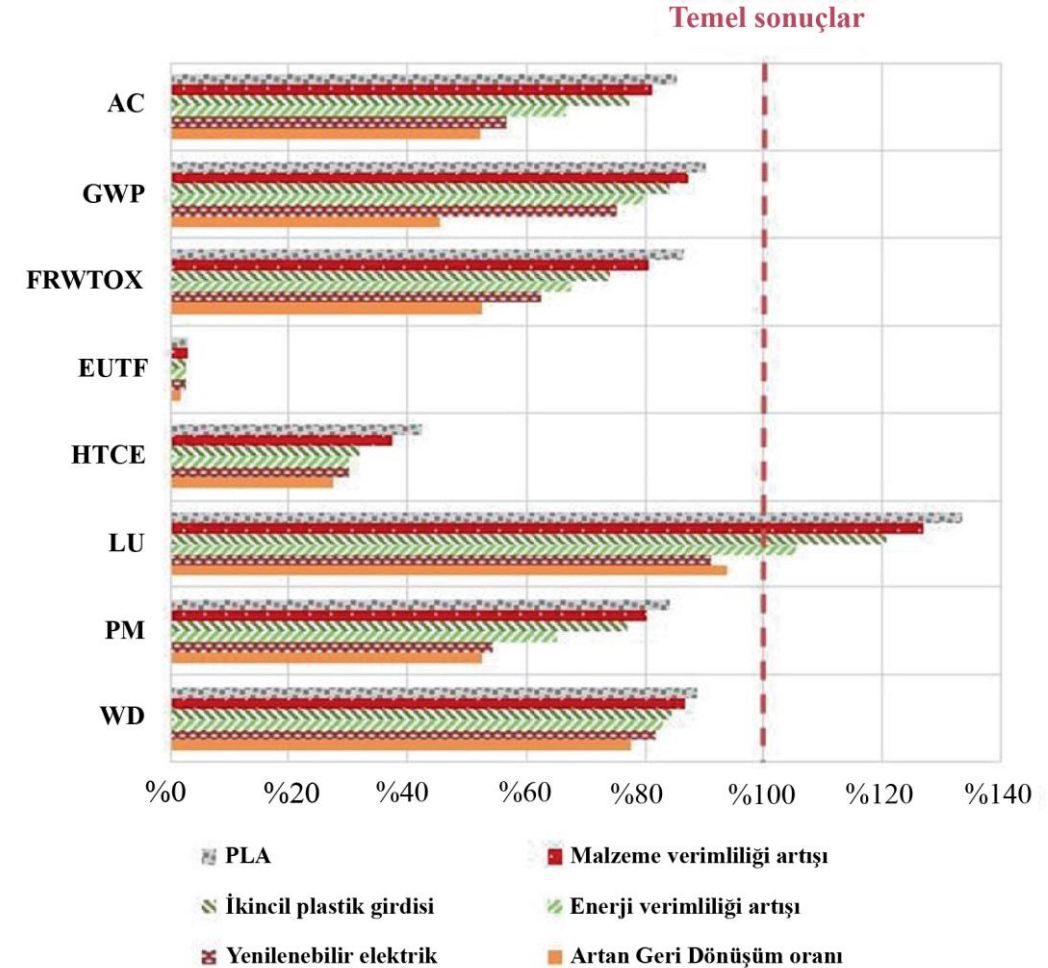
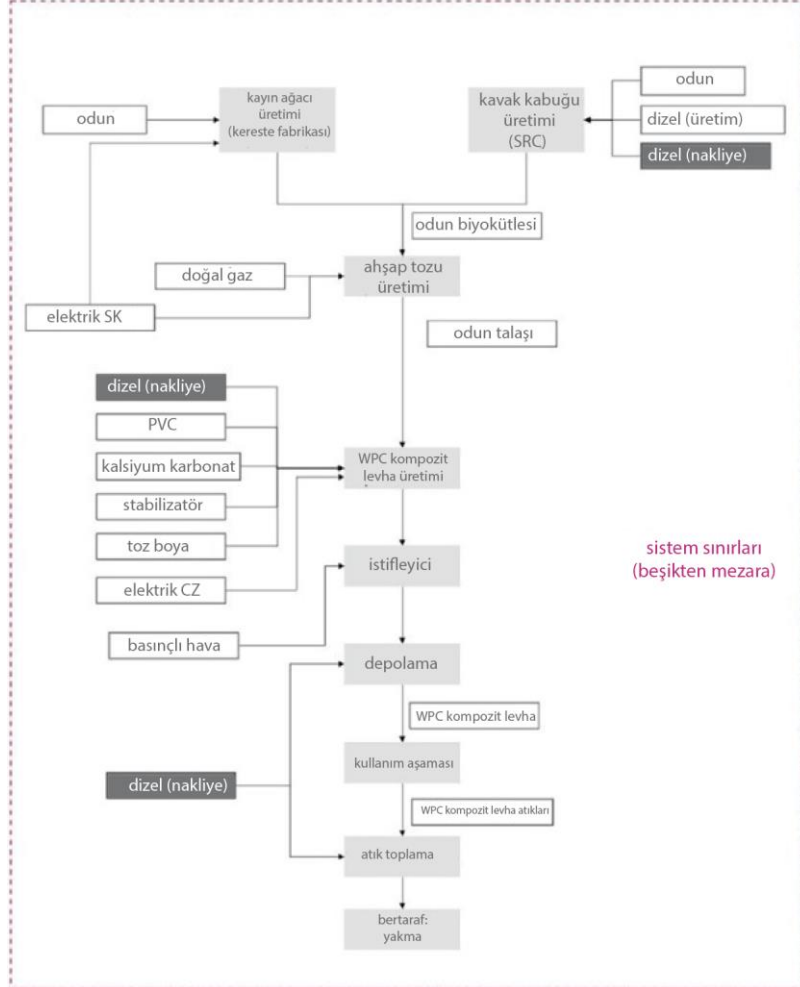
- Dayanıklılığın sağlanması
- İkincil tekstil ticaretinin ivme kazanması
- Daha iyi ayırma
- Mekanik – kimyasal geri kazanım
- Geri kazanım altyapısının geliştirilmesi

Sentetik Tekstiller için YDA



Plastik Yapı Malzemeleri için YDA

Çalışmanın amacı: Bu çalışmanın amacı, ahşap plastik kompozit döşeme levhaları için çevresel etkileri, etki noktalarını ve etki azaltma potansiyellerini belirlemektir.



Plastik Yapı Malzemeleri için YDA

EGE PROFİL
TİCARET VE SANAYİ A.Ş.

deceuninck



FIRAT

İşlevsel / Beyan Edilen Birim

Beyan edilen birim 1 kg beyaz PVC profildir

Arka Plan Verileri

Tüm YDA modelleme ve hesaplamaları için Ecoinvent veritabanı (v3e.9.1) ve SimaPro (v9.5) YDA yazılımı kullanılmıştır.

Beyan Edilen Birim: 1 kg Pencere ve Kapılar için Beyaz PVC Profil

Zaman Temsiliyeti: 2021

Veritabanı(lar)ı ve YDA Yazılımı: Ecoinvent 3.8 ve SimaPro 9.3

Sistem Sınırları: C1-C4 modülleri, D modülü ve isteğe bağlı modüller (A1-A3 + C + D ve A4 modülleri) seçenekleriyle beşikten kapıya.

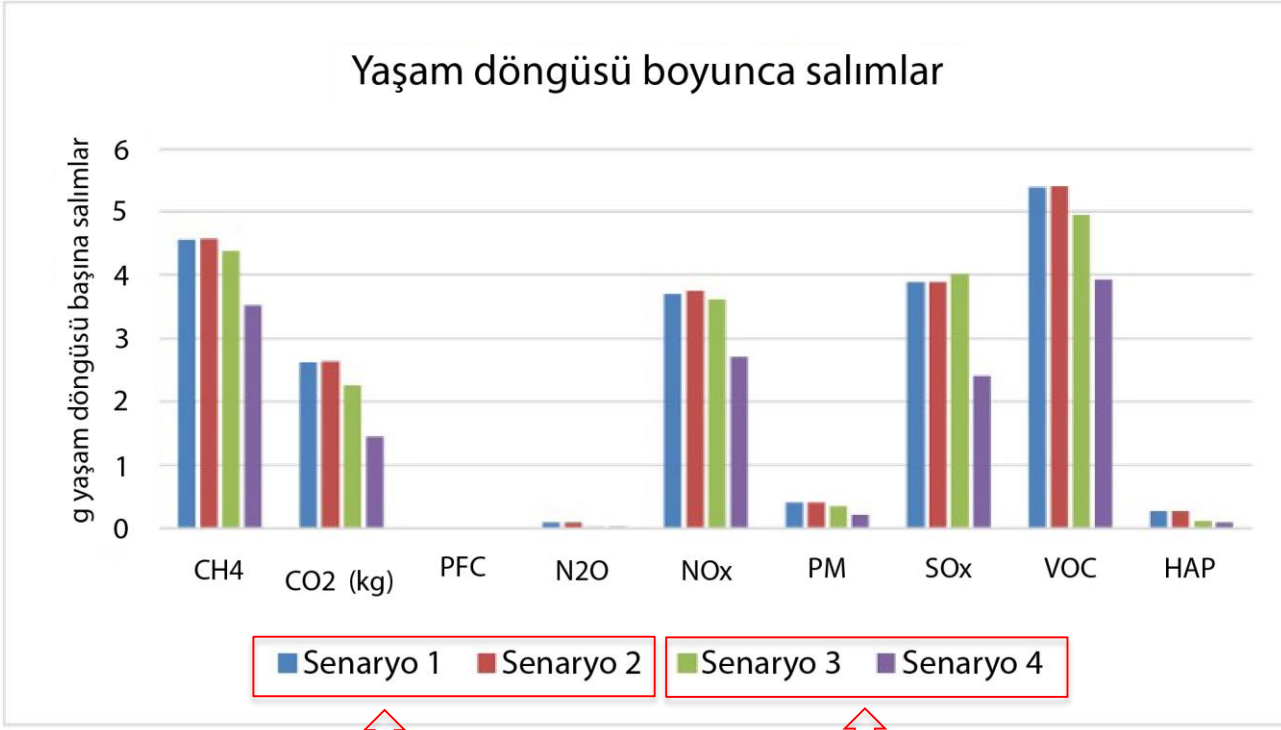
Impact Category	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
GWP - Fossil	kg CO ₂ eq	3.062	0.122	0	0.005	0.075	0.077	-0.194
GWP - Biogenic	kg CO ₂ eq	-0.086	5.42E-05	0	4.41E-06	0.001	0.253	-0.002
GWP - Luluc	kg CO ₂ eq	0.007	7.32E-05	0	1.63E-06	0.001	1.45E-05	-1.56E-04
GWP - Total	kg CO ₂ eq	2.98	0.122	0	0.005	0.077	0.330	-0.196
ODP	kg CFC-11 eq	1.02E-06	2.68E-08	0	1.08E-09	1.77E-09	3.25E-09	-1.14E-07
AP	mol H+ eq	0.019	0.002	0	1.89E-05	4.94E-04	1.15E-04	-0.001
*EP - Freshwater	kg P eq	0.001	6.29E-06	0	2.83E-07	7.79E-05	5.58E-06	-6.96E-05
EP - Marine	kg N eq	0.003	4.41E-04	0	5.78E-06	8.33E-05	0.001	-1.57E-04
EP - Terrestrial	mol N eq	0.033	0.005	0	6.32E-05	0.001	3.75E-04	-0.001
POCP	kg NMVOC	0.010	0.001	0	2.03E-05	2.07E-04	1.65E-04	-0.001
ADPE	kg Sb eq	4.10E-05	2.46E-07	0	1.04E-08	1.04E-07	4.46E-08	-3.59E-06
ADPF	MJ	62.8	1.75	0	0.071	0.811	0.272	-5.09
WDP	m ³ depriv.	3.58	0.005	0	2.43E-04	0.028	0.011	-0.346
PM	disease inc.	1.44E-07	9.66E-09	0	5.34E-10	2.12E-09	1.83E-09	-6.43E-09
IR	kBq U-235 eq	0.316	0.008	0	3.58E-04	0.001	0.001	-0.031
ETP - FW	CTUe	57.9	1.27	0	0.055	0.793	4.13	-2.98
HTTP - C	CTUh	3.78E-09	6.09E-11	0	1.53E-12	1.41E-11	1.54E-11	-1.45E-10
HTTP - NC	CTUh	6.77E-08	1.19E-09	0	6.02E-11	6.45E-10	9.55E-10	-4.32E-09
SQP	Pt	25.1	1.35	0	0.084	0.090	0.612	-0.529

Impact Category	Unit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
GWP - Fossil	kg CO ₂ eq	2.34	0.165	0.494	3.00	0.114	0	0.004	0	0.052	0.200
GWP - Biogenic	kg CO ₂ eq	0.027	103E-6	0.004	0.031	212.0E-6	0	8.96E-06	0	83.2E-6	0.001
GWP - Luluc	kg CO ₂ eq	0.002	110E-6	0.003	0.006	52.8E-6	0	1.78E-06	0	6.8E-6	193E-6
GWP - Total	kg CO ₂ eq	2.37	0.165	0.502	3.04	0.115	0	0.004	0	0.052	0.201
ODP	kg CFC-11 eq	919E-9	33.4E-9	11.7E-9	964E-9	0.000	0	917E-12	0	2.0E-9	90.3E-9
AP	mol H+ eq	0.015	0.004	0.003	0.023	0.001	0	12.5E-6	0	56.6E-6	0.001
*EP - Freshwater	kg P eq	0.001	6.9E-6	491E-6	0.001	0.000	0	322E-9	0	949E-9	57.0E-6
EP - Freshwater	kg (PO ₄) eq	0.002	21.1E-6	0.002	0.004	24.5E-6	0	984E-9	0	2.90E-6	174E-6
EP - Marine	kg N eq	0.002	0.001	0.001	0.004	184E-6	0	2.55E-6	0	243E-6	181E-6
EP - Terrestrial	mol N eq	0.022	0.012	0.005	0.039	0.002	0	27.8E-6	0	207E-6	0.002
POCP	kg NMVOC	0.006	0.003	0.001	0.010	0.001	0	7.19E-6	0	61.6E-6	469E-6
ADPE	kg Sb eq	82.2E-6	300E-9	770E-9	83.3E-6	365E-9	0	14.8E-9	0	21.6E-9	2.95E-6
ADPF	MJ	47.4	2.18	5.70	55.3	1.66	0	0.063	0	0.154	4.26
WDP	m ³ depriv.	1.69	0.004	0.192	1.89	0.005	0	213E-6	0	0.007	0.139
PM	disease inc.	99.9E-9	6.15E-9	13.7E-9	120E-9	6.7E-9	0	268E-12	0	1.08E-9	7.63E-9
IR	kBq U-235 eq	0.165	0.010	0.006	0.181	0.008	0	288E-6	0	0.001	0.014
ETP - FW	CTUe	58.5	1.46	5.23	65.2	1.38	0	54.2	0	2.38	3.89
HTTP - C	CTUh	2.58E-9	91.5E-12	96.9E-12	2.77E-9	46.6E-12	0	1.60E-9	0	5.25E-12	132E-12
HTTP - NC	CTUh	82.0E-9	1.07E-9	4.21E-9	87.3E-9	1.3E-9	0	50.7E-9	0	461E-12	3.39E-9
SQP	Pt	8.61	0.598	0.659	9.86	1.067	0	44.8	0	0.378	0.567

Plastik Araç Parçaları için YDA

Çalışmanın amacı: Çalışmanın amacı, bir otomobildeki plastik bir bileşenin (deko-panel) çevresel etkilerini belirlemek ve daha sürdürülebilir bir araç bileşenine yönelik ürün geliştirme konusunda karar vermeye yardımcı olmak ve plastik parça üreticisi için LCA bilgisini artırmaktır.

Senaryolar: Araç ön-konsolunda bulunan plastik parçanın farklı kompozit bileşenlerle (PA6 GF30/Trifilon AP23, alüminyum çelik, çelik) üretilmesi ve geri dönüşüm, yakma ve nihai depolama alternatiflerinin değerlendirilmesi.



PA6 GF30
Poliamid/cam fiber

Trifilon AP23: Biyo-kompozit malzeme
(Kenevir fiber bazlı)

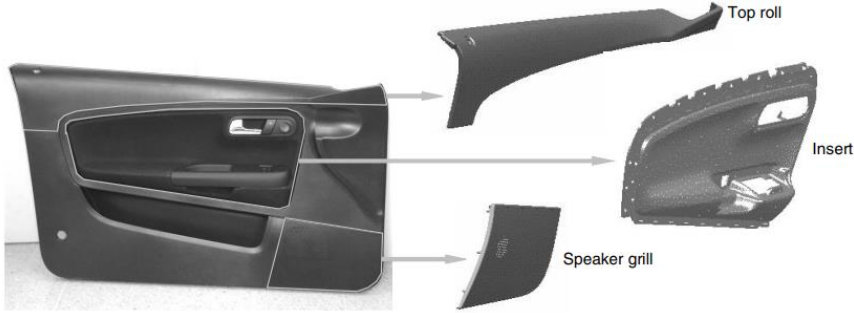
Sonuçlar:

- Karbon ayak izi çalışma için en öncelikli etki kategorisi olmuştur.
- Biyo-kompozit malzemeye geçilmesi iklim değişikliği ve birincil enerji ihtiyacının da aralarında bulunduğu 5 kategoride çevresel ayak izinde düşüş sağlamaktadır.
- Ek olarak alüminyum kullanımından kaynaklanan etkiler de sadece çelik kullanımı ile engellenebilir.
- Değerlendirilen ömür sonu uygulamaları arasında önerilen seçenek döngüsel ekonomiye uygun olarak dekor panelin araçtan ayrılıp ve tekrar yeni bir araca monte edilmek üzere montaj fabrikasına geri gönderilmesidir.

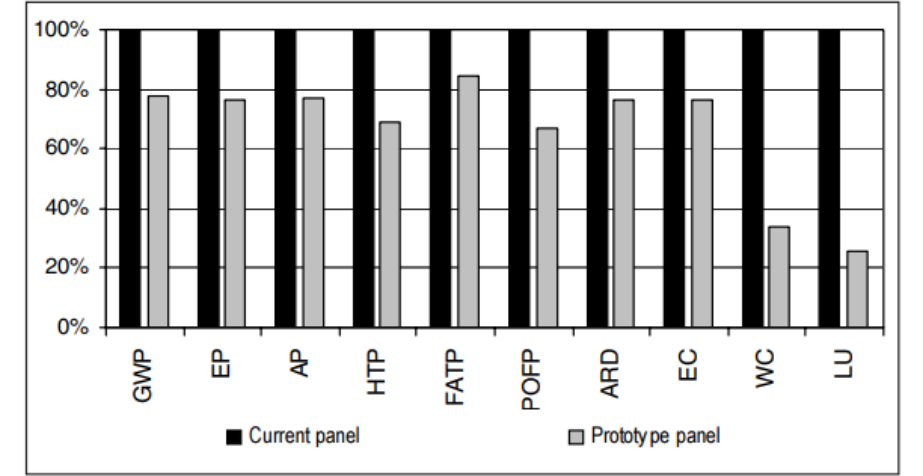
Kaynak çalışma: Ackerstierna, P., 2019. The Environmental Impact of an Automotive Plastic Component A lifecycle approach of a deco panel scenario analysis of two different plastics. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1332140/FULLTEXT01.pdf>

Plastik Araç Parçaları için YDA

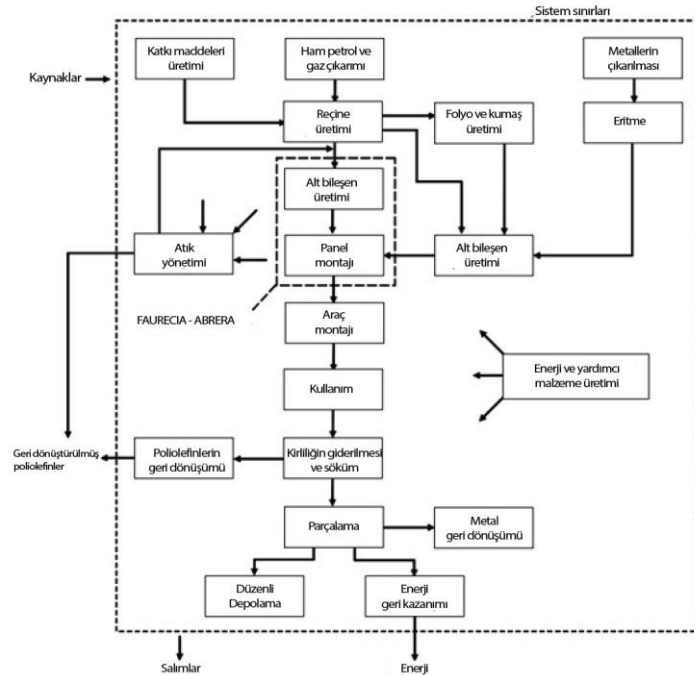
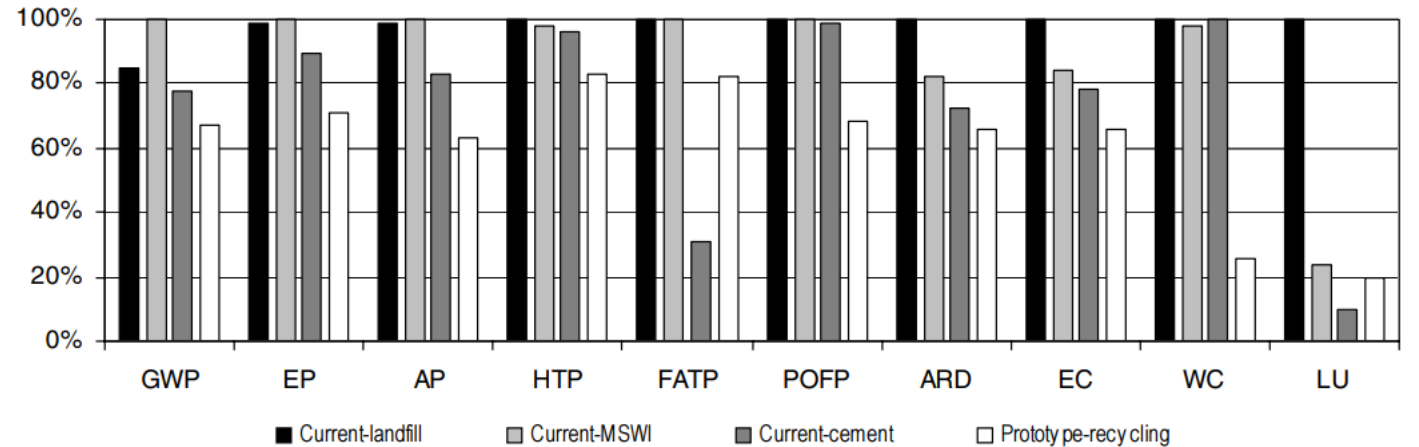
Çalışmanın amacı: YDA, mevcut bir otomotiv bileşenini, plastik bir kapı panelini değerlendirmek ve uyumlu poliolefinlere dayanan geri dönüşüm için tasarlanmış bir prototip panel ile karşılaştırmak için kullanılmıştır.



Üretim fazındaki çevresel etkiler



Yaşam döngüsü etkileri



Tek Kullanımlık Plastikler

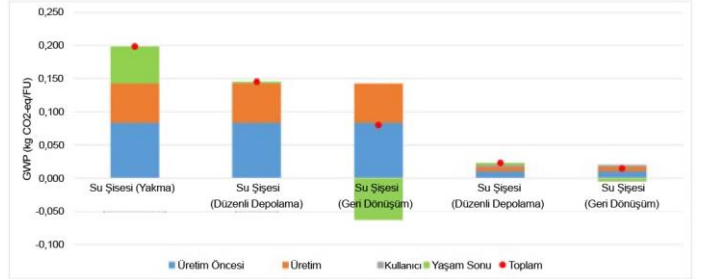
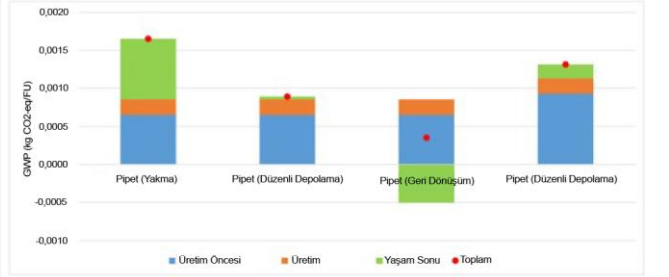
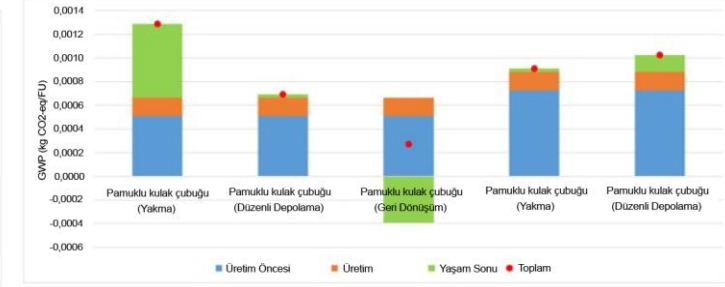
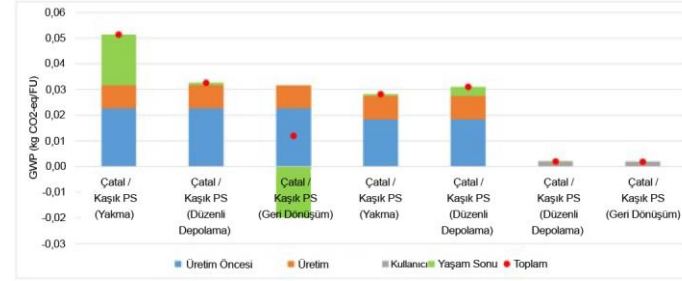
Çalışmanın amacı: Sri Lanka'da politika oluşturmaya yönelik tavsiyelerde bulunmak amacıyla LCA tekniklerini kullanarak SUP'lerin çevresel etkilerini ölçmek.

Senaryolar

Ürün	SUPlar	Değerlendirilen Alternatif Ürünler
Çatal/kaşık	Polistren (PS)	Tek kullanımlık: Polilaktik Asit (PLA) Kullanılabilir: Çelik (200 kez yeniden kullanılabilir)
Pamuklu kulak çubuğu	Polipropilen (PP)	Tek kullanımlık: Polilaktik Asit (PLA)
Joss-çubuk ambalajlar	Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE)	Tek kullanımlık: Polilaktik Asit (PLA)
Bez fitil sargılar	Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE)	Tek kullanımlık: Polilaktik Asit (PLA)
Pestisit şişesi	Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) Polietilen tereftalat (PET)	Tek kullanımlık: Polilaktik Asit (PLA)
Market çantası	Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE)	Tek kullanımlık: Polilaktik Asit (PLA)
Pipetler	Polipropilen (PP)	Tek kullanımlık: Polilaktik Asit (PLA)
Su şişesi	Polietilen tereftalat (PET)	Tek kullanımlık: Polilaktik Asit (PLA) Tekrar kullanılabilir: Alüminyum (200 kez tekrar kullanım)

Politika önerileri:

- Yeniden kullanılabilir çatal bıçakların örneğin ekonomik araçlarla teşvik edilmesi
- Çevreye sızıntıyı önlemek için önleme tedbirlerinin alınması
- PLA uygulaması, bir toplama ve kompostlama mekanizması kurulması gerektiğinden avantaj sağlamayabilir.
- Tek kullanımlık alışveriş poşetlerinin kullanımının azaltılması için tüketici davranışlarının değiştirilmesi ve farkındalık yaratılması önerilmektedir.
- SUPP'lerin kullanıldığı her durumda, atık yönetim sisteminin ayrı olarak toplanması ve geri dönüştürülmesi için iyileştirilmesi gerekmektedir.



Politika Geliştirme ve Takip Aracı olarak YDA

YDA'nın desteklediği politika araçları:



- **Bilgilendirme önlemleri:** hükümetin çeşitli bilgi veya sosyal ağları üzerinden sektörlerdeki (geçmiş) çalışmaların ve raporların sonuçları gibi genel LCA bilgilerinin yayılması. Yaşam döngüsü veri tabanları ve envanterlerinin oluşturulmasına veya paylaşım platformlarının kurulmasına politika yapımcıların destek vermesi.



- **Yasal ve düzenleyici çerçeveler:** YDA'ya dayalı yönetmelikler, yasalar ve kanunlar, standartlar ve zorunlu eko-etiketler üzerinden piyasaya talepler, yasaklar, garantiler ile yön verilmesi.



- **Kamu alım politikaları:** farklı sektörlerde ve farklı seviyelerde (ajanslar, bakanlıklar, departmanlar) yönetimle ilgili kararlarda YDA'yı kullanan veya teşvik eden mal, hizmet ve inşaat kamu alımları.



- **Mali destek:** devlet kurumlarının özel aktörler tarafından YDA'nın uygulanmasını desteklemeyi amaçlayan önlemleri finanse ettiği durumları kapsar; kamu yetkilileri ile işbirliği içinde tamamlanan veya kamu yetkilileri tarafından finanse edilen YDA'yı çalışmaları ya da vergiler gibi olumsuz teşvikleri içerir.



- **İdari uygulamalar:** YDA'nın farklı kurum ve departmanların yanı sıra devlete ait şirketlerde de kullanılmasını kapsar.



- **Stratejik rehberlik:** üst düzey hükümet strateji belgelerinde, eylem planlarında, senaryolarda veya yol haritalarında YDA ve yaşam döngüsü düşüncesi ilkelerine yapılan atıfları kapsar;

Politika Geliştirme ve Takip Aracı olarak YDA

"Akıllı düzenleme" olarak adlandırılan bağlamda, kanıta dayalı düzenlemelerde doğru bilim-politika arayüzünün en üst düzeyde kullanılmasına ihtiyaç vardır.

Örneğin, Avrupa Komisyonu, AB eyleminin etkili olmasını sağlamak amacıyla planlamadan uygulamaya ve gözden geçirmeye kadar her aşamada politikaların, mevzuatın, ticaret anlaşmalarının ve diğer tedbirlerin etkisini değerlendirmektedir.

Tipik bir politika döngüsü -yeni bir politikanın geliştirilmesinin temelini:

- i) Politika öngörüsü ve sorun tanımı: hükümetin ilgisini gerektiren sorunların belirlenmesi, hangi konuların daha fazla ilgiyi hak ettiğine karar verilmesi ve sorunun niteliğinin tanımlanması;
- ii) ii) Politika formülasyonu: politika hedeflerine ulaşmak için araçlar ve olasılıklar açısından politika seçeneklerinin tanımlanması;
- iii) iii) Politika etki değerlendirmesi: farklı politika seçeneklerinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin, etkileri azaltarak faydayı en üst düzeye çıkaracak olanın belirlenmesi amacıyla değerlendirilmesi;
- iv) iv) Politika uygulaması: seçilen politika seçeneği tarafından öngörülenlerin fiilen uygulanması;
- v) v) Politika değerlendirmesi: politikanın etkinliğinin değerlendirilmesi

Politika öngörüsü ve sorun tanımı

YDA: Ortaya çıkan sorunların belirlenmesi/müdahalenin önceliklendirilmesi

Politika formülasyonu

YDA: Politika seçeneklerinin tanımı

Politika etki değerlendirmesi

YDA: Seçeneklerin karşılaştırılması

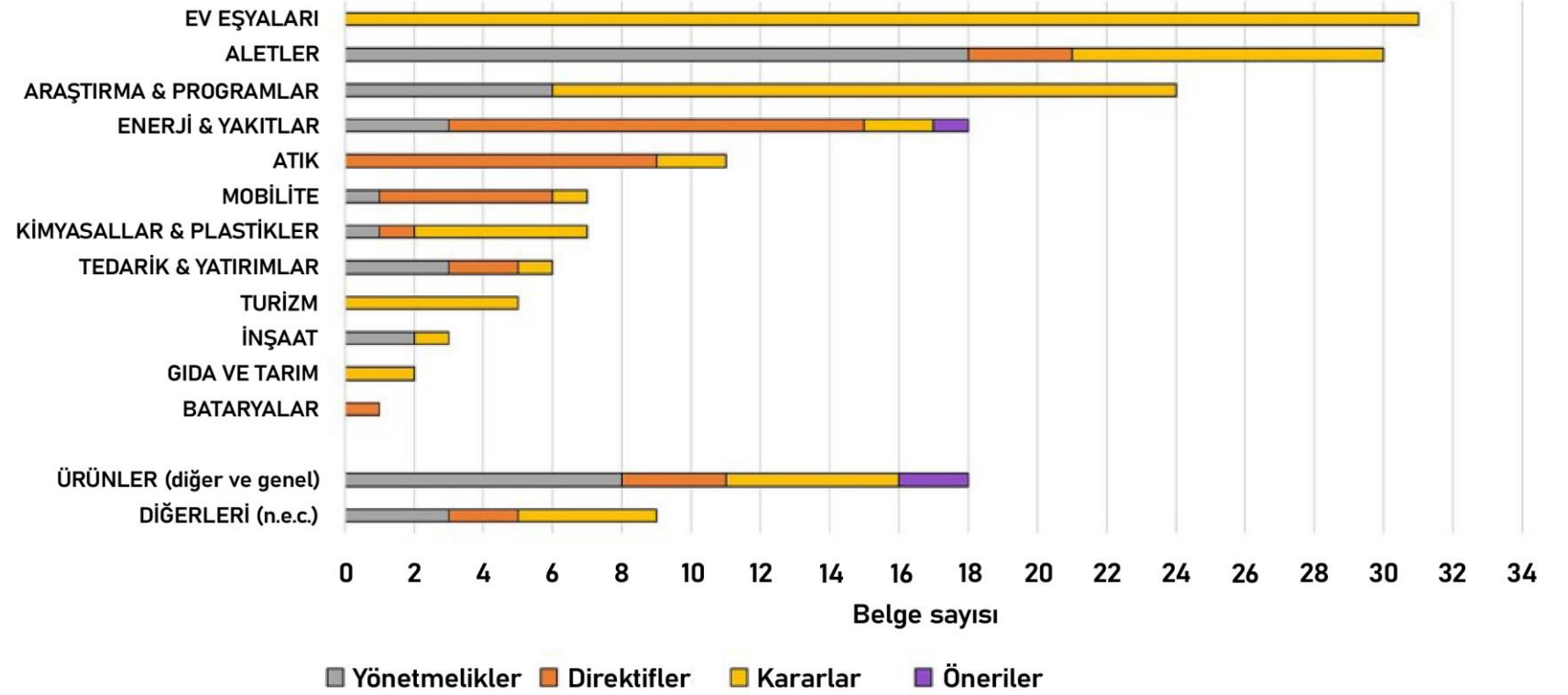
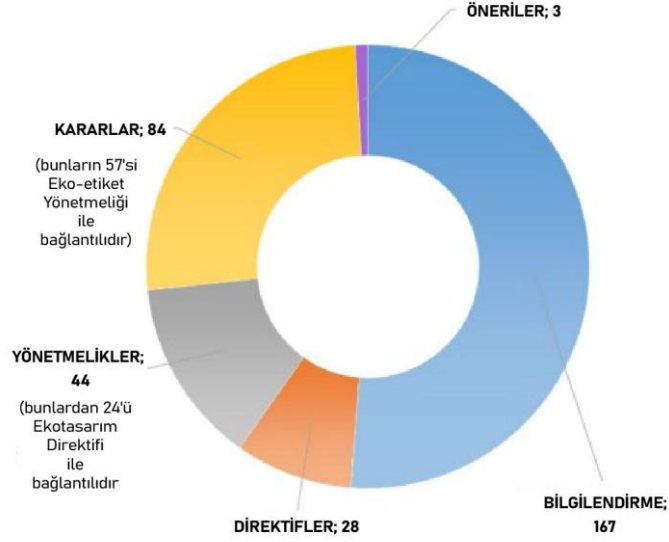
Politika uygulaması

YDA: Uyumluluk kontrolleri

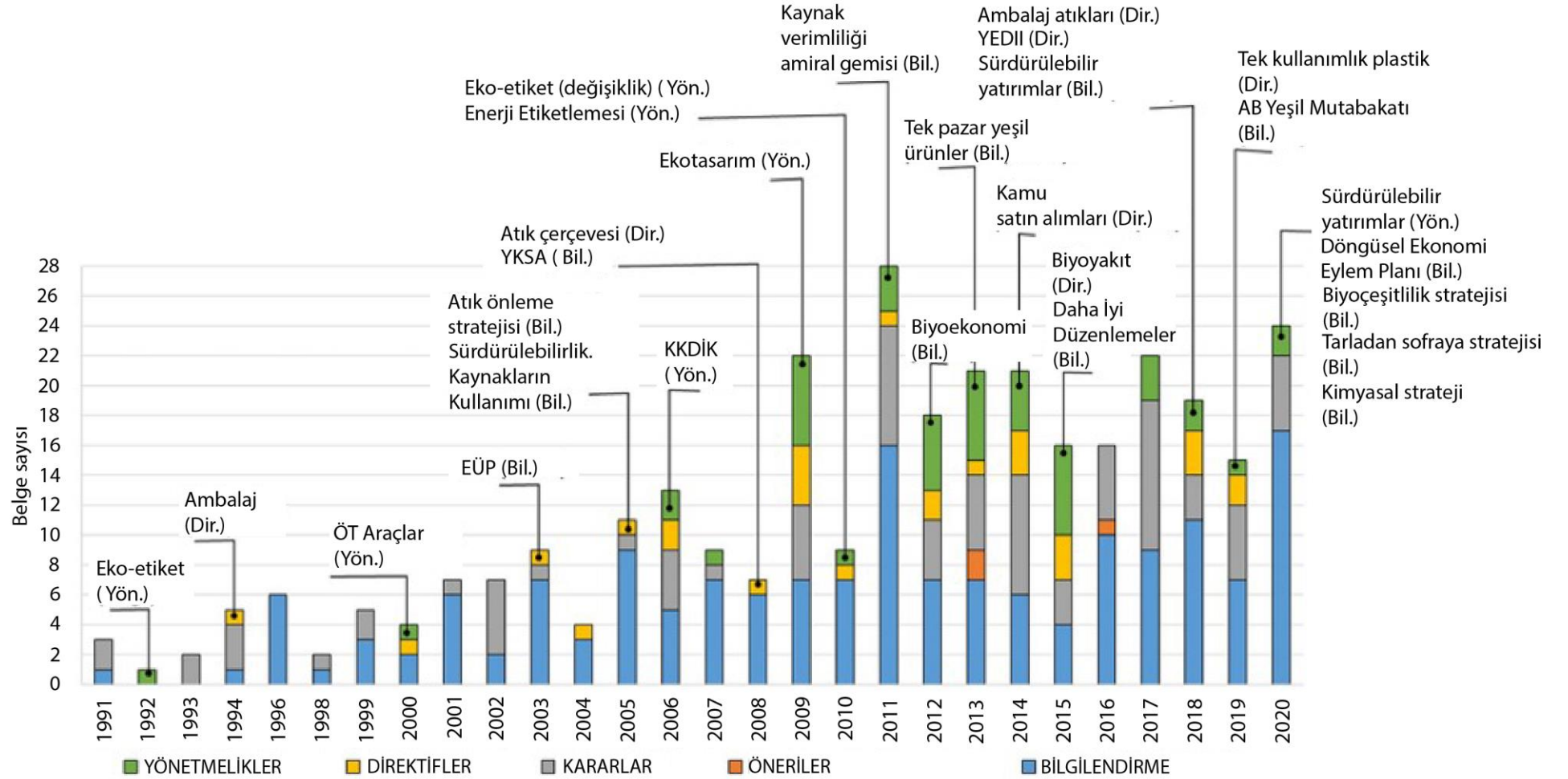
Politika değerlendirmesi

YDA: Politikanın etkinliği

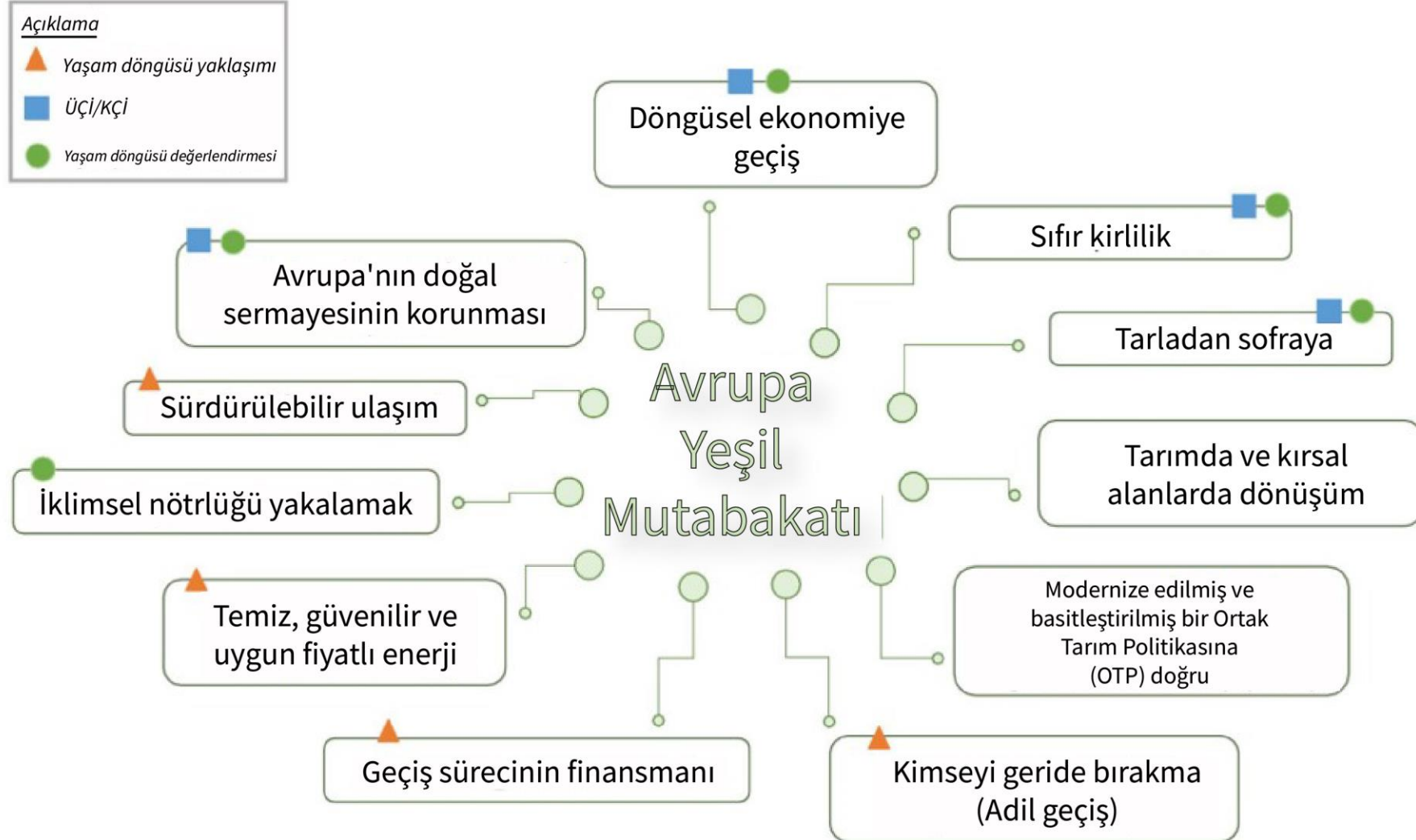
Politika Geliştirme ve Takip Aracı olarak YDA



Politika Geliştirme ve Takip Aracı olarak YDA



Politika Geliştirme ve Takip Aracı olarak YDA



Politika Geliştirme ve Takip Aracı olarak YDA

YDA'nın politika geliştirme düzeyinde destek olduğu durumlar genel olarak karar destek ya da yönlendirme ihtiyacı duyulan alanların üretim, kullanım ve ömür sonu aşamalarında geniş çaplı etkiye sebebiyet verdiği ve ekonomik düzen içerisinde büyük çaplı değişiklikler getirebileceği durumlardır.

- Yaygın teknolojilerin, hammadde stratejilerinin vb. çevresel etkilerinin tahmin ve analizi
- En büyük çevresel etkiye sahip ürün gruplarının belirlenmesi
- En büyük çevresel iyileştirme potansiyeline sahip ürün gruplarının belirlenmesi
- Bir ülkenin, endüstri sektörünün, ürün grubunun veya ürünün çevresel etkilerinin izlenmesi

Politika geliştirme durumunda analiz edilen sistemler veya alternatif senaryolar modellenmelidir. Analiz edilen kararın bir sonucu olarak "büyük" ölçekli değişikliklerden etkilendiği tespit edilen süreçler, uzun vadeli marjinal süreçlerin **piyasa karışımı** olarak modelleneyecektir. Bu, makul ölçüde en iyi ve makul ölçüde en kötü durumların varsayım senaryoları ile tamamlanmalıdır. Ayrıca belirsizlik hesaplaması da analizi destekleyebilir.

Karşılaştırmalı durum (örneğin geri dönüşüm politikaları için seçenekler) çoğu durumda "mevcut durum", yani yeni bir politikanın uygulanmayacağı (veya mevcut bir politikada hiçbir değişiklik yapılmayacağı) "eylemsizlik" seçeneğine de sahiptir.



Stratejik karar desteği için karşılaştırmalı YDA çalışmaları tavsiye edilmektedir .

Alışveriş Poşetleri – YDA bazlı Politika Önerileri

Coğrafi,
teknolojik ve
politika bağlamına
ilişkin değerlendirmeler



Birçok kez yeniden
kullanılan poşetler



Sadece birkaç kez kullanılan
poşetler

RESMÎ ATIK
YÖNETİMİ YOK

sağsızsız depolama,
açık çöplükler, açık
yakma, geri dönüşüm
ve/veya kompostlama
için politika desteği yok

Yeniden kullanılabilir poşet
(pamuk veya dayanıklı plastik)

Tek kullanımlık kâğıt torba veya

yeniden kullanılabilir poşet

(pamuklu veya dayanıklı plastik)

arasındaki tercih için yeterli kanıt yoktur

RESMÎ ATIK
YÖNETİMİ VAR ANCAK
GERİ DÖNÜŞÜM ZAYIF

zayıf politika desteği bulunan
enerji geri kazanımı
yapılan/yapılmayan
düzenli depolama ve/veya yakma,
geri dönüşüm ve/veya kompostlama

Yeniden kullanılabilir poşet

Ağır yüke dayanıklı plastik (LDPE) poşet
4-20 kez kullanılmalıdır*
Dokumasız PP poşet 10-20 kez kullanılmalıdır*
Pamuk çanta 100-175 kez kullanılmalıdır*

Hafif plastik poşet
Fosil bazlı PE (özellikle düzenli depolanıyorsa)
veya biyobazlı LDPE
(tercih etki kategorisine bağlıdır)

YÜKSEK GERİ DÖNÜŞÜMLÜ
RESMÎ ATIK YÖNETİMİ
VE GERİ KAZANIM

geri dönüşüm için
güçlü politika desteği

Yeniden kullanılabilir poşet

Ağır yüke dayanıklı plastik (LDPE) poşet (geri dönüştürülmüş içerikli)
4-8 kez kullanılmalıdır*
Dokumasız PP poşet 15-20 kez kullanılmalıdır*
Pamuk çanta 50-100 kez kullanılmalıdır*

Tek kullanımlık poşet
Yüksek geri dönüştürülmüş içeriğe sahip
fosil veya biyo-bazlı PE; Kâğıt torba, kullanımdan sonra
geri dönüştürülürse veya yakılırsa ve
büyük ölçüde yenilenebilir enerji ile
üretilmiş (ve geri dönüştürülmüş) ise

İade edilebilir poşet tercih edilir Tek kullanımlık poşet tercih edilir İade edilebilir veya tek kullanımlık poşetler arasında net bir tercih yok

* Compared to a conventional lightweight single-use HDPE bag

Yeniden kullanılabilir poşetlerin faydası yeterli sayıda yeniden kullanılmalarına, üretim teknolojileri, enerji kaynakları ve ömür sonu yönetim sistemlerine bağlıdır.

Toplama ve geri dönüşüm için altyapının zayıf olduğu bağlamlarda, SUP'lerden kaçınılmalı ve yeniden kullanılabilir çantalar düşünülmelidir. Yakma işleminin yaygın olduğu bağlamlarda, kâğıt, pamuk ve diğer biyo-bazlı torbalar iklim nötr avantajlarından dolayı teşvik edilebilir.

Bununla birlikte, poşetlerin çevresel etkilerinin azaltılması aynı zamanda yeniden kullanımı artırmak ve çöp atmayı önlemek için tüketici algılarını ve davranışlarını değiştirmekle de ilgilidir.

Kaynak : UNEP, 2023. Single-use Plastic Products (SUPP) and their alternatives: Recommendations from Life Cycle Assessments. URL: <https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2023/07/UNEP-SUPP-Matrix-Diagram-Booklet-4.7.23.pdf>

Meşrubat şişeleri – YDA bazlı Politika Önerileri


Coğrafi,
teknolojik ve
politika bağlamına
ilişkin değerlendirmeler



Birçok kez yeniden
kullanılan şişeler*



Sadece birkaç kez
kullanılan şişeler


EFFICIENT LOGISTICS AND
WASHING during use-phase
(energy efficient washing;
short return distances)


INEFFICIENT LOGISTICS AND
WASHING during use-phase
(long distances; high energy
use in washing)

RESMİ ATIK
YÖNETİMİ YOK

sağsırsız depolama,
açık çöplükler, açık
yakma, geri dönüşüm
ve/veya kompostlama
için politika desteği yok

RESMİ ATIK
YÖNETİMİ VAR ANCAK
GERİ DÖNÜŞÜM ZAYIF

zayıf politika desteği bulunan
enerji geri kazanımı
yapılan/yapılmayan
düzenli depolama ve/veya yakma,
geri dönüşüm ve/veya kompostlama

YÜKSEK GERİ DÖNÜŞÜMLÜ
RESMİ ATIK YÖNETİMİ
VE GERİ KAZANIM

geri dönüşüm için
güçlü politika desteği

İade edilebilir
plastik veya cam

İade edilebilir
yenilenebilir enerji karışımı durumunda

İade edilebilir
karbon yoğun enerji karışımı durumunda

Aşağıdakiler arasında tercih yapıldığına
dair yeterli kanıt yoktur

Tek kullanımlık (kartonlar muhtemele
en düşük etkili
tek kullanımlık alternatif) ve
İade edilebilir plastik ve cam

İade edilebilir
plastik veya cam

yenilenebilir enerji
karışımı durumunda aşağıdakiler arasında
Net bir Tercih mevcut değil

Tek kullanımlık
karbon yoğun enerji karışımı durumunda
(kartonlar, PET, biyobazlı PET)

Tek kullanımlık
Karton (özellikle küçük hacimli boyutlar);
tarımsal artıklardan yapılan biyo-bazlı PET;
Yüksek geri dönüştürülmüş
içeriğe sahip PET (rPET)
PET (büyük hacimli boyutlar)

Yenilenebilir enerji karışımı durumunda
aşağıdakiler arasında
Net bir Tercih
mevcut değil

Yüksek geri dönüştürülmüş içeriğe
sahip Tek Kullanımlık (rPET) ve

İade edilebilir plastik veya cam

Tek kullanımlık
enerji karışımından bağımsız olarak
Alüminyum kutular
(küçük hacimli boyutlar);
Yüksek geri dönüştürülmüş
içeriğe sahip PET (rPET)
PET (büyük hacimli boyutlar)

Tek kullanımlık
Alüminyum kutular
(küçük hacimli boyutlar);
Yüksek geri dönüştürülmüş
içeriğe sahip PET (rPET)
PET (büyük hacimli boyutlar)

İade edilebilir şişe tercih edilir

Tek kullanımlık şişe tercih edilir

İade edilebilir veya tek kullanımlık şişe arasında net bir tercih yok

Şişelenmiş su tek seçenek olduğunda, şişeler
mümkün olduğunda iade edilebilir olmalı ve
iade mümkün değilse geri dönüştürülmelidir.

Gazlı içecekler ve meyve suları için, kullanım
aşamasında etkili lojistik ve yıkama olduğunda
depozitolu şişe sistemleri tercih edilir. İade
edilebilir sistemlerin mümkün olmadığı
durumlarda, geri dönüştürülmüş içerikten
üretilen plastik şişeler, işlenmemiş plastik
seçeneklerine tercih edilmektedir.

Yeniden kullanılabilir şişeler üzerine yapılan
bir LCA çalışmasına göre, cam şişelerin
çevresel olarak tek kullanımlık plastik şişelere
eşdeğer olması için en az üç kez kullanılması
gerekliğini raporlanmıştır.

Kaynak : UNEP, 2023. Single-use Plastic Products (SUPP) and their
alternatives: Recommendations from Life Cycle Assessments. URL:
<https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2023/07/UNEP-SUPP-Matrix-Diagram-Booklet-4.7.23.pdf>

Su şişeleri – YDA bazlı Politika Önerileri


Coğrafi, teknolojik ve politika bağlamına ilişkin değerlendirmeler

RESMÎ ATIK YÖNETİMİ YOK
sağsız depolama, açık çöplükler, açık yakma, geri dönüşüm ve/veya kompostlama için politika desteği yok

RESMÎ ATIK YÖNETİMİ VAR ANCAK GERİ DÖNÜŞÜM ZAYIF
zayıf politika desteği bulunan enerji geri kazanımı yapılan/yapılmayan düzenli depolama ve/veya yakma, geri dönüşüm ve/veya kompostlama

YÜKSEK GERİ DÖNÜŞÜMLÜ RESMÎ ATIK YÖNETİMİ VE GERİ KAZANIM
geri dönüşüm için güçlü politika desteği



Yeniden kullanım mümkün



MUSLUK SUYU
güvenle içilebilir



MUSLUK SUYU UYGUN DEĞİL
ancak su sebilleri/toplu su alım noktaları mevcut değil



Yeniden kullanım mümkün değil



MUSLUK SUYU içmek için güvenli DEĞİL ve hareket halindeyken kullanılabilecek seçenek YOK
(şişe kullanmaktan kaçınmak mümkün değil)

ŞİŞELER BİRÇOK KEZ YENİDEN KULLANILIYOR*

ŞİŞELER BİRKAÇ KEZ KULLANILIYOR

Yeniden kullanılabilir şişe/bardakta musluk suyu
Muskuk suyu aşağıdakilere tercih edilir tek kullanımlık plastik şişelerde su muslukta ev tipi su arıtma cihazı (ters osmoz cihazı) olsa veya ocakta tencerede kaynatılabilir

Su
yeniden kullanılabilir şişede/bardakta birçok kez yeniden kullanılır
Su sebili ve kaynağı verimli bir şekilde bakımı yapılır

Yeniden kullanılabilir alüminyum, paslanmaz çelik, plastik veya cam

Yeniden kullanılabilir alüminyum, paslanmaz çelik, plastik veya cam

Aşağıdakiler arasında Net bir tercih yok
Yüksek geri dönüşümlü tek kullanımlık içerikli (rPET) ve Yeniden kullanılabilir alüminyum, paslanmaz çelik, plastik veya cam

Aşağıdakiler arasında tercih yapıldığına dair yeterli kanıt yoktur
Tek kullanımlık (kartonlar muhtemelen en düşük etkiye sahip tek kullanımlık alternatif) ve Yeniden kullanılabilir alüminyum, paslanmaz çelik, plastik veya cam

Tek kullanımlık
tarımsal kalıntılardan yapılmış Biyo-bazlı PET; biyokütle üretimi için yeterli su ve toprak mevcut olduğunda Biyo-bazlı PET; veya kullanım ömrü sonunda geri enerji geri kazanımı yapılan fosil bazlı PET

Tek kullanımlık
Yüksek geri dönüştürülmüş içeriğe sahip PET (rPET)

İade edilebilir şişe tercih edilir

Tek kullanımlık şişe tercih edilir

İade edilebilir veya tek kullanımlık şişe arasında net bir tercih yok

Yiyecek kapları – YDA bazlı Politika Önerileri



Coğrafi, teknolojik ve politika bağlamına ilişkin değerlendirmeler

RESMİ ATIK YÖNETİMİ YOK
sağlıksız depolama, açık çöplükler, açık yakma, geri dönüşüm ve/veya kompostlama için politika desteği yok
RESMİ ATIK YÖNETİMİ VAR ANCAK GERİ DÖNÜŞÜM ZAYIF
zayıf politika desteği bulunan enerji geri kazanımı yapılan/yapılmayan düzenli depolama ve/veya yakma, geri dönüşüm ve/veya kompostlama
YÜKSEK GERİ DÖNÜŞÜMLÜ RESMİ ATIK YÖNETİMİ VE GERİ KAZANIM
geri dönüşüm için güçlü politika desteği



Yeniden kullanım mümkün

KAPLAR BİR ÇOK KEZ YENİDEN KULLANILIYOR	KAPLAR BİR ÇOK KEZ YENİDEN KULLANILIYOR	KAPLAR BİR ÇOK KEZ YENİDEN KULLANILIYOR
Kullanım aşaması sırasında VERİMLİ LOJİSTİK VE YIKAMA (enerji verimli yıkama; kısa iade mesafeleri)	Kullanım aşaması sırasında VERİMSİZ LOJİSTİK VE YIKAMA (yüksek enerji tüketen yıkama; uzun iade mesafeleri)	
Yeniden kullanılabilir plastik (PP) veya cam	Yenilenebilir enerji karışımı durumunda yeniden kullanılabilir plastik veya cam	Tek kullanımlık kağıt bazlı veya Yeniden kullanılabilir plastik veya cam arasındaki tercih için yeterli kanıt yok
Yeniden kullanılabilir plastik (PP)	Yenilenebilir enerji karışımı durumunda vaka bazında değerlendirme gerekli	Tek kullanımlık Hafif plastik (PS veya XPS)
Yüksek geri dönüştürülmüş içeriğe sahip tek kullanımlık (rPET) ve yeniden kullanılabilir alüminyum, paslanmaz çelik arasında vaka bazında değerlendirme yapılması gerekmektedir	Tek kullanımlık Enerji karışımından bağımsız olarak: Yüksek geri dönüştürülmüş içeriğe sahip PET (rPET); karton veya kağıt bazlı	Tek kullanımlık Karton veya kağıt bazlı; yüksek geri dönüştürülmüş plastik içerik (rPET); biyo-bazlı plastik kompostlanırsa
Yenilenebilir enerji karışımı durumunda Yeniden kullanılabilir plastik (PP)		

İade edilebilir kap tercih edilir

Tek kullanımlık kap tercih edilir

İade edilebilir veya tek kullanımlık kap arasında net bir tercih yok



Yeniden kullanım mümkün değil

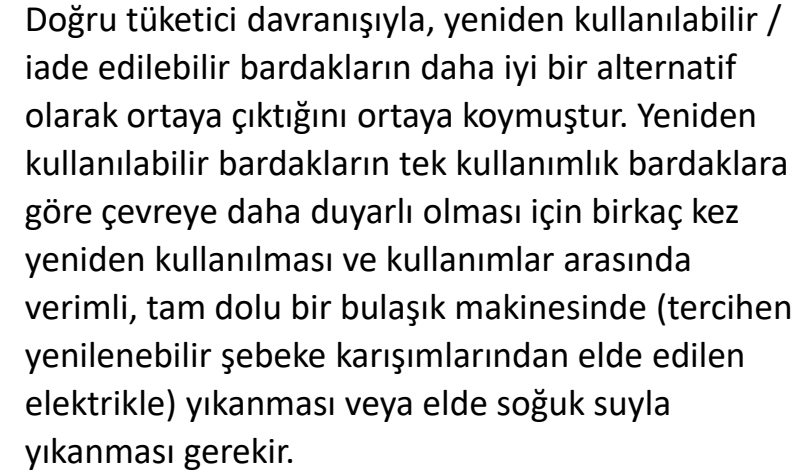
KAPLARA GIDA BULAŞMIŞ (geri dönüşümü engelliyor)	KAPLARA GIDA BULAŞMAMIŞ (geri dönüşüm yapılabilir)
Tek kullanımlık Kağıt/karton/ahşap	Tek kullanımlık Kağıt/karton/ahşap
Tek kullanımlık Hafif plastik (PS veya XPS)	Tek kullanımlık Hafif plastik (PS veya XPS)
Tek kullanımlık Biyo-bazlı plastikler veya kağıt bazlı biyo-plastik kaplamalı (rPET) gıda atıklarıyla birlikte bertaraf (kompostlama veya anaerobik çürütme)	Tek kullanımlık Karton veya kağıt bazlı; yüksek geri dönüştürülmüş içeriğe sahip plastik (rPET)

Tekrar kullanılabilir/iade edilebilir paket gıda ambalajları, yeterli sayıda tekrar kullanılmaları halinde, tek kullanımlık ambalajlara kıyasla daha iyi bir genel çevresel performansa sahiptir. Çevresel avantajlar yeniden kullanım sayısı, kurulan dağıtım sistemi ve kullanım aşaması taşıma modları ve mesafelerine bağlıdır.

Tek kullanımlık paket gıda ambalajının tek seçenek olduğu durumlarda, örneğin tüketicilerin asgari düzeyde katılımı nedeniyle, polistiren ve karton en düşük çevresel etkiye sahip ambalaj malzemeleridir (özellikle geri dönüşüm oranlarının yüksek olduğu durumlarda).

Tek kullanımlık PS kaplarla kıyaslandığında, yeniden kullanılabilir bir PP kabın karbon ayak izini dengeleyebilmesi için yaklaşık 20 kez, diğer çevresel etkileri dengeleyebilmesi içinse 40 kez yeniden kullanılması gerekmektedir.

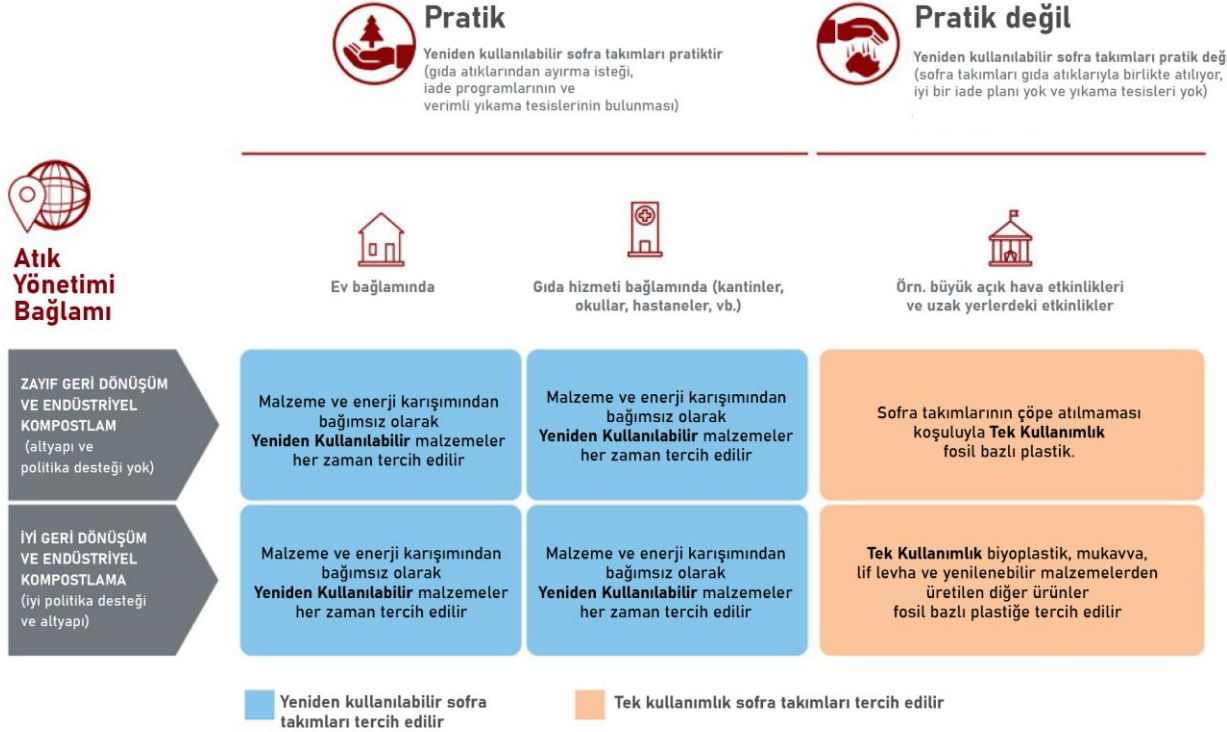
Coğrafi,
teknolojik ve
politika bağlamına
ilişkin değerlendirmeler



Tek kullanımlık bardaklar, hangi malzemeden yapıldıklarına bakılmaksızın benzer çevresel etkilere sahiptir. Bardakların yeniden kullanılamadığı durumlarda, geri dönüşüm oranları yüksek olduğunda (pratikte nadiren gözlemlenir) kağıt bardaklar çevresel açıdan en az sorunlu seçim olabilir.

Hammadde üretimi, tüm tek kullanımlık bardak türleri için çevresel etkilere en büyük katkısı yapan unsurdur. Bu nedenle, içecek kapları üretmek için geri dönüştürülmüş malzemeler kullanmak, özellikle fosil yakıt kaynaklarının tükenmesi ve iklim değişikliği etkisi olmak üzere etkileri önemli ölçüde azaltır.

Çatal bıçak– YDA bazlı Politika Önerileri



Biyolojik olarak parçalanabilir ve kompostlanabilir sofa takımlarındansa yeniden kullanılabilir sofa takımlarının, tek kullanımlık sofa takımlarının yapıldığı malzemeden bağımsız olarak, sürekli olarak daha düşük çevresel etkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, ilk seçenek her zaman yeniden kullanılabilir alternatifleri pratik hale getirmenin yollarını aramak olmalıdır.

Yenilenebilir enerjinin şebeke içindeki payı yüksekse, tek kullanımlık sofa takımları yeterli düzeyde geri dönüştürülüyorsa, tüketiciler çoklu kullanım ürünler hakkında farkındalığa sahipse yeniden kullanılabilir sofa takımlarını kullanmak avantajlıdır.

Kapsayıcı öneriler şunlardır:

- yeniden kullanılabilir seçenekleri teşvik etmek ve bunların sağlık ve güvenlik hususlarını karşılamasını sağlamak, aynı zamanda yıkamadan kaynaklanan etkileri en aza indiren politikalar izlemek (elektriğin karbondan arındırılması gibi).
- kullanım ömrü sonu yönetiminin gıda hizmeti sistemlerinin çevresel etkilerine önemli bir katkı sağladığının kabul edilmesi (yani gıda atıkları ve sofa takımlarının birlikte değerlendirilmesi).
- elektrik karışımı, mevcut atık yönetimi teknolojileri ve yerel geri dönüşüm oranlarını dikkate alarak bölgesel ve ülkeye özgü farklılıklara uyarlanmalıdır



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Teşekkürler



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPACevre



@turkiyedonguseleekonomi

@ipa.cevre



@trdonguseleko

@ipacevre



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPA Çevre/Environment TÜRKİYE



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPA Çevre

dongusel.csb.gov.tr



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi

EuropeAid/140562/IH/SER/TR

Faaliyet 2.4 – Döngüsel ekonomide izlemeyi desteklemek için yaşam döngüsü analizi eğitimi

Tek Kullanımlık Plastikler ve Alternatifleri için DEEP Projesi Kapsamında Gerçekleştirilen YDA Çalışması

Ankara, 27 Kasım 2023

Dr. Özge Yılmaz, Kilit Olmayan Kıdemli Uzman

YDA Çalışmasının Amacı

Faaliyet 2.2.1 altında gerçekleştirilecek YDA'nın amacı, seçilen **11 adet tek kullanımlık plastik ürünün ve bunların tek kullanımlık plastik olmayan (SUNP) ve çoklu kullanım (MU) alternatiflerinin**, hammadde temininden başlayarak üretim, sevkiyat, kullanım ve kullanım sonrası atık yönetimini de kapsayacak şekilde karşılaştırmalı olarak **tüm çevresel etkilerini beşikten mezara** ortaya koymaktır.

Bu çalışma sonunda elde edilecek bulgular, tek kullanımlık plastiklerin çevresel etkilerini inceleyerek, **insan sağlığı, ekosistem kalitesi ve kaynakların tüketimi** gibi kategorilerdeki olumsuz etkilerin boyutlarını da ortaya koyacaktır.

YDA sonuçlarının Faaliyet 2.2.1 altında Tek Kullanımlık Plastikler Direktifi için sürdürülen düzenleyici etki analizine girdi oluşturulması amaçlanmaktadır.

No	Tek kullanımlık plastikler	Hammadde	Alternatif ürünler
1	Kulak pamukları	Polipropilen	SUNP: Kraft Kağıt
2	Sofra takımları (çatal, bıçak, kaşık)	Polipropilen	SUNP: Ahşap MU: Çelik
3	Pipet	Polipropilen	SUNP: Kağıt MU: Cam
4	Balonlar ve balon çubukları	Polipropilen	SUNP: Kağıt
5	Evlere servis yiyecek kapları	Genleşmiş polistiren	SUNP: Kağıt + PE film kompozit SUNP: Karton
6	Sıcak içecek kapları (0.35 L)	Genleşmiş polistiren	SUNP: Kağıt + PE film kompozit MU: Cam
7	İçecek şişeleri (1L)	Polietilen (HDPE) PET	SUNP: Cam MU: Çelik (termos) %75 PET and %25 rPET %70 PET and %30 rPET
8	Sigara filtreleri	Selüloz asetat	SUNP: Pamuk + Kenevir
9	Plastik poşetler (10 cm x 18 cm)	Polietilen (HDPE)	SUNP: Kraft kağıt MU: Tekstil
10	Paketler ve ambalajlar	Polipropilen(LDPE)	SUNP: Kağıt + PE film kompozit
11	Hijyenik ürünler	Selüloz, polietilen, ACN	MU: Tekstil

YDA Çalışmasının Kapsamı – Ürün Sistemleri

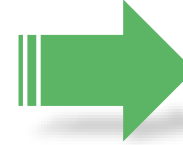
SUP ve alternatiflerinin belirlenmesi

İşlevsel karşılıkların belirlenmesi
(SUP:SUNP:MU)

SUP'ların yasaklanması sonucu SUNP ve
MU'ye geçiş senaryosunun oluşturulması

SUP'ların kişi başı yıllık tüketim
değerlerinin elde edilmesi

Yıllık SUP tüketiminin parça ve kütle olarak
hesaplanması



Ürün	İşlevsel karşılık
Kulak pamukları	1:1 SUP:SUNP
Sofra takımları	4415:4415:1 SUP:SUNP:MU
Pipet	5400:5400:1 SUP:SUNP:MU
Balonlar ve balon çubukları	1:1 SUP:SUNP
Evlere servis yiyecek kapları	1:1 SUP:SUNP
Sıcak içecek kapları	550:550:1 SUP:SUNP:MU
İçecek şişeleri	2800:2800:1 SUP:SUNP:MU
Sigara filtreleri	1:1 SUP:SUNP
Plastik poşetler	50:50:1 SUP:SUNP:MU
Paketler ve ambalajlar	1:1 SUP:SUNP
Hijyenik ürünler	1:1 SUP:SUNP

YDA Çalışmasının Kapsamı – Senaryolar



Ürün	İkame Oranı	
	SUNP	MU
Kulak pamukları	100%	--
Sofra takımları	50%	50%
Pipet	50%	50%
Balonlar ve balon çubukları	100%	--
Evlere servis yiyecek kapları	50%	50%
Sıcak içecek kapları	90%	10%
İçecek şişeleri	60%	40%
Sigara filtreleri	100%	--
Plastik poşetler	50%	50%
Paketler ve ambalajlar	100%	--
Hijyenik ürünler	--	100%

YDA Çalışmasının Kapsamı – Referans akışlar



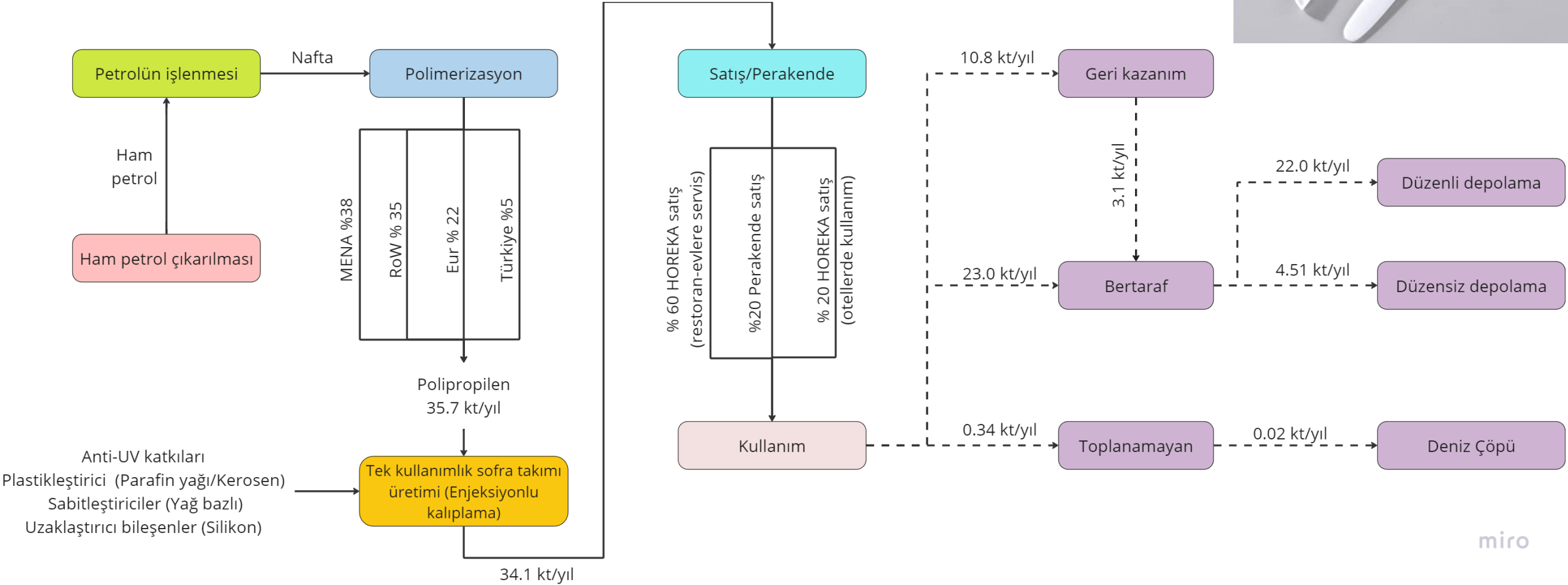
Parça sayısından kütle sayısına geçiş → ürünlerin birim ağırlıkları üzerinden

MU sayısı hesaplanırken işlevsel karşılıklar göz önüne alınır.

No	Tek kullanımlık plastikler	Tüketim (SUP)	Tüketim (SUNP)	Tüketim (MU)
1	Kulak pamukları	6.34x10 ⁶ parça/yıl 951 ton/yıl	6.34x10 ⁶ parça/yıl 2280 ton/yıl	--
2	Sofra takımları	1.31x10 ¹⁰ parça/yıl 34,100 ton/yıl	6.57x10 ⁹ parça/yıl 19,700 ton/yıl	1.49x10 ⁶ parça/yıl 46.10ton/yıl
3	Pipet	4.24x10 ¹⁰ parça/yıl 27,600 ton/yıl	2.12x10 ¹⁰ parça/yıl 25,900 ton/yıl	3.93x10 ⁶ parça/yıl 62.80 ton/yıl
4	Balonlar ve balon çubukları	2.64x10 ⁷ parça/yıl 7.14 ton/yıl	2.64x10 ⁷ parça/yıl 201 ton/yıl	--
5	Evlere servis yiyecek kapları	4.23x10 ⁹ parça/yıl 52,000 ton/yıl	2.12x10 ⁹ parça/yıl 57,800 ton/yıl	2.12x10 ⁹ parça/yıl 46,500 ton/yıl
6	Sıcak içecek kapları	3.48x10 ⁹ parça/yıl 17,400 ton/yıl	3.14x10 ⁹ parça/yıl 62,700 ton/yıl	6.22x10 ⁵ parça/yıl 199 ton/yıl
7	İçecek şişeleri	2.07x10 ¹⁰ parça/yıl 9.42x10 ⁵ ton/yıl	1.24x10 ¹⁰ parça/yıl 9.00x10 ⁶ ton/yıl	2.96x10 ⁶ parça/yıl 1270 ton/yıl
8	Sigara filtreleri	1.36x10 ¹¹ parça/yıl 16,400 ton/yıl	1.36x10 ¹¹ parça/yıl 17,700 ton/yıl	--
9	Plastik poşetler	1.02x10 ¹⁰ parça/yıl 56,300 ton/yıl	5.12x10 ⁹ parça/yıl 2.56x10 ⁸ ton/yıl	1.02x10 ⁸ parça/yıl 9720 ton/yıl
10	Paketler ve ambalajlar	8.53x10 ⁹ parça/yıl 42,700 ton/yıl	8.53x10 ⁹ parça/yıl 170,000 ton/yıl	--
11	Hijyenik ürünler	4.81x10 ⁹ parça/yıl 67,300 ton/yıl	--	4.81x10 ⁹ parça/yıl 67,300 ton/yıl

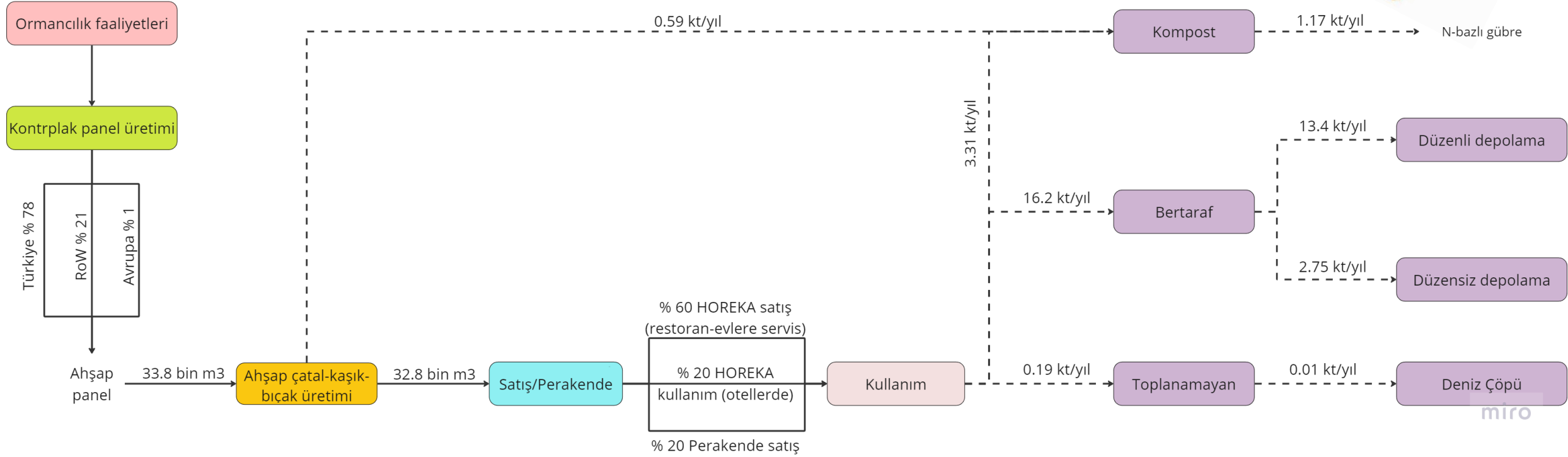
Çatal-bıçak-kaşık

SUP - Polipropilen



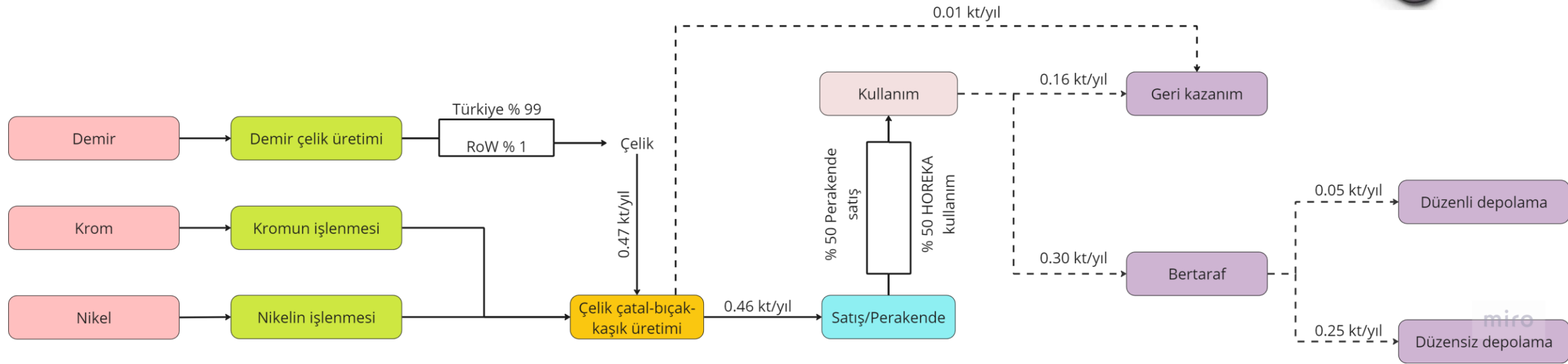
Çatal-bıçak-kaşık

SUNP - Ahşap



Çatal-bıçak-kaşık

MU - Çelik



YDA Çalışmasının Kapsamı – Varsayımlar

Temel varsayımlar:

- Kişi başı yıllık tüketilen parça ürün – AB Tek Kullanımlık Plastikler Düzenleyici Etki Analizi / Sektör verileri
- İşlevsel karşılık - AB Tek Kullanımlık Plastikler Düzenleyici Etki Analizi ve Literatür
- SUP ikame oranları - AB Tek Kullanımlık Plastikler Düzenleyici Etki Analizi ve uzman görüşü
- Ürün birim kütleleri – Literatür
- Üretim modelleri – İhracat ve yurt içi üretim verileri
- Kullanım modelleri – Uzman görüşü
- Ömür sonu modelleri – Ulusal veriler
- Taşımacılık – Uzman görüşü ve YDA süreçlerine uygun ortalama mesafe hesaplamaları



Yaşam Döngüsü Envanteri

Tüm YDA modellerinin üretim, kullanım, nakliyat ve ömür sonu aşamalarında Türkiye'deki koşullarını yansıtması amaçlanmıştır.

Bu YDA çalışması ile politika geliştirme desteği verilmesi hedeflendiği için hammadde ve ürün imalat süreçlerinin temsil edilmesi için piyasa koşullarını yansıtacak çeşitli birim süreçler bir arada kullanılmıştır. Bu hedefle:

- Üretim süreçleri: İthalat ve üretim verilerine dayanılarak coğrafi olarak temsiliyeti olan süreçlerden üretim modelleri oluşturulmuştur.
- Nakliyat: Yurt içi ve yurt dışı üretim süreçleri için gerçekçi lokasyon belirlenmiş, “centroid” yöntemleri ile ortalama taşımacılık mesafeleri hesaplanmış ve mesafeye uygun taşımacılık süreçleri ile birleştirilerek nakliyat modelleri oluşturulmuştur.
- Satış, dağıtım ve kullanım: SUP'ların hem perakende satışı hem de HOREKA (otel/restoran/kafeterya) sektörü kapsamında yemek servisi için kullanımı göz önünde bulundurulmuştur. Buna uygun olarak yurt içi dağıtım rotaları modele eklenmiştir. Ayrıca, özellikle MU ürünler için kullanımdan kaynaklanan etkiler (tekrar kullanım için ürünlerin bulaşık ve çamaşır makinesi ile yıkanması) kapsama alınmıştır.
- Ömür sonu: Her ne kadar ürün bazında ömür sonu süreçlerine ait veri boşlukları bulunsa da malzeme bazında geri kazanım ve bertaraf yüzdeleri ÇŞİDB'dan alınan alınan verileri ışığında YDA modellerine yansıtılmıştır.

Yaşam Döngüsü Envanteri

Üretim – ithalat verileri



Üretim ve ithalat bilgisi polimer bazında TR'ye özgü olarak hesaplandı

Veri kaynakları:

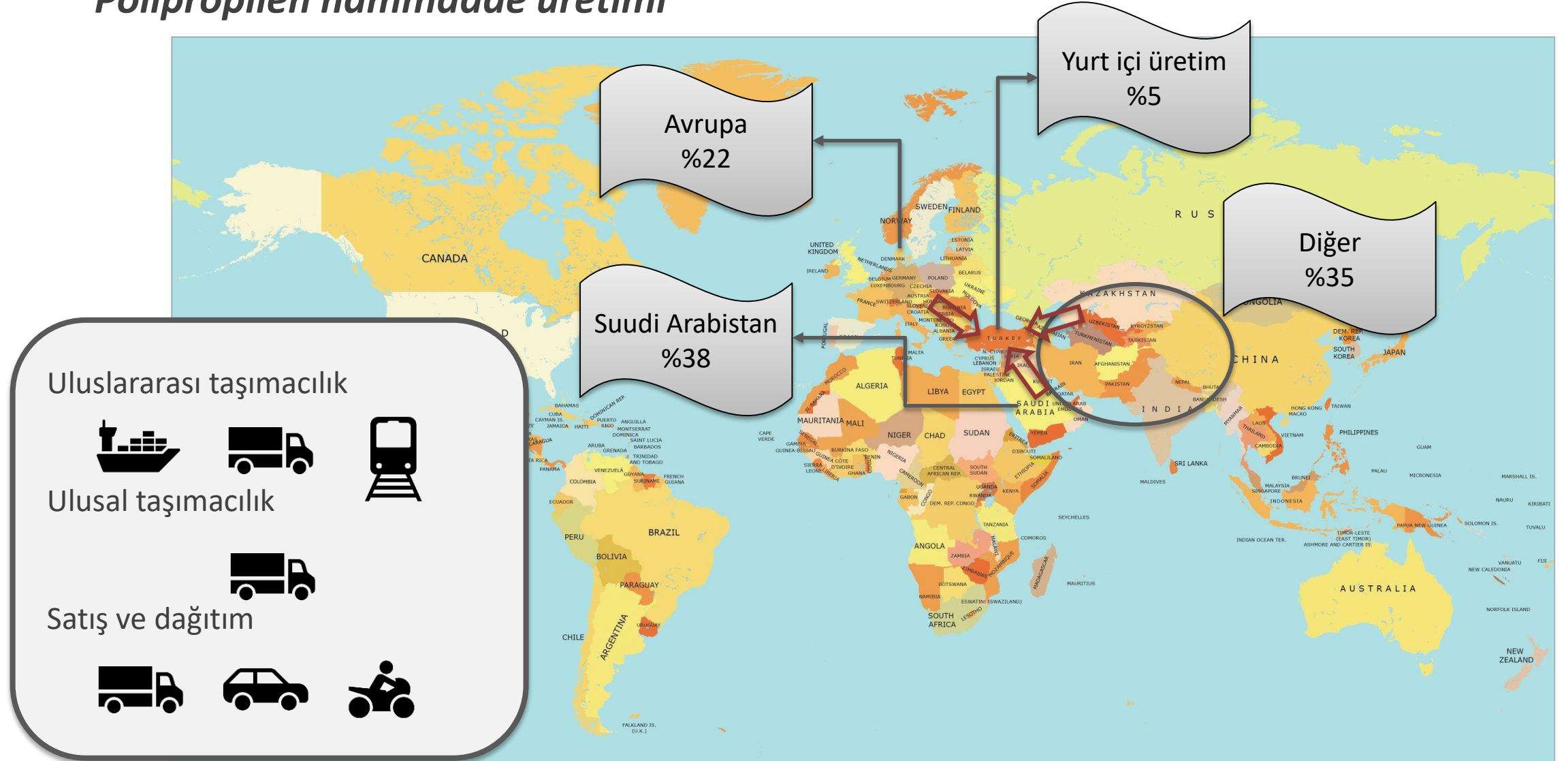
- TOBB sanayi bilgi sistemi
 - GTİP ve Prodcom kodları bazında üretim kapasiteleri
- ITC Trade Map (uluslararası ticaret istatistikleri)
 - İthalat ve ihracat verileri (4 haneli GTİP kodlarına göre veri mevcuttur. Veri tabanı, TÜİK'e referans vermektedir.)
 - Ülkelere/bölgelere göre ithalat oranları
- Ayrıca, TÜİK ve sektör temsilcilerinden veri talebinde bulunulmuştur.

Veri kısıtları

- Doğrudan SUP'lara karşılık gelen ticari kodlar mevcut değildir. Bu durum AB'de de geçerli olup tek kullanımlık ürünlere özel kodlar eklenmesi konusunda çalışmaların devam ettiği anlaşılmaktadır.
- Bire bir uyumlu olmasa dahi, 6 hane ve üzeri GTİP veya Prodcom kodunda üretim, ithalat ve ihracat verilerine erişim dedenmiş ancak tutarlı ve güvenilirliği yüksek veriye ulaşamamıştır.

YDA Çalışmasının Kapsamı – Üretim modelleri

Polipropilen hammadde üretimi



Yaşam Döngüsü Envanteri

Kulak pamuğu

Ürün 1: Kulak pamuğu çubukları		Miktar		Akış	Proses
Senaryo 1.1 (SUP)		PP			
Türkiye yıllık tüketim		9.51E+05	kg/yıl	kulak çubuğu	
Üretim					
Petroİ --> PP					
Hammadde kaynakları					
1) Türkiye	5%	4.97E+04	kg/yıl	PP	DEEP_Polypropylene, granulate {RER} polypropylene production, granulate Cut-off, U
2) Suudi Arabistan (MENA)	38%	3.78E+05	kg/yıl	PP	Polypropylene, granulate {RoW} polypropylene production, granulate Cut-off, U
3) EUR	22%	2.17E+05	kg/yıl	PP	Polypropylene, granulate {RER} polypropylene production, granulate Cut-off, U
4) RoW	35%	3.49E+05	kg/yıl	PP	Polypropylene, granulate {RoW} polypropylene production, granulate Cut-off, U
Taşıma (PP --> üretim tesisi)		km			
Ülke içi taşımacılık	350.00	1.74E+04	ton.km	PP	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Suudi Arabistan - Türkiye (road: extraction site to port)	500.00	1.89E+05	ton.km	PP	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Suudi Arabistan - Türkiye (sea)	2250.00	8.50E+05	ton.km	PP	Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods {GLO} transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods Cut-off, U
Suudi Arabistan - Türkiye (road)	350.00	1.32E+05	ton.km	PP	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Avrupa - Türkiye (road: production facility to port)	300.00	6.51E+04	ton.km	PP	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Avrupa - Türkiye (sea)	2612.50	5.67E+05	ton.km	PP	Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods {GLO} transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods Cut-off, U
Avrupa - Türkiye (road)	350.00	7.60E+04	ton.km	PP	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Diğer üretim noktaları - Türkiye (road: extraction site to port)	500.00	1.75E+05	ton.km	PP	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Diğer üretim noktaları - Türkiye (sea)	6890.00	2.41E+06	ton.km	PP	Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods {GLO} transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods Cut-off, U
Diğer üretim noktaları - Türkiye (road)	350.00	1.22E+05	ton.km	PP	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
PP--> Ürün					
Ürün/PP oranı	1.045		kg PP/kg ürün		
Kullanılan PP miktarı		9.94E+05	kg PP/yıl		DEEP_injection molding, rigid polypropylene part, at plant/kg/RNA
Geri dönüştürülebilir PP oranı	0.0430622		kg PP/kg PP		
Üretimden kaynaklanan geri dönüştürülebilir PP miktarı		4.28E+04	kg PP/yıl		PP (waste treatment) {GLO} recycling of PP Cut-off, U
Kaçınılan çevresel etkiler					
PP üretimi	71%	3.06E+04	kg PP/yıl	PP	DEEP_Polypropylene, granulate {RER} polypropylene production, granulate Cut-off, U
Harcanan elektrik		2.57E+04	kWh	Elektrik	Electricity, medium voltage {TR} market for electricity, medium voltage Cut-off, U

Yaşam Döngüsü Envanteri

Çelik sofrta takımı

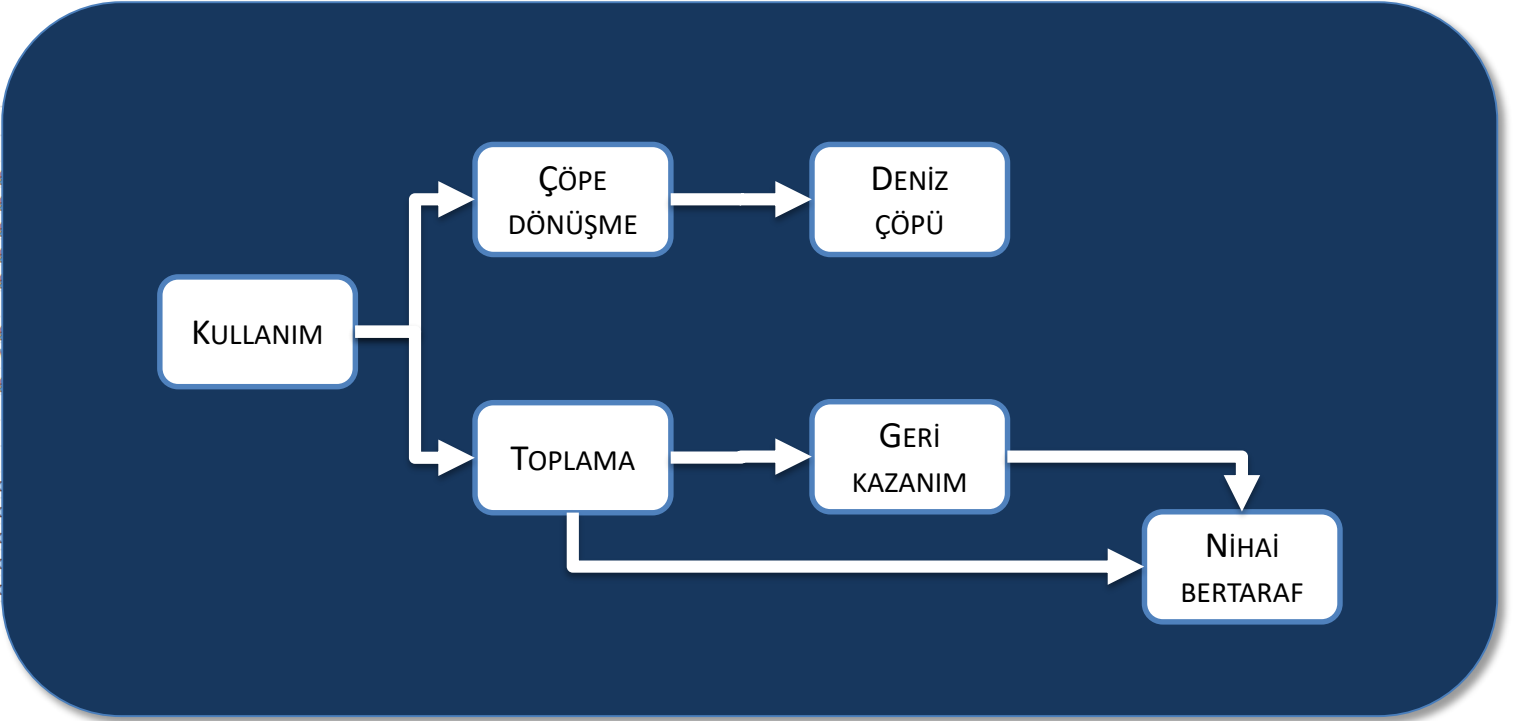
Ürün 2: Çatal-bıçak-kaşık Senaryo 2.3 (MU)	Çelik	Miktar	Akış	Proses
Türkiye yıllık tüketim		4.61E+04 kg/yıl	çatal bıçak	
Üretim				
Maden --> Çelik				
Hammadde kaynakları				
1) Türkiye	99%	4.70E+04 kg/yıl	Çelik	DEEP_Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} steel production, chromium steel 18/8, hot rolled Cut-off, U
2) RoW	1%	4.18E+02 kg/yıl	Çelik	Steel, chromium steel 18/8 {RoW} steel production, electric, chromium steel 18/8 Cut-off, U
Taşıma (Çelik --> üretim tesisi)	km			
Ülke içi taşımacılık	350.00	1.65E+04 ton.km	Çelik	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Diğer üretim noktaları - Türkiye (road: extraction site to	500.00	2.09E+02 ton.km	Çelik	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Diğer üretim noktaları - Türkiye (sea)	14270.00	5.96E+03 ton.km	Çelik	Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods {GLO} transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods Cut-off, U
Diğer üretim noktaları - Türkiye (road)	350.00	1.46E+02 ton.km	Çelik	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Çelik --> Ürün				
Ürün/çelik oranı	1.03	kg çelik/kg ürün		
Kullanılan çelik miktarı		4.75E+04 kg çelik/yıl		N/A
Geri dönüştürülebilir çelik oranı	0.0291262	kg çelik/kg çelik		
Üretimden kaynaklanan geri dönüştürülebilir çelik miktarı		1.38E+03 kg çelik/yıl		Steel and iron (waste treatment) {GLO} recycling of steel and iron Cut-off, U
Kaçınılan çevresel etkiler				
Çelik üretimi	100%	1.38E+03 kg çelik/yıl	çelik	DEEP_Pig iron {RER} pig iron production Cut-off, U
Kullanım				
Ürün --> Kullanım				
Perakende satış	50%	2.30E+04 kg/yıl	çatal/bıçak	
HOREKA satış	0%	0.00E+00 kg/yıl	çatal/bıçak	
HOREKA kullanım	50%	2.30E+04 kg/yıl	çatal/bıçak	
Taşıma	km			
Üretim --> Perakende	700	1.61E+04 ton.km	çatal/bıçak	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Üretim --> HOREKA	100	2.30E+03 ton.km	çatal/bıçak	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Perakende --> Tüketim noktası (Araçlı)	50%	3.46E+01 ton.km	çatal/bıçak	Transport, passenger car, small size, petrol, EURO 5 {RER} transport, passenger car, small size, petrol, EURO 5 Cut-off, U
Perakende --> Tüketim noktası (Araçsız)	50%	3.46E+01 ton.km	çatal/bıçak	N/A
Kullanım etkileri				
Enerji		1.04E+04 kWh/yıl	Elektrik	Electricity, low voltage {TR} market for electricity, low voltage Cut-off, U
Temiz su		1.49E+05 L/yıl	Su	DEEP_Tap water {Europe without Switzerland} tap water production, conventional treatment Cut-off, U
Deterjan		7.44E+02 kg/yıl	Deterjan	Non-ionic surfactant {GLO} market for non-ionic surfactant Cut-off, U
Atık su		1.49E+05 L/yıl	Atık su	DEEP_Wastewater, average {Europe without Switzerland} treatment of wastewater, average, wastewater treatment Cut-off, U

SATIŞ –
DAĞITIM –
KULLANIM
MODELİ

Yaşam Döngüsü Envanteri

Pipet

ÖMÜR SONU MODELİ	Ömür sonu			
	Atık yönetim işlemleri			
	Çöpe dönüşen miktar	2%	5.51E+05	kg
	Deniz çöpüne dönüşen miktar	5%	2.76E+04	kg
	Toplanan miktar	98%	2.70E+07	kg
	Ayrılan miktar		2.70E+07	kg
	Geri kazanıma giden miktar	32%	2.70E+07	kg
	Kaçınılan çevresel etkiler			
	PP üretimi	71%	1.93E+07	kg
	Harcanan elektrik		1.62E+07	kWh
TAŞIMACILIK MODELİ	Bertaraf edilen miktar	68%	2.64E+07	kg
	Düzensiz depolama sahası	17%	4.49E+06	m ²
	Düzenli depolama sahası	83%	2.19E+07	m ²
	Taşıma	km		
	Üretimden geri kazanıma taşıma	40	4.96E+04	ton
	Toplama --> geri kazanım	40	1.08E+06	ton
	Geri kazanım --> bertaraf	75	6.05E+05	ton
	Toplama --> bertaraf	75	1.38E+06	ton
	Geri kazanım --> üretim	40	8.07E+05	ton



Yaşam Döngüsü Envanteri

Ömür sonu senaryoları



Plastik ve diğer alternatifler için TR'ye özgü ömür sonu senaryoları

- Plastiğin yanı sıra alternatif ürünlerin hammadeleri olan kağıt, ahşap, cam ve metal için geri kazanım ve bertaraf oranları belirlenmiştir.

Veri kaynakları

- Atık miktarları, atık yönetimi yöntemlerine ilişkin miktar ve oranlar, atık kompozisyonu
 - Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023-2035 Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı
 - TÜİK Atık İstatistikleri
 - Eksik veriler için literatür ve sektörel raporlar
- Deniz çöpüne dönüşüm oranları: Avrupa Birliği verileri

Yaşam Döngüsü Envanteri

Veri modifikasyonu



Veri seti proseslerinde alt süreçler TR coğrafyası için modifiye edildi.

Proses	Akış türü	Orjinal girdi	Değiştirilmiş girdi
Packaging glass, white {DE} packaging glass production, white Cut-off, U	Inputs from nature	Water, unspecified natural origin, DE	Water, unspecified natural origin, TR
	Inputs from technosphere: materials/fuels	Natural gas, high pressure {DE} market for natural gas, high pressure Cut-off, U	Natural gas, high pressure {TR} market for natural gas, high pressure Cut-off, U
	Inputs from technosphere: electricity/heat	Electricity, medium voltage {DE} market for electricity, medium voltage Cut-off, U	Electricity, medium voltage {TR} market for electricity, medium voltage Cut-off, U
	Emissions to water	Water, DE	Water, TR
	Outputs to technosphere	Municipal solid waste {DE} market for municipal solid waste Cut-off, U	Municipal solid waste {GR} market for municipal solid waste Cut-off, U
Plywood {RER} plywood production Cut-off, U	Inputs from nature	Water, cooling, unspecified natural origin, RER	Water, cooling, unspecified natural origin, TR
	Inputs from technosphere: electricity/heat	Electricity, medium voltage {RER} market group for electricity, medium voltage Cut-off, U	Electricity, medium voltage {TR} market for electricity, medium voltage Cut-off, U
	Outputs to technosphere	Municipal solid waste {RER} market group for municipal solid waste Cut-off, U	Municipal solid waste {GR} market for municipal solid waste Cut-off, U
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} steel production, chromium steel 18/8, hot rolled Cut-off, U	Hot rolling unit process değiştirildi. Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for steel, chromium steel 18/8 Cut-off, U değiştirilmedi.		
DEEP_Hot rolling, steel {Europe without Austria} hot rolling, steel Cut-off, U	Inputs from nature	Water, cooling, unspecified natural origin, Europe without Austria	Water, cooling, unspecified natural origin, TR
		Water, unspecified natural origin, Europe without Austria	Water, cooling, unspecified natural origin, TR
	Inputs from technosphere: electricity/heat	Tüm elektrik prosesleri	Electricity, medium voltage {TR} market for electricity, medium voltage Cut-off, U
	Emissions to water	Water, Europe without Austria	Water, TR
	Outputs to technosphere	Tüm municipal waste prosesleri	Municipal solid waste {GR} market for municipal solid waste Cut-off, U

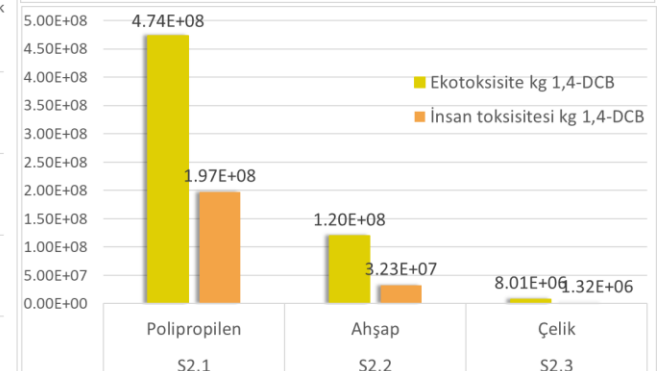
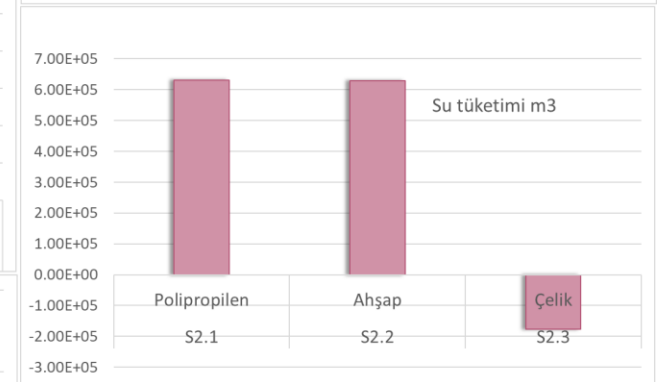
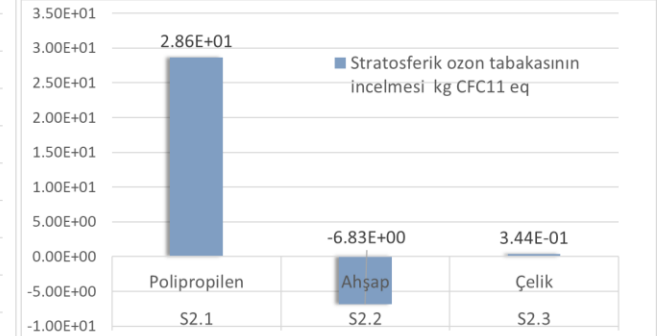
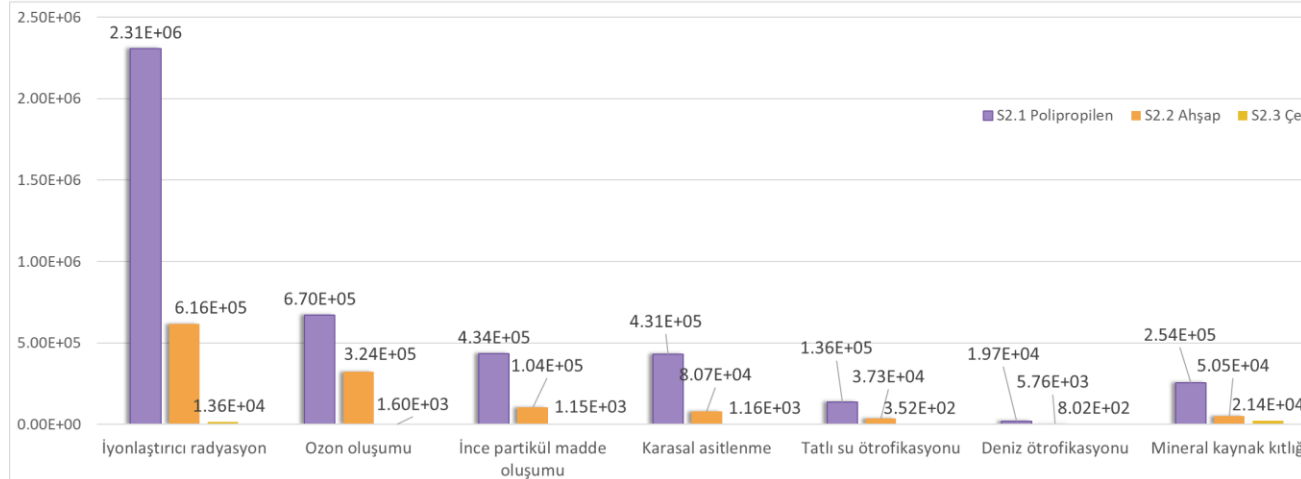
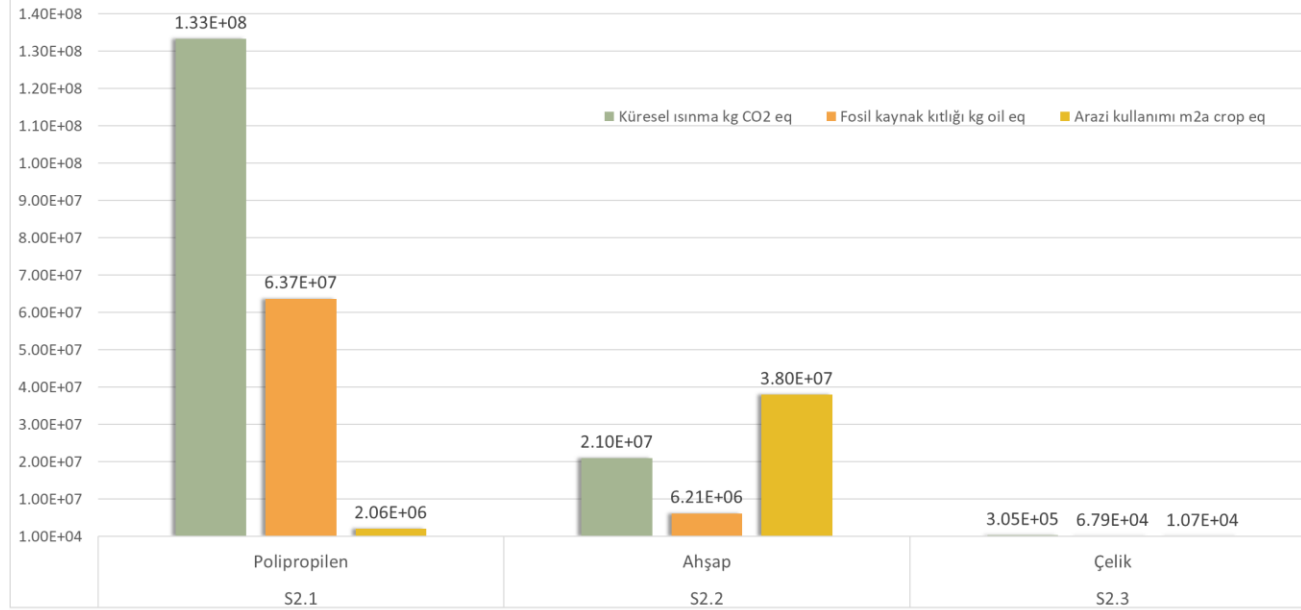
YDA Çalışmasının Kapsamı – Ön sonuçlar

Sofra takımları

SUP: PP

SUNP: Ahşap

MU: Çelik



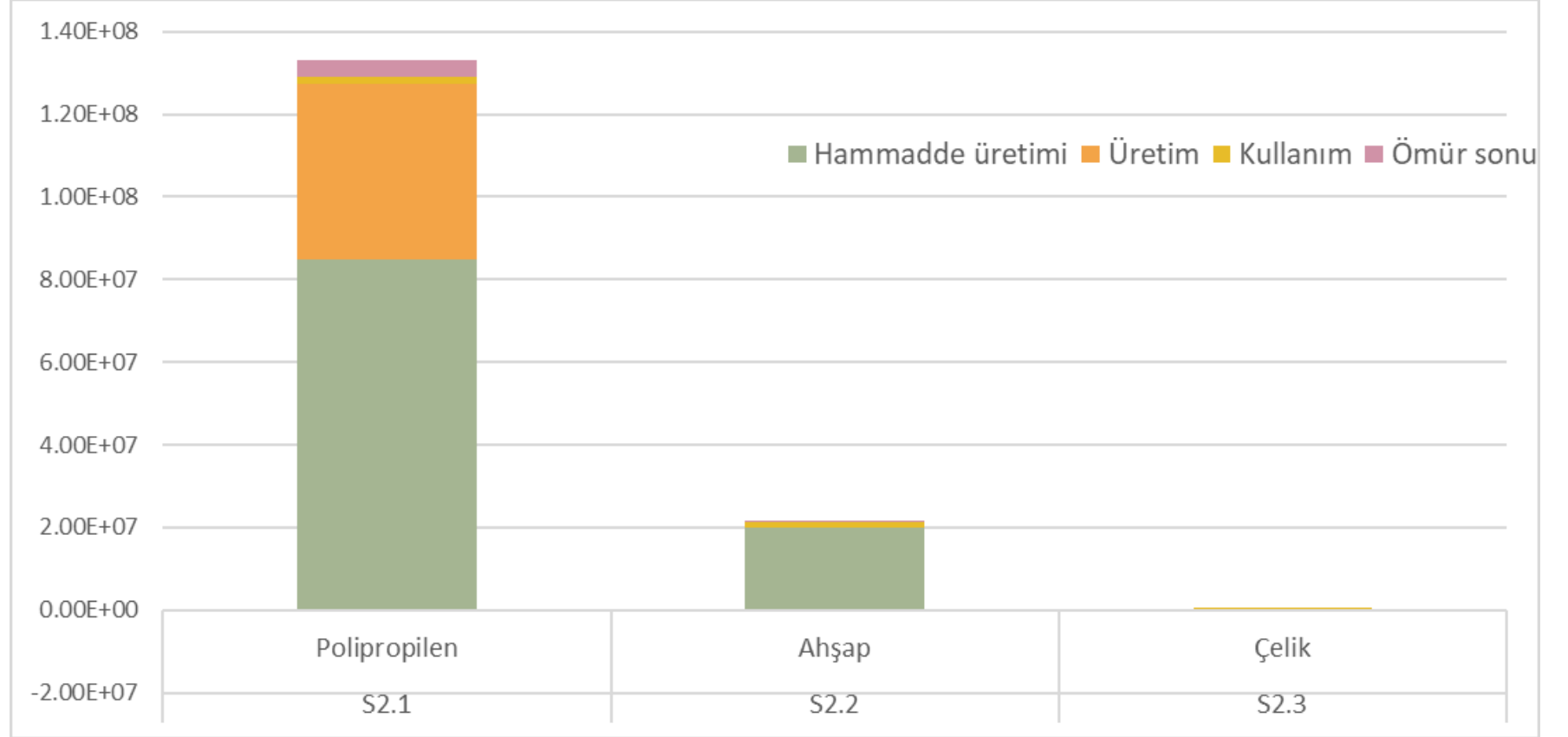
YDA Çalışmasının Kapsamı – Ön sonuçlar

Sofra takımları

SUP: PP

SUNP: Ahşap

MU: Çelik



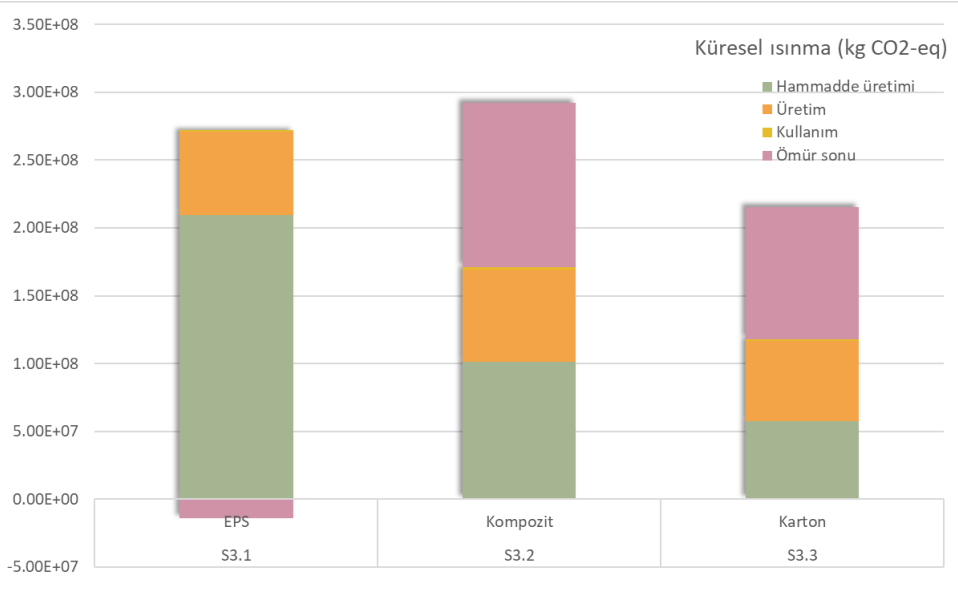
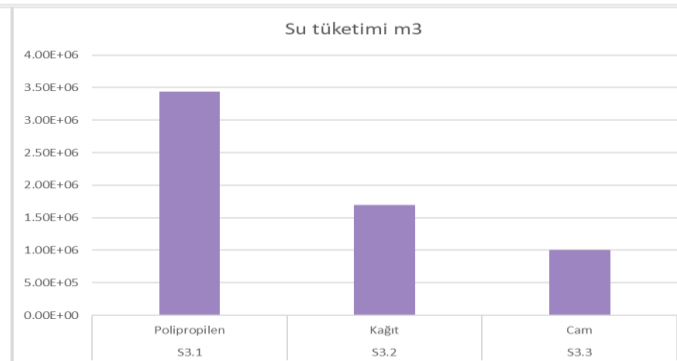
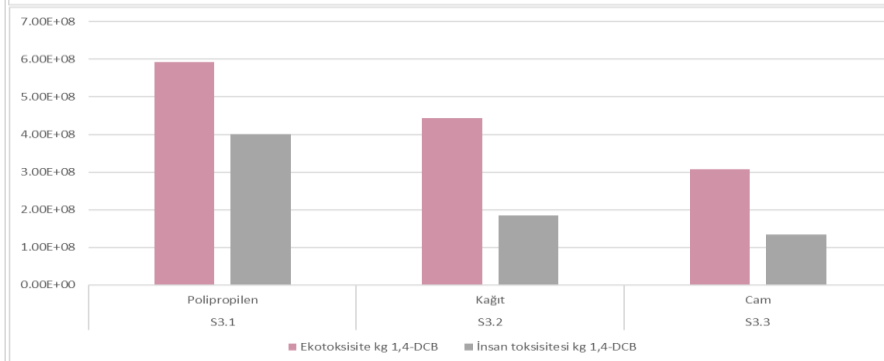
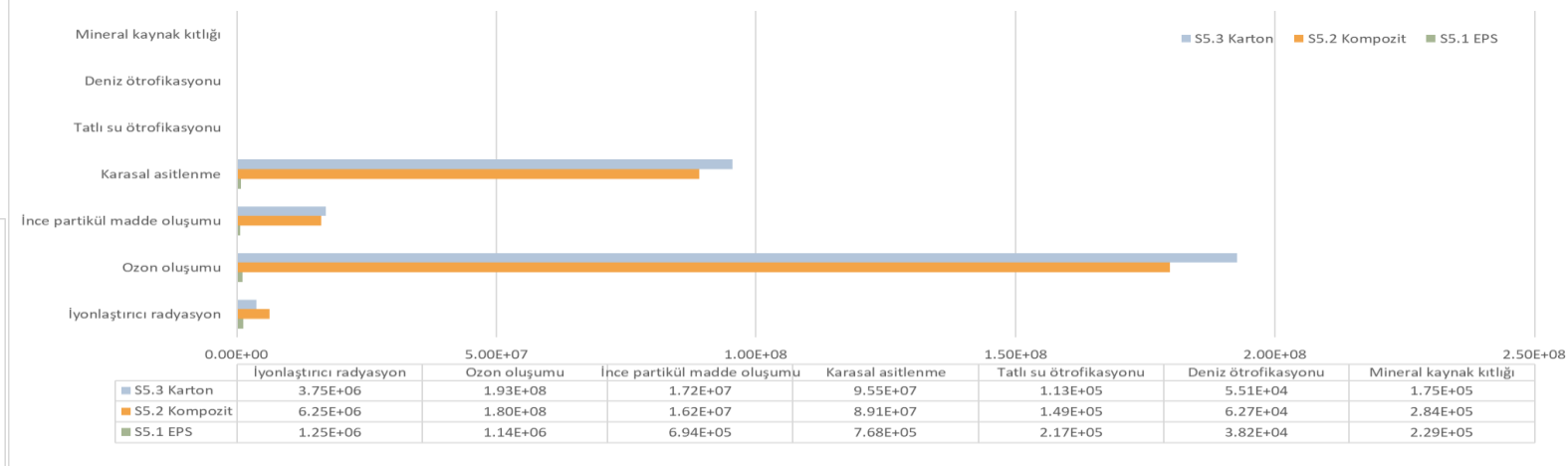
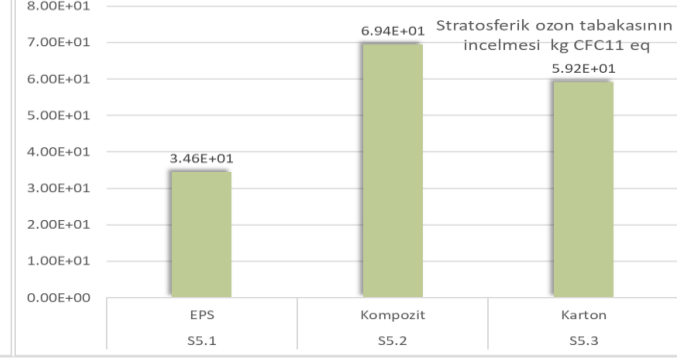
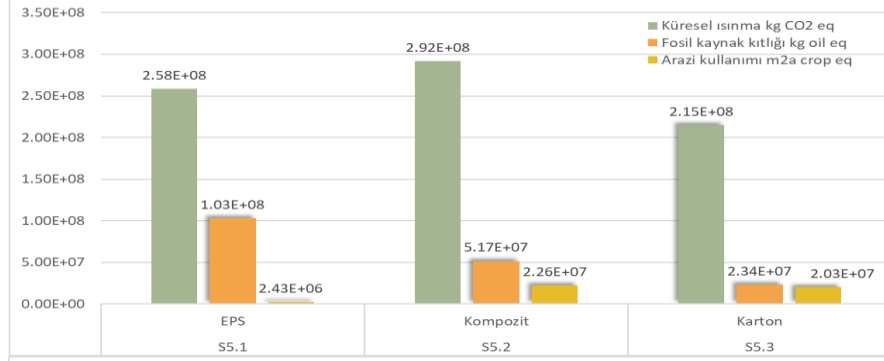
YDA Çalışmasının Kapsamı – Ön sonuçlar

Yiyecek kapları

SUP: PP

SUNP: Kompozit

MU: Cam

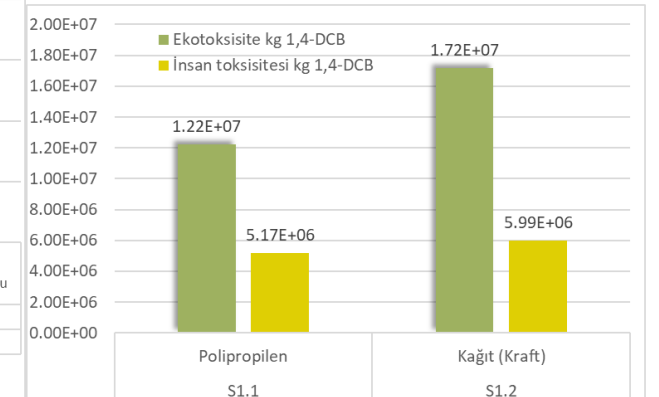
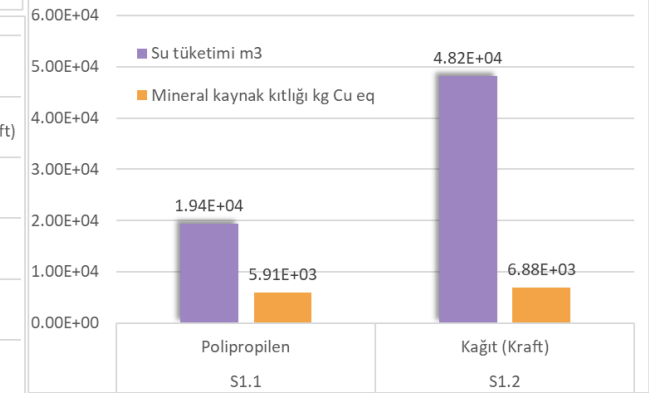
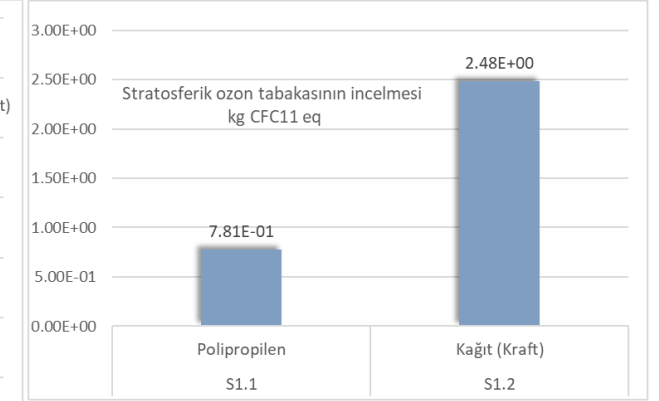
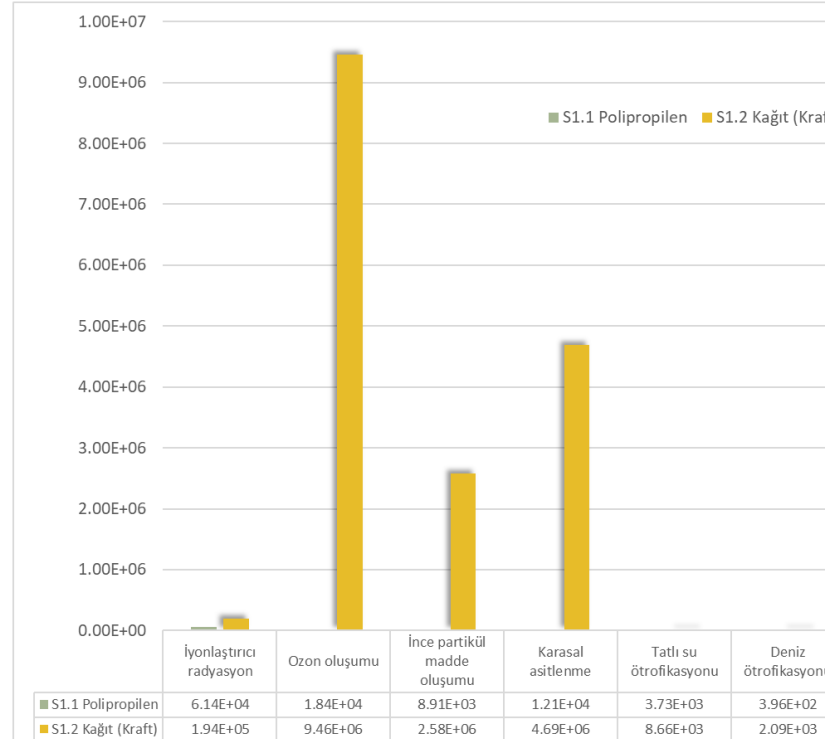
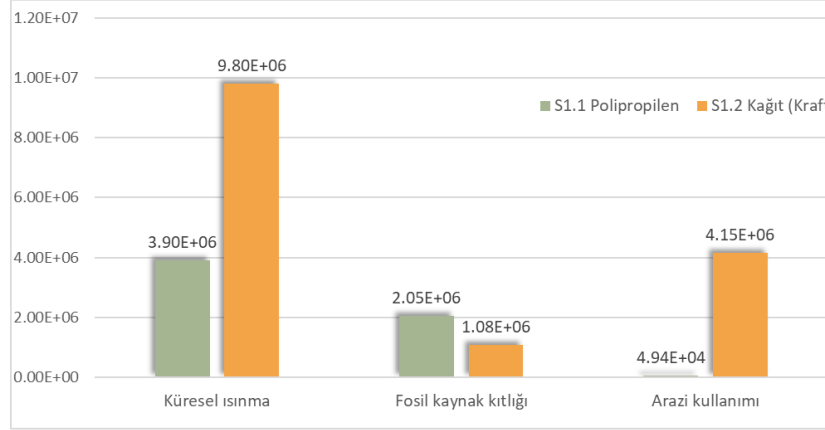
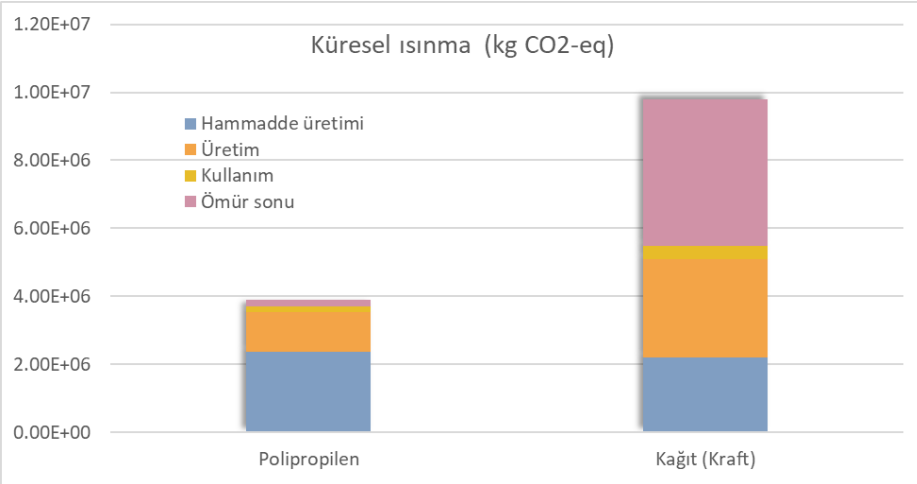


YDA Çalışmasının Kapsamı – Ön sonuçlar

Kulak pamuğu çubuğu

SUP: PP

SUNP: Kağıt (Kraft)

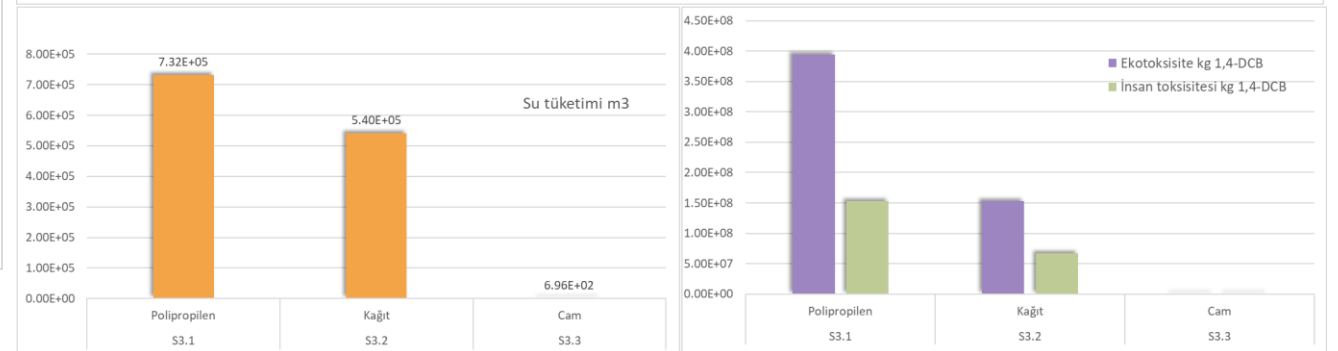
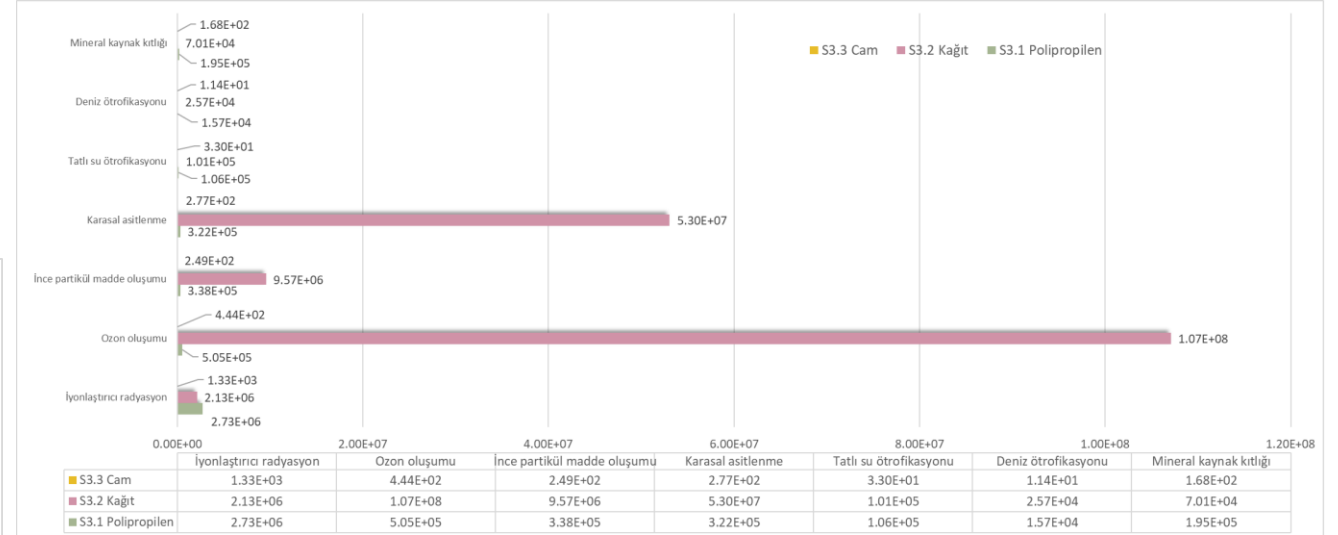
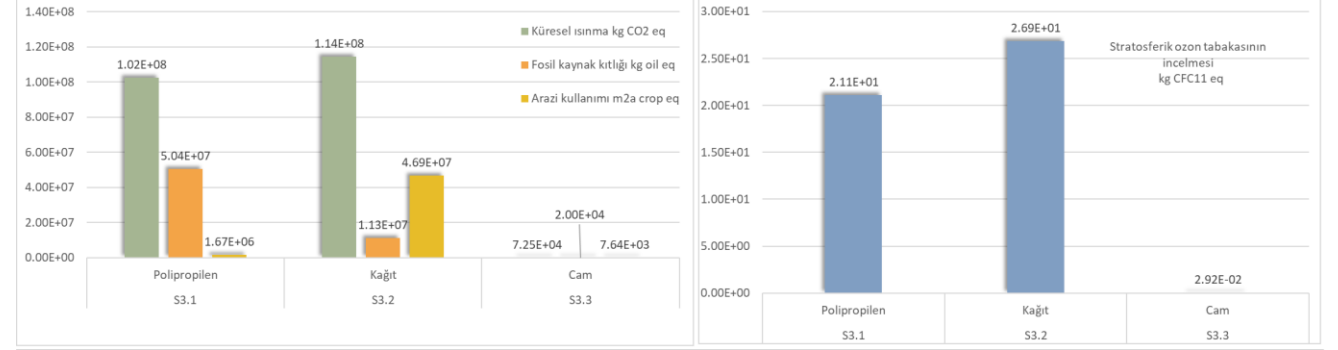


YDA Çalışmasının Kapsamı – Ön sonuçlar

Pipet

SUP: PP

SUNP: Kağıt (Kraft)



YDA Çalışmasının Kapsamı – Hassasiyet analizi

Hassasiyet analizinde değerlendirilecek konular:

- **Hammadde nakliyatı uzaklıkları**
 - Karayolu mesafelerinin $\pm$ %50 değişimi
 - Deniz yolu mesafelerinin $\pm$ %30 değişimi
- **İşlevsel karşılık:** Çoklu kullanıma sahip ürünlerde kullanım sayısının yarısına inmesi
- **İkame senaryoları:** SUNP ve MU karışık senaryodan sadece SUNP ve MU'ya geçildiği sınır durumların değerlendirilmesi
- **Tüketim aralıkları:** AB kişi başı yıllık tüketim aralığı içerisinde Min - %25 ---%75 ve Max değerlerin çalışması
- **Geri kazanım:** Mazleme bazında geri dönüşüm %'lerinin %10-%20-%30 ve %40 artırılması
- **SUP'lara ait birim kütleler:** Özellikle kağıt ürünlerde birim kütlelerin %25 ve %50 azaltılması





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Teşekkürler



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPACevre



@turkiyedonguseleekonomi

@ipa.cevre



@trdonguseleko

@ipacevre



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPA Çevre/Environment TÜRKİYE



Türkiye Döngüsel Ekonomi

IPA Çevre

dongusel.csb.gov.tr