

ESGLAB

LCA Nedir?  
Sürdürülebilirlik  
İçin Neden Kritik  
Bir Araçtır?

ESGLab Sürdürülebilirlik Dönüşüm Merkezi

# Webinar Ajandası

# LCA, Yaşam Döngüsü Analizi

Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Assessment), bir ürün ya da hizmet üretiminde kullanılan ham maddelerin elde edilmesinden başlayarak (beşikten) , ilgili tüm üretim, sevkiyat, tüketici tarafından kullanım ve kullanım sonrası atık olarak bertarafı da kapsayan (Mezara) yaşam döngüsünün farklı aşamalarındaki çevresel etkilerini belirlemek, raporlamak ve yönetmek için kullanılan bir yöntemdir.

Son yıllardaki çalışmalar, gelişmeler sonucu birey ve kurumlarda çevre duyarlılığı ve bilinci artmıştır bunun sonucu olarak her tür projenin

- Topluma etkisi
- Maliyet performansı
- Finansal getirisi

gibi geleneksel parametrelerin yanında çevresel etkileri , doğal kaynakların kullanımı, karbon, su ayakizi gibi etkenler de göz önüne alınmaya başlanmıştır.





# Temiz Üretim

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA), bir ürün veya süreçte yapılacak değişikliklerin (modifikasyonların) çevresel etkilerini farklı senaryolar üzerinden analiz etmeye olanak tanır. Bu sayede, hangi değişikliğin çevresel olarak daha avantajlı olduğu belirlenebilir ve bu bilgiler karar alma süreçlerinde kullanılarak daha sürdürülebilir seçimler yapılabilir.

## ➔ Ambalaj Malzemesi Değişimi:

Bir şirket plastik ambalaj yerine biyobozunur bir alternatif kullanmayı planlıyor. LCA bu değişikliğin üretim, taşıma ve bertaraf süreçlerindeki çevresel etkilerini (örneğin karbon emisyonları, enerji tüketimi, su kullanımı) farklı senaryolarda analiz ederek karar vericilere hangi malzemenin daha sürdürülebilir olduğunu gösterir.

## ➔ Üretim Sürecinde Malzeme Değişimi:

Bir otomotiv üreticisi, araçlarının şasi üretiminde çelik yerine alüminyum kullanmayı planlıyor. LCA alüminyumun üretim, kullanım ve geri dönüşüm aşamalarındaki çevresel etkilerini (örneğin enerji tüketimi, karbon salınımı, geri dönüştürülebilirlik) analiz ederek, bu değişikliğin çevresel performansa nasıl yansıtacağını karşılaştırmalı olarak değerlendirir.





# LCA Kullanım Alanları

## EPD ve Eko Etiketler:

Ürünlerin çevresel performansını belgelemek ve sürdürülebilirlik kriterlerine uygunluğunu göstermek için kullanılır.

## Ürün ve Süreç Geliştirme:

Çevresel etkileri en aza indirerek yeni ürün tasarımı ve süreç optimizasyonu sağlar.

## Kamu Politikalarına Destek

Çevresel veriler ışığında kamu kararları ve sürdürülebilirlik politikaları oluşturulmasına katkı sağlar.



## Karşılaştırma ve Seçim:

Benzer ürünler, hizmetler veya süreçler arasında çevresel etkiler temelinde seçim yapılmasını destekler.

## Sorun Analizi:

Belirli bir ürünle ilgili çevresel problemlerin nedenleri belirlenerek çözüm önerileri geliştirilir.



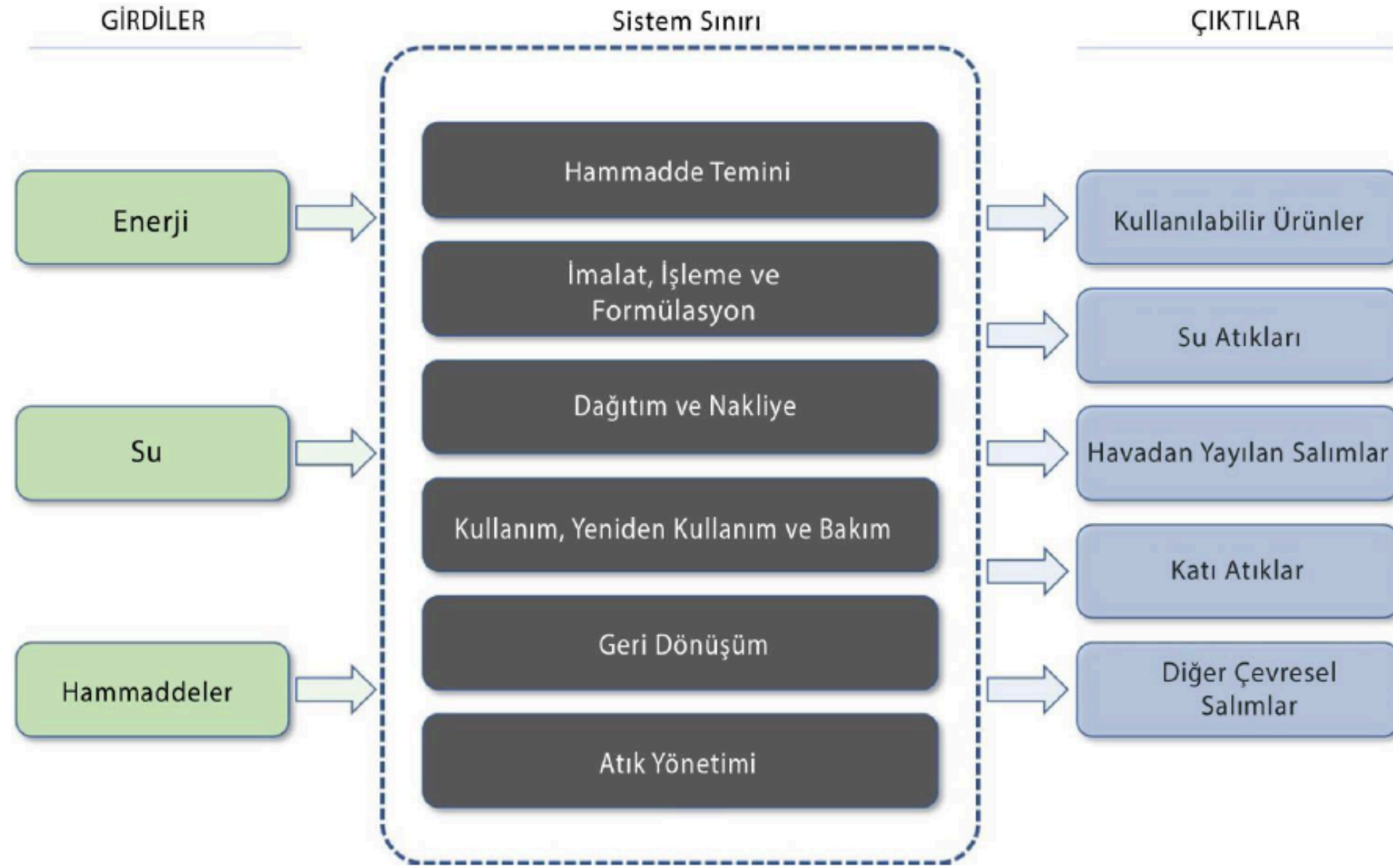
## LCA aşağıdaki soruları cevaplar ve karar vericilere yardımcı olur ;

- İlgili taraf ve paydaşlara olan etkiler neler olacaktır?
- Hangi ürün veya proses toplamda veya yaşam döngüsünün her bir basamağında en az çevresel etkiye neden olur?
- Mevcut ürün/proseste yapılacak değişiklikler hangi yaşam döngüsü basamağında çevresel etkileri nasıl değiştirir?
- Hangi teknoloji veya prosesler en az miktarda asit yağmuru veya hava kirliliği gibi etkilere neden olur ve doğal çevreye en az hasarı verir?
- Ürün veya prosesler küresel ısınma gibi çevresel etkileri azaltmak için nasıl değiştirilebilir?





# YAŞAM DÖNGÜSÜ BAĞLAMINDA

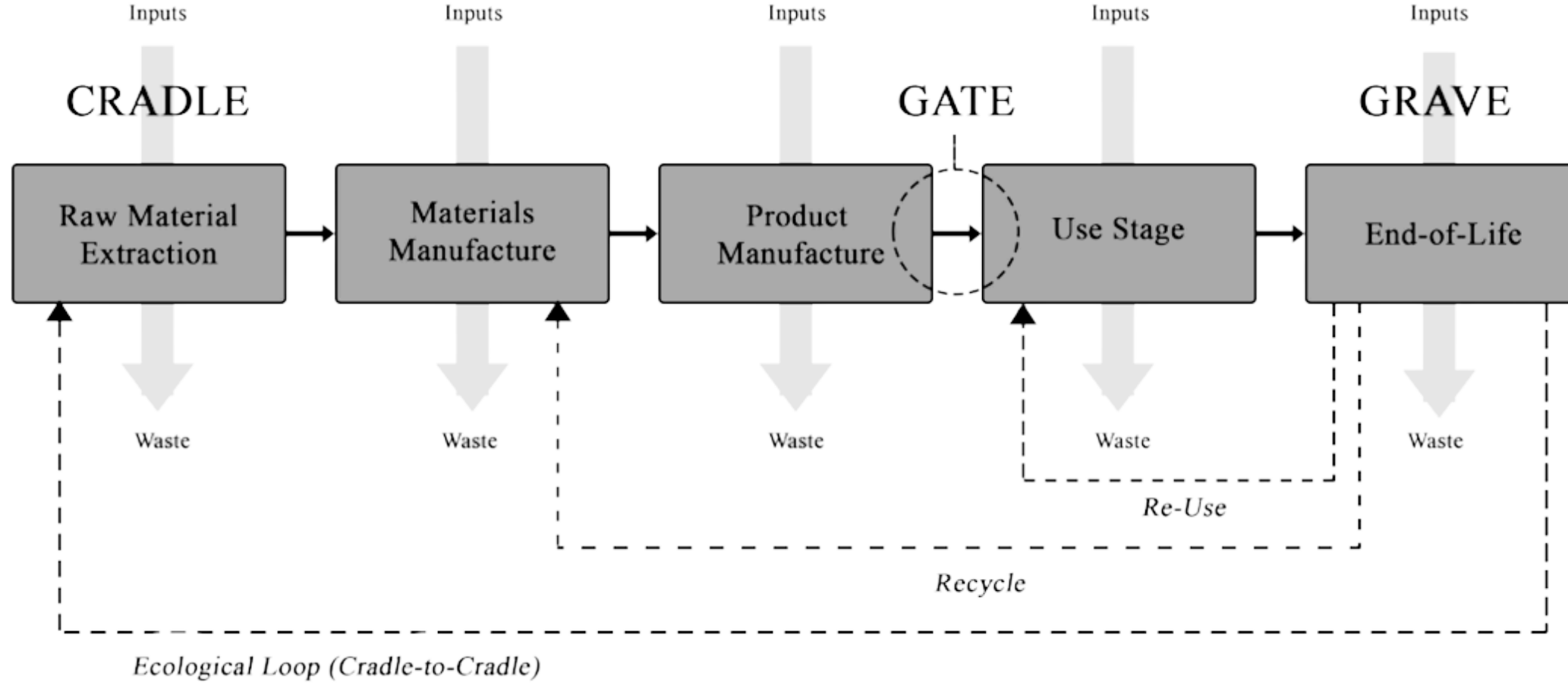


Şekil 1

- LCA yöntemi bir ürün ya da hizmet üretiminde kullanılan hammaddelerin elde edilmesinden başlayarak, ilgili tüm üretim, sevkiyat, tüketici tarafından kullanım ve kullanım sonrası atık olarak bertarafı da kapsayan yaşam döngüsünün farklı aşamalarındaki (Şekil 1) çevresel etkilerin belirlemek, raporlamak ve yönetmek için kullanılır.
- Söz konusu çevresel etkiler iklim değişikliği, stratosferik ozon tabakasındaki incelme, ötrifikasyon, asidifikasyon, toksik emisyonlar gibi doğal kaynak tüketimi bazlarında değerlendirilir.



# Yaşam Döngüsü



## Beşikten Kapiya (Cradle to Gate)

Ürünün hammadde çıkarılmasından başlayarak üretim ve fabrikadan çıkışına kadar olan süreci kapsar.

## Beşikten Mezara (Cradle to Grave)

Ürünün hammadde çıkarılmasından başlayarak kullanım ömrü sonunda bertaraf edilmesine kadar tüm süreci kapsar.

## Kapıdan Kapiya (Gate to Gate)

Yalnızca belirli bir üretim süreci veya fabrikanın içindeki aşamalar analiz edilir.

## Beşikten Beşiğe (Cradle to Cradle)

Ürünün yaşam döngüsünün sonunda atık olmadan geri dönüştürülmesini veya yeniden kullanılmasını içerir.



# Sektörel Uygulamalar

## İnşaat ve Yapı Sektörü

- Çevresel Ürün Beyanları (EPD) hazırlanması.
- Binaların enerji, su ve karbon ayak izinin değerlendirilmesi.
- Sürdürülebilir yapı malzemelerinin seçimi ve analizleri.

## Gıda ve Tarım Sektörü

- Gıda üretim zincirlerinin (tarımdan sofraya) çevresel etkilerinin incelenmesi.
- Sürdürülebilir tarım tekniklerinin değerlendirilmesi.
- Gıda atıklarının ve su tüketiminin azaltılması.

## Tekstil ve Moda

- Üretim süreçlerinden kaynaklanan su ve karbon ayak izinin değerlendirilmesi.
- Sürdürülebilir ve geri dönüştürülebilir tekstil malzemelerinin analizi.
- Tedarik zinciri boyunca çevresel etkilerin optimize edilmesi.



## Enerji Sektörü

- Farklı enerji üretim yöntemlerinin çevresel etkilerinin karşılaştırılmasında.
- Enerji Depolama Teknolojileri'nin karşılaştırılmasında.
- Yenilenebilir Enerji Türlerinin Karşılaştırılması.

## Otomotiv Sektörü

- Elektrikli ve içten yanmalı motorlu araçların çevresel etkilerinin karşılaştırılması.
- Araç üretiminde kullanılan malzemelerin geri dönüşüm süreçlerinin analiz edilmesi.
- Tedarik zinciri boyunca karbon ayak izi hesaplamaları.

# ISO 14040 VE ISO 14044

## ISO 14040 Nedir?

- ISO 14040, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) için uluslararası bir standart olup, LCA'nın ilkelerini ve çerçevesini belirler. Bu standart, ürün veya süreçlerin çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılan
- LCA metodolojisinin dört temel aşamasını tanımlar: Amaç ve kapsam belirleme, envanter analizi, etki değerlendirme ve yorumlama. ISO 14040, LCA uygulamalarının şeffaf, bilimsel ve karşılaştırılabilir olmasını sağlamaya yardımcı olur.

## ISO 14044 Nedir?

- ISO 14044, ISO 14040'in metodolojik devamı olup, LCA uygulamalarında detaylı gereklilikler ve kılavuzlar sunar. Bu standart, veri toplama yöntemleri, etki kategorileri ve raporlama süreçleri gibi konularda ayrıntılı yönergeler içerir.
- ISO 14044, LCA süreçlerinin tutarlılığını ve doğruluğunu artırarak sürdürülebilirlik değerlendirmelerinde güvenilir bir temel oluşturur.





# Sürdürülebilirlik Yönetiminde LCA'nın Önemi

## 1. Çevresel Etkilerin Bütünsel Olarak Anlaşılması

LCA, bir ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini (karbon ayak izi, su kullanımı, enerji tüketimi, atık üretimi vb.) değerlendirir.

Bu sayede, sürdürülebilirlik stratejileri oluştururken tüm etkiler dikkate alınabilir.

## 2. Karar Alma Süreçlerine Destek

LCA, işletmelerin ve politika yapıcıların daha sürdürülebilir seçimler yapmasına yardımcı olur.

Örneğin, farklı malzeme veya üretim yöntemlerinin çevresel etkileri karşılaştırılarak en optimize seçenek belirlenebilir.

## 3. Kaynak Verimliliğinin Artırılması

LCA, üretim süreçlerinde kaynak kullanımının optimize edilmesine yardımcı olur. Enerji ve ham madde tüketimini azaltarak maliyetler düşürülebilir ve çevresel ayak izi küçültülebilir.

## 4. Ürün Tasarımında İyileştirme

LCA, eko-tasarım (çevre dostu tasarım) süreçlerinde kullanılarak ürünlerin çevresel performansı iyileştirilebilir.

Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı veya modüler tasarımlar gibi stratejiler geliştirilebilir.

## 5. Regülasyonlara ve Standartlara Uyum

LCA, çevresel regülasyonlara ve uluslararası standartlara (ISO 14040/14044 gibi) uyum sağlamak için kullanılır.

Bu, şirketlerin çevresel performanslarını raporlamaları ve paydaşlara şeffaf bir şekilde sunmaları için gereklidir.

## 6. Tedarik Zincirinde Sürdürülebilirlik

LCA, tedarik zincirindeki çevresel etkilerin belirlenmesine ve azaltılmasına yardımcı olur.

Tedarikçilerin çevresel performansı değerlendirilerek daha sürdürülebilir tedarikçilerle çalışılabilir.

## 7. Müşteri ve Paydaş Bilinci

LCA sonuçları, müşterilere ve diğer paydaşlara ürünlerin çevresel etkileri hakkında bilgi sunar.

Bu, tüketicilerin daha bilinçli seçimler yapmasını ve şirketlerin itibarını artırmasını sağlar.

## 8. İklim Değişikliği ile Mücadele

LCA, özellikle sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik stratejiler geliştirmede kritik bir rol oynar.

Karbon ayak izinin azaltılması, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir adımdır.

## 9. Döngüsel Ekonomiye Geçiş

LCA, döngüsel ekonomi modellerine geçişte önemli bir araçtır. Atık yönetimi, geri dönüşüm ve yeniden kullanım stratejileri LCA ile değerlendirilerek kaynakların daha verimli kullanılması sağlanır.

# Elektrikli Araç LCA



## Amaçlanan Uygulama:

Bu çalışmanın amacı, X markasına ait elektrikli araç ile Y markasına ait içten yanmalı motorlu araç arasındaki çevresel etkileri karşılaştırmaktır. Çalışma, her iki aracın yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkan karbon emisyonları, enerji tüketimi ve su kullanımı gibi çevresel göstergeleri değerlendirmeyi hedeflemektedir.

## Çalışmanın Yürütülmesinin Sebepleri:

- Sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olmak
- Tüketici farkındalığını artırmak
- Sektörel değişim ve iyileştirme

## Çalışma Sonuçlarının Ulaştırılması İstenen Hedef Kitle:

- Tüketiciler: Çevre dostu araç seçiminde bilinçli tercihler yapmalarına yardımcı olmak.
- Otomotiv Sektörü : Sektördeki çevresel iyileştirmeler için yol gösterici bilgiler sağlamak.

## Sonuçların, Kamuoyuna Açıklanması Hedeflenen Karşılaştırmalı Beyanlarda Kullanılmasının Amaçlanıp Amaçlanmadığı:

Bu çalışma sonuçları, kamuoyuna açıklanması hedeflenen karşılaştırmalı beyanlarda kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Bu sayede, tüketicilerin daha sürdürülebilir araçlar hakkında bilgi edinmeleri ve sektördeki çevresel iyileştirmelerin şeffaf bir şekilde paylaşılması amaçlanmaktadır.



## Yaygın Kullanılan Etki Kategorileri

### Küresel Isınma Potansiyeli (GWP)

Karbondiyoksit ( $\text{CO}_2$ ) ve diğer sera gazlarının atmosferde birikmesi, dünya genelinde sıcaklık artışına neden olur. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) modeli kullanılarak hesaplanır ve  $\text{CO}_2$  eşdeğeri ( $\text{kg CO}_2\text{-eq}$ ) ile ifade edilir.

\* Olumsuz Etkileri: Küresel sıcaklık artışı, deniz seviyelerinin yükselmesi, aşırı hava olayları (kasırga, kuraklık, sel) ve ekosistem bozulmaları.

### Asitlenme Potansiyeli (AP)

Fosil yakıtların yanmasıyla açığa çıkan  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  ve  $\text{NH}_3$  gibi gazlar atmosferde asidik bileşiklere dönüşerek ormanlara, göllere ve toprağa zarar verir. RAINS Modeli kullanılarak hesaplanır ve  $\text{SO}_2$  eşdeğeri ( $\text{kg SO}_2\text{-eq}$ ) ile gösterilir.

\*Olumsuz Etkileri: Asit yağmurları, toprak verimliliğinin azalması, su ekosistemlerinde canlı ölümleri ve metal ve beton yapıların aşınması.

### Ötrofikasyon Potansiyeli (EP)

Fazla miktarda azot ve fosfor gibi besin maddelerinin su kaynaklarına karışması, alg patlamalarına ve oksijen seviyelerinin düşmesine neden olur. CARMEN Modeli ile hesaplanır ve  $\text{kg PO}_4^{3-}\text{-eq}$  (fosfat eşdeğeri) ile ifade edilir.

\* Olumsuz Etkileri: Sucul ekosistemlerde oksijen azalması (hipoksi), balık ölümleri, su kalitesinin düşmesi ve içme suyu kaynaklarının kirlenmesi.

### Ozon Tabakasının İncelmesi (ODP)

CFC'ler (kloroflorokarbonlar) ve halojen gazları gibi maddeler, stratosferde ozon tabakasına zarar vererek zararlı UV ışınlarının dünyaya ulaşmasını artırır. WMO (World Meteorological Organization) modeli ile hesaplanır ve CFC-11 eşdeğeri ( $\text{kg CFC-11-eq}$ ) ile gösterilir.

\*Olumsuz Etkileri: Cilt kanseri, göz hastalıkları (katarakt), bağışıklık sisteminin zayıflaması ve tarım ürünlerinde verim kaybı.

## Yaygın Kullanılan Etki Kategorileri

### **Fotokimyasal Ozon Oluşumu (Smog) Potansiyeli (POCP)**

Sanayi ve taşıtlardan yayılan uçucu organik bileşikler (VOC) ve NO<sub>x</sub> güneş ışığı ile reaksiyona girerek zemin seviyesi ozon (smog) oluşturur. LOTOS Modeli ile değerlendirilir ve etilen eşdeğeri (kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-eq) ile ölçülür.

\* Olumsuz Etkileri: Solunum yolu hastalıkları (astım, bronşit), hava kalitesinin düşmesi, tarım verimliliğinin azalması ve şehirlerde görüş mesafesinin düşmesi.

### **Toksisite Potansiyeli (İnsan Toksisitesi, Eko-Toksisite)**

Ağır metaller ve zararlı kimyasallar, hem insan sağlığına hem de ekosistemlere zarar verir. USEtox Modeli kullanılarak hesaplanır ve kg 1,4-DCB eşdeğeri (dichlorobenzene) olarak ifade edilir.

\* Olumsuz Etkileri: Kanser riski, doğum kusurları, hormonal bozukluklar, su ve toprak kirliliği, biyoçeşitliliğin azalması.

### **Fosil Kaynak Tükenmesi (Fossil Resource Depletion)**

Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların hızla tükenmesi, enerji güvenliği ve çevre açısından risk oluşturur. CML-IA Modeli kullanılarak hesaplanır ve kg petrol eşdeğeri ile ifade edilir.

\*Olumsuz Etkileri: Enerji fiyatlarının artması, ekonomik krizler, yenilenemeyen kaynakların azalması ve iklim değişikliğinin hızlanması.

### **Su Kullanımı ve Kıtılığı (Water Use and Scarcity)**

Sanayi, tarım ve evsel kullanım için tüketilen su miktarı, su kaynaklarının tükenmesine ve bölgesel kıtlıklara neden olabilir. AWARE Modeli kullanılarak hesaplanır ve m<sup>3</sup> su tüketimi olarak ölçülür.

\*Olumsuz Etkileri: Kuraklık, tarımsal üretimin azalması, içme suyu kıtlığı, ekosistemlerin bozulması ve su savaşları riskinin artması.



# Elektrikli Araç Bataryalarının Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi:

- Amaçlanan Uygulama: Elektrikli araçlarda kullanılan lityum-iyon bataryaların üretim ve kullanım süreçlerindeki çevresel etkileri analiz etmek.
- Çalışmanın Yürütülme Sebepleri: Elektrikli araçların çevresel avantajlarını ve potansiyel olumsuz etkilerini daha iyi anlamak, batarya üretim süreçlerini iyileştirmek.
- Sonuçların Ulaştırılması İstenen Hedef Kitle: Otomotiv üreticileri, batarya üreticileri, çevre politikası yapımcıları ve sürdürülebilirlik araştırmacıları.
- Sonuçların Kamuoyuna Açıklanması: Elde edilen sonuçlar, kamuoyuna açıklanarak elektrikli araçların çevresel performansı hakkında bilgilendirme yapılacaktır.





# Bina Yalıtım Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

- Amaçlanan Uygulama: Farklı yalıtım malzemelerinin (örneğin, cam yünü, taş yünü, poliüretan köpük) yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini karşılaştırmak.
- Çalışmanın Yürütülme Sebepleri: Enerji verimliliğini artırmak ve binaların karbon ayak izini azaltmak için en uygun yalıtım malzemesini belirlemek.
- Sonuçların Ulaştırılması İstenen Hedef Kitle: Mimarlar, inşaat mühendisleri, bina sahipleri ve inşaat malzemesi üreticileri.
- Sonuçların Kamuoyuna Açıklanması: Sonuçlar, sektörel raporlar ve konferanslar aracılığıyla paylaşılacak, ancak doğrudan kamuya yönelik karşılaştırmalı beyanlarda kullanılmayacaktır.





# Tekstil Ürünlerinin Su Ayak İzinin Değerlendirilmesi

- Amaçlanan Uygulama: Pamuklu ve sentetik kumaşlardan üretilen giysilerin su tüketimi ve su kirliliği üzerindeki etkilerini analiz etmek.
- Çalışmanın Yürütülme Sebepleri: Tekstil endüstrisindeki su kullanımını optimize etmek ve su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak.
- Sonuçların Ulaştırılması İstenen Hedef Kitle: Tekstil üreticileri, perakendeciler, çevre sivil toplum kuruluşları ve su yönetimi uzmanları.
- Sonuçların Kamuoyuna Açıklanması: Elde edilen bulgular, kamuoyuna açıklanacak ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi amacıyla kullanılacaktır.



# Ambalaj Seçeneklerinin Karşılaştırmalı Çevresel Değerlendirmesi

- Amaçlanan Uygulama: Plastik, cam ve alüminyum ambalajların çevresel etkilerini karşılaştırarak en sürdürülebilir seçeneği belirlemek.
- Çalışmanın Yürütülme Sebepleri: Ambalaj atıklarını azaltmak ve geri dönüşüm oranlarını artırmak için en uygun malzemeyi seçmek.
- Sonuçların Ulaştırılması İstenen Hedef Kitle: Gıda ve içecek üreticileri, ambalaj tasarımcıları ve çevre düzenleyici kurumlar.
- Sonuçların Kamuoyuna Açıklanması: Sonuçlar, kamuoyuna açıklanacak ve tüketicilere ambalaj seçimlerinde rehberlik etmek için kullanılacaktır.



# Tarım Uygulamalarının Toprak Sağlığı Üzerindeki Etkileri:

- Amaçlanan Uygulama: Organik ve konvansiyonel tarım yöntemlerinin toprak kalitesi ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerini karşılaştırmak.
- Çalışmanın Yürütülme Sebepleri: Sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etmek ve toprak sağlığını korumak.
- Sonuçların Ulaştırılması İstenen Hedef Kitle: Çiftçiler, tarım politikası yapıcıları, çevre bilimcileri ve tarım danışmanları.
- Sonuçların Kamuoyuna Açıklanması: Bulgular, kamuoyuna açıklanacak ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesini teşvik etmek için kullanılacaktır.

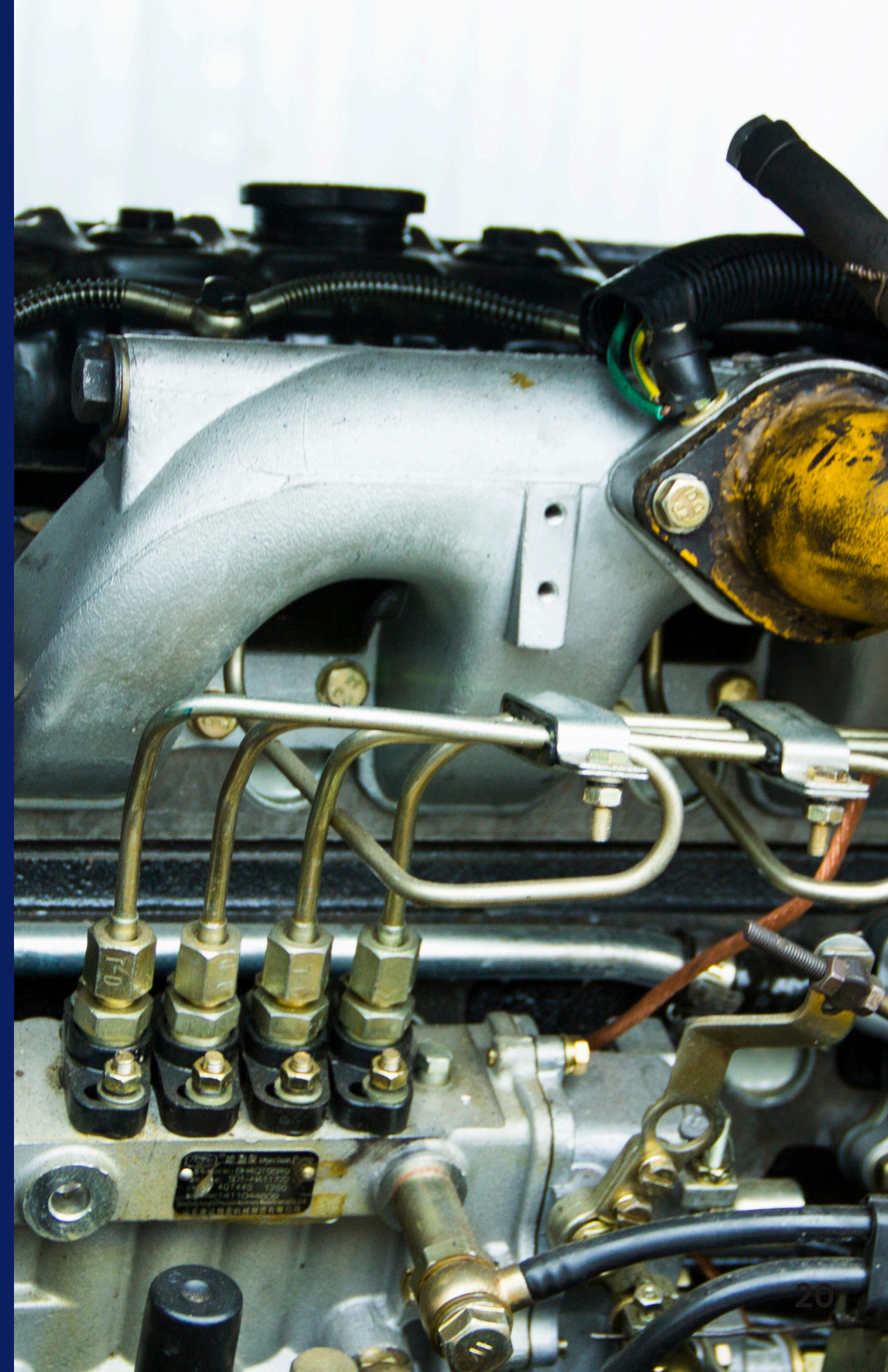




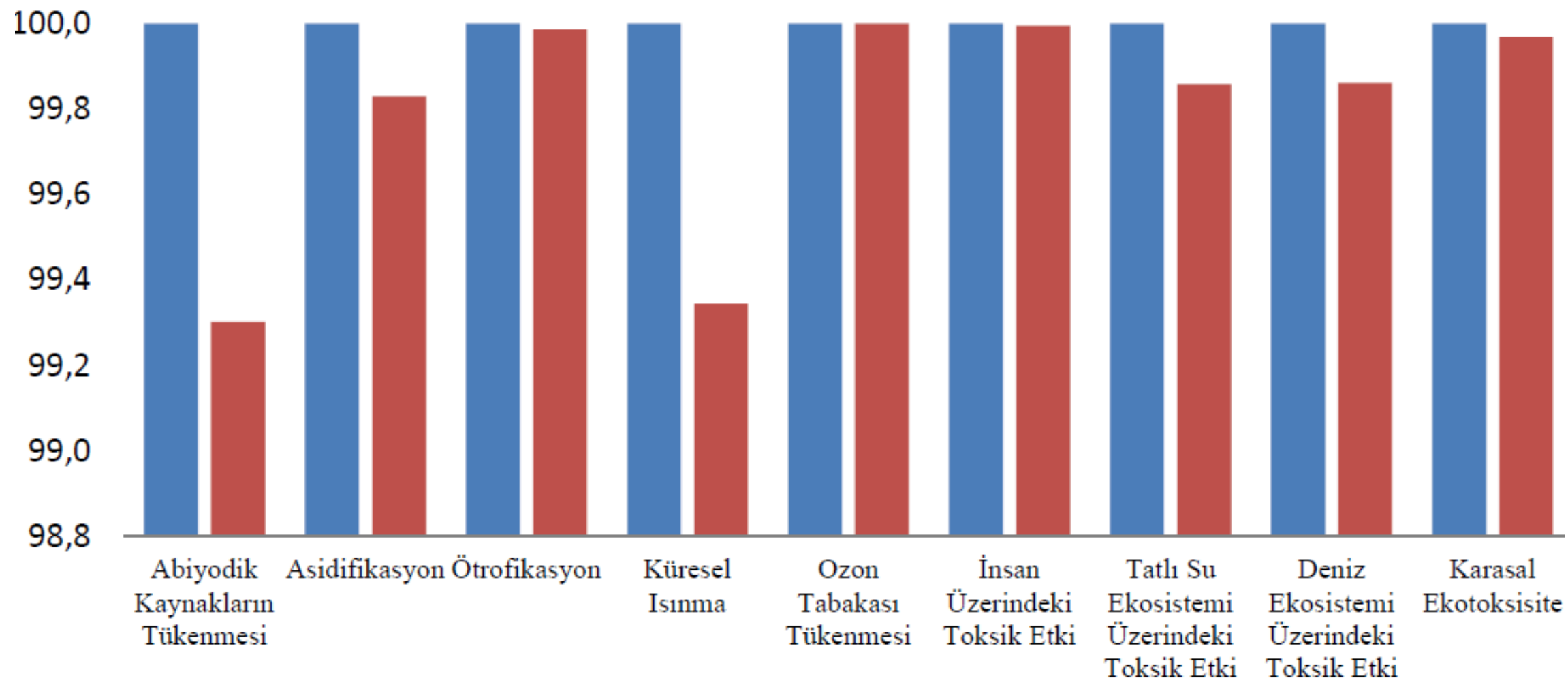
## Fırın sıcaklığının düşürülmesi

Temiz üretim çalışmalarında öncelikle mevcut kullanılan doğalgaz enerjisinin azaltılmasına çalışılmıştır. 222 0C ye ayarlanmış olan boyahane kurlenme fırının sıcaklık değeri 215 0C ye kadar düşürülmüştür. Bu düşüşün elektrostatik toz boyanın kurlenmesine dolayısıyla ürün kalitesine etki etmediği yapılan Tg analizleri ile doğrulanmıştır.

- Kurlenme fırınındaki 7 0C'lik düşüşün doğalgaz tüketiminde % 3 lük bir azalmaya neden olduğu hesaplanmıştır.
- Temiz üretim çerçevesinde gerçekleştirilen bu azalmanın etkisiyle küresel ısınma etki kategorisi için 2,70 kg CO2 eşdeğerine sahip olan boyahane süreci 2,68 kg CO2 eşdeğerine düşmüştür
- Bu düşüşün en büyük nedeni doğalgaz tüketimine bağlı olarak fosil CO2 kaynağında 0,01 kg CO2 eşdeğeri azalma gözlenmesidir. Boyahane sürecinin tamamında gözlenen 0,02 kg CO2 eşdeğerlik azalma yıllık koltuk üretimidüşünüldüğünde 633,6 kg CO2 eşdeğerine tekabül etmektedir.
- Enerji kullanımındaki en küçük iyileştirmenin dahi çevresel yükün yüksek oranda azalmasına neden olduğu bu sayede bir kez daha doğrulanmıştır.







Etki Kategorisi	Birim	222 °C deki Fırın için	215 °C deki Fırın için
Asidifikasyon	kg SO <sub>2</sub> eq	0,1041	0,1039
Ötrofikasyon	kg PO <sub>4</sub> --- eq	0,0157	0,0157
Küresel Isınma	kg CO <sub>2</sub> eq	2,6950	2,6774
Ozon Tabakası Tükenmesi	kg CFC-11 eq	2,99E-7	2,99E-7
İnsan Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	9,6179	9,6175
Tatlı Su Ekosistemi Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	1,2422	1,2405
Deniz Ekosistemi Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	4,5499	4,5436
Karasal Ekotoksosite	kg 1,4-DB eq	0,0004	0,0004



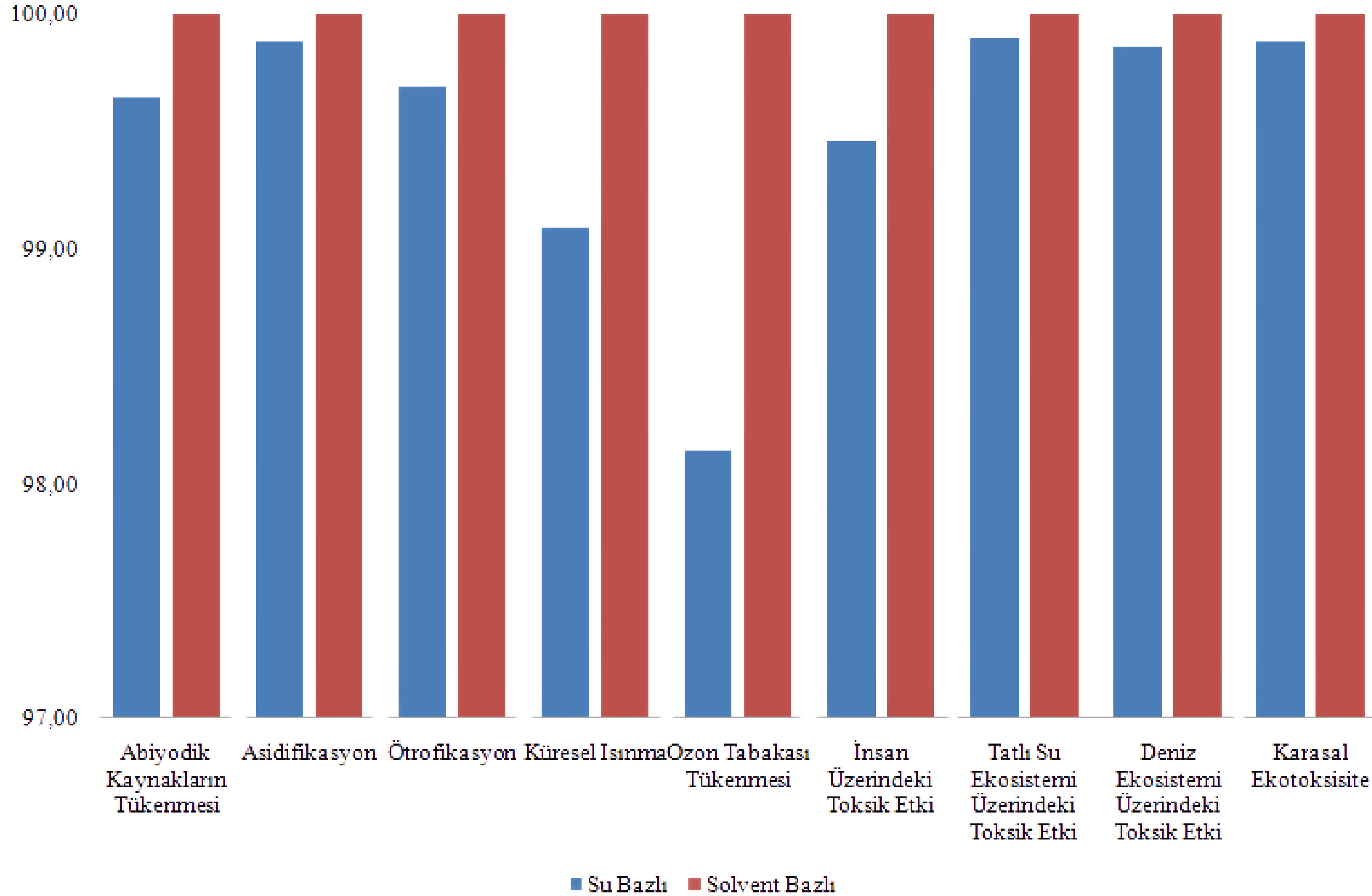
## Su Bazlı Kalıp Ayırıcı Kullanılması

Süngerhane bölümünde kullanılan solvent içerikli kalıp ayırıcı yerine su bazlı kalıp ayırıcı kullanımı çevresel yükün azaltılması için yapılan bir diğer çalışmadır. Alternatif olarak yapılan bu çalışma ile 16,62 kg CO2 eşdeğerine sahip olan süngerhane süreci 16,47 kg CO2 eşdeğerine düşürülmüştür (Şekil 4.24). 0,15 kg CO2 eşdeğerlik bu düşüş yıllık koltuk üretimi düşünüldüğünde 4.752 kg CO2 eşdeğerine tekabül etmektedir. Bu düşüşün en büyük nedeni kullanılan kalıp ayırıcıya bağlı olarak CO2 kaynağında 0,114 kg CO2 eşdeğeri azalma gözlenmesidir.

Etki Kategorisi	Birim	Solvent	Su Bazlı
Abiyodik Kaynakların Tükenmesi	kg Sb eq	0,2677	0,2687
Asidifikasyon	kg SO2 eq	0,1935	0,1938
Ötrofikasyon	kg PO4--- eq	0,0192	0,0192
Küresel Isınma	kg CO2 eq	16,4767	16,6278
Ozon Tabakası Tükenmesi	kg CFC-11 eq	4,26E-7	4,34E-7
İnsan Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	2,9188	2,9348
Tatlı Su Ekosistemi Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	9,9541	9,9641
Deniz Ekosistemi Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	35,7005	35,7515
Karasal Ekotoksisite	kg 1,4-DB eq	0,0087	0,0087







Süngerhane sürecinde su bazlı kalıp ayırıcıya geçilmesi ile en yüksek yüzdesel azalmanın  $8,0E-8$  kg CFC-11 eşdeğeri ile ozon tabakası tükenmesi etki kategorisinde olduğu gözlenmiştir.

Buna neden olan ise heptan kullanımının ortadan kalkması ile metan, bromotrifloro-,Halon 1301 etkisinin  $7,23E-9$  kg CFC-11 eşdeğeri azalma göstermesidir. Karasal ekotoksisite ve asidifikasyon etki kategorilerinin su bazlı kalıp ayırıcı kullanılmasından çok fazla etkilenmediği tespit edilmiştir

## Plastik Gövde Kullanımı

Oluşan evresel etkinin en büyük kaynaklarından biri olan elik alaşım kullanımı ve buna bağlı elektrik enerjisinin azaltılması için elik yerine plastik malzeme içeren kompozitlerin kullanılması önerilmektedir. Plastik malzeme kullanım miktarının elik alaşıma göre daha düşük olacağı için azalmanın etkisi yükselecektir.

Yazılım programında yer alan veri tabanı değerlerine göre elik alaşımı yerine PP plastik tabanlı kompozitlerin kullanılması küresel ısınma etkisindeki 105,88 kg CO2 eşdeğerini 47,66 kg CO2 eşdeğerine kadar düşürmektedir. Bu düşüşle % 54,98 oranında iyileştirme sağlanılmaktadır.

Bunun en büyük nedeni; elik kullanımına bağlı olarak talaşlı imalat, kaynakhane ve boyahane süreçlerinin enerji gereksinimleri ile birlikte ortadan kalkmasıdır.

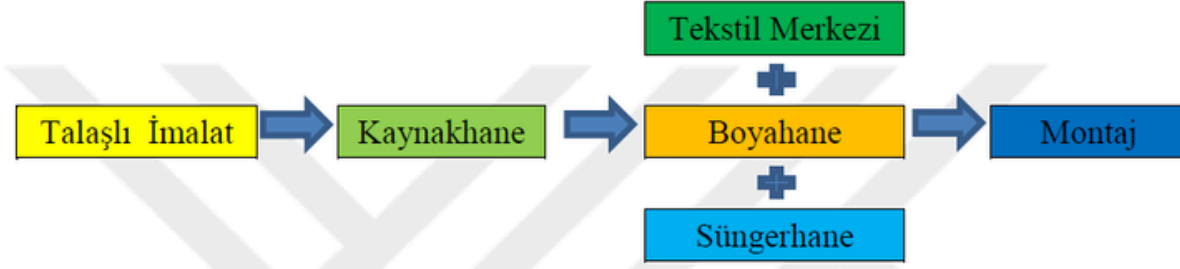
Bu süreçlerin yerini alan plastik üretim süreci çevresel etkinin büyük oranda azalmasına neden olmuştur. elik alaşım yerine plastik malzeme kullanımı ile süreçlerin akış şeması şekil 4.25'de belirtilen durumdan şekil 4.26 de belirtilen duruma gelmektedir.

Yıllık koltuk üretim miktarı göz önüne alındığında alternatif olarak düşünülen plastik gövde kullanımı ile küresel ısınma değeri 1.509.868 kg CO2 eşdeğerine düşmektedir. Yıllık 1.844.410 kg CO2 eşdeğeri bu azalma ile % 54,98 oranında iyileştirme sağlanması mümkün olduğu saptanmıştır.

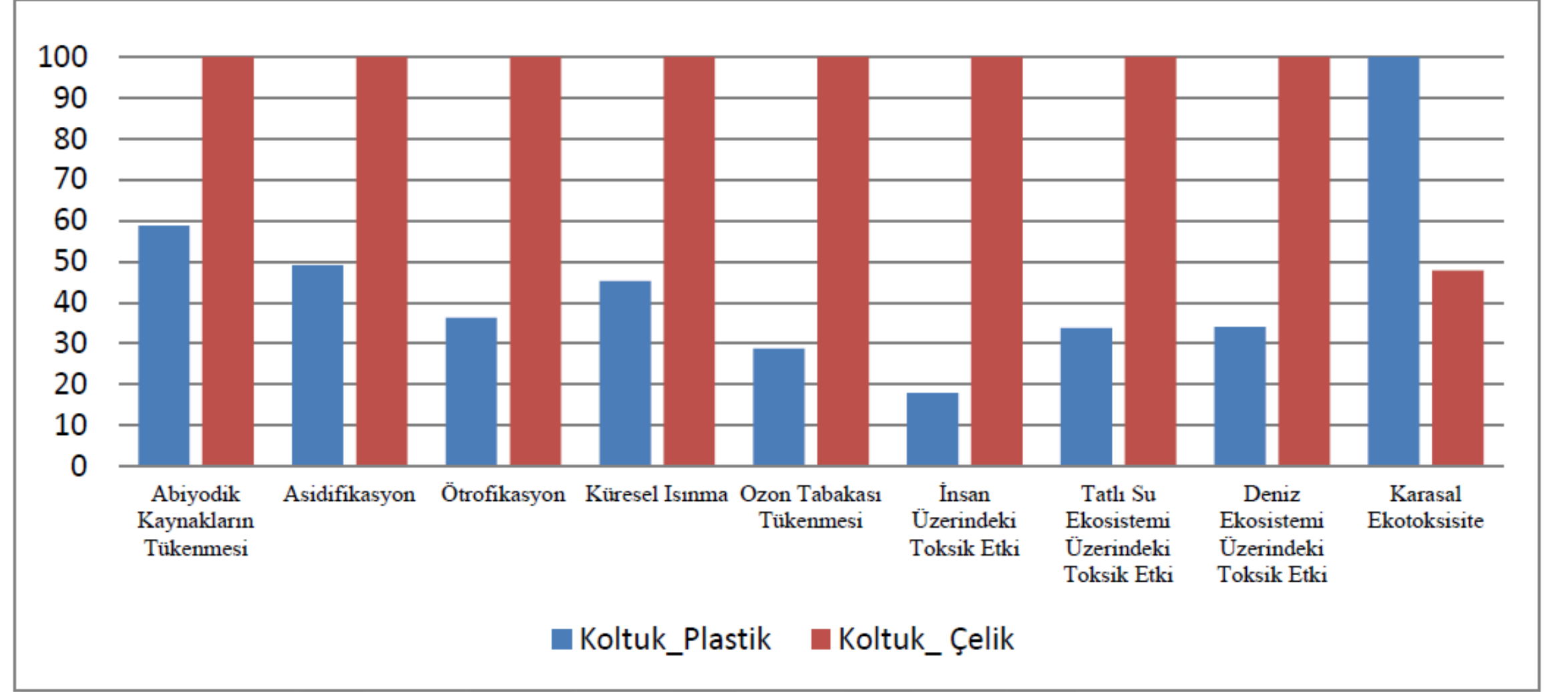
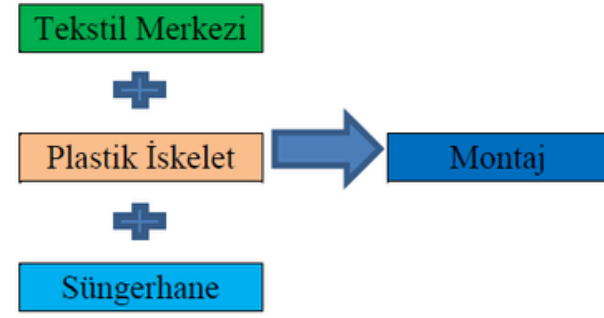




Şekil 4.25 Çelik alaşım iskeletli koltuk üretimi



Şekil 4.26 Plastik iskeletli koltuk üretimi



Etki Kategorisi	Birim	Plastik Kullanımı	Çelik Kullanımı
Abiyodik Kaynakların Tükenmesi	kg Sb eq	0,5434	0,9237
Asidifikasyon	kg SO <sub>2</sub> eq	0,3580	0,7284
Ötrofikasyon	kg PO <sub>4</sub> --- eq	0,0854	0,2349
Küresel Isınma	kg CO <sub>2</sub> eq	47,66	105,88
Ozon Tabakası Tükenmesi	kg CFC-11 eq	1,57E-6	5,47E-6
İnsan Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	45,3500	254,3580
Tatlı Su Ekosistemi Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	26,7022	79,0262
Deniz Ekosistemi Üzerindeki Toksik Etki	kg 1,4-DB eq	95,4057	280,0720
Karasal Ekotoksosite	kg 1,4-DB eq	0,0113	0,0054



## PAMUKLU VE EKO TSHIRT

Senaryo	A	B	C	D
Ürün	Konvansiyonel Tişört	Eko Tişört	Eko Tişört	Eko Tişört
Ağırlık (kg)	0,2	0,2	0,2	0,2
Adet	1,000	1,000	1,000	1,000
Toplam kütle kaybı (%)	25,93	25,93	25,93	25,93
Hammadde	Konvansiyonel Pamuk	Organik Pamuk	Organik Pamuk	Organik Pamuk
Ürün verimliliği (%)	100	100	75	50
Yaş Terbiye	Konvansiyonel ağartma	Yeşil boyama reçetesi	Yeşil boyama reçetesi	Yeşil boyama reçetesi

**Tablo 2.** Konvansiyonel ve Eko Tişörtün Kimyasal, Enerji ve Su Tüketim Değerleri.

Proses	Alt Proses	Kimyasal Tüketimi (kg/kg tekstil)		Enerji Tüketimi (MJ/kg tekstil)		Su Tüketimi (L/kg tekstil)	
		I	II	I	II	I	II
Hazırlama	Ağartma	0,118	0,023	8,34	3,21	50	20
Renklendirme	Boyama	0,95	0,95	1,86	1,86	10	10
	Yıkama	0,02	0,02	12,63	7,84	80	50
Terbiye	Yumuşatma	0,04	0,04	0,57	0,57	10	10
	Kurutma	-	-	1,80	1,80	-	-
Toplam		1,128	1,033	25,20	15,28	150	90

I: Konvansiyonel Tişört, II: Eko Tişört

Genel olarak, tekstil ürünlerinin sürdürülebilirliğini artırmak için üretim, enerji tüketimi ve tarımsal girdilerde yapılan değişiklikler kritik rol oynuyor. Özellikle çiftçilerin desteklenmesi ve organik tarıma geçişin teşvik edilmesi uzun vadede büyük faydalar sağlayacaktır.

- Yaşam Döngüsü Müdahaleleri Sürdürülebilirliği Artırıyor
  - Üretim sürecinde yapılan çeşitli müdahaleler, ürünün sürdürülebilirliğini artırıyor.
  - Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı çevresel performansı iyileştiriyor.
- Kimyasal Gübre Kullanımının Azaltılması Önemli
  - Kimyasal gübrelerin azaltılması, özellikle Asidifikasyon ve Ötrofikasyon (besin kirliliği) kategorilerinde çevresel etkileri önemli ölçüde azaltıyor.
- Elektrik Tüketiminin Azaltılması Kritik
  - Ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca elektrik tüketimi büyük bir çevresel etkiye sahip.
  - Kullanım aşamasında elektrik tasarrufu sağlanması, küresel ısınma potansiyelini (GWP) önemli ölçüde düşürüyor.
- Organik Tarıma Geçiş Kolay Değil, Destek Gerekli
  - Çiftçilerin organik tarıma geçişi, bilgi eksikliği ve finansal kaygılar nedeniyle zorlu bir süreç.
  - Verim düşüşü, çiftçilerin geçiş yapmasını engelleyen temel faktörlerden biri.
  - Destek mekanizmaları ve uzun vadeli planlar olmadan, çiftçilerin sürdürülebilir tarıma yönelmesi zorlaşıyor.
- Pamuk Üretiminde Kimyasal Tarım Uygulamaları Çevresel Etkileri Artırıyor
  - Pestisit ve kimyasal gübre kullanımı, toprak ve su kaynakları üzerinde ciddi çevresel etkiler yaratıyor.
  - Organik tarım uygulamalarına geçiş, ancak uygun desteklerle mümkün olabilir.

# TEŞEKKÜRLER