



OTOMOTİV SANAYİİ DERNEĞİ
AUTOMOTIVE MANUFACTURERS ASSOCIATION

Türkiye Otomotiv Ana Sanayii Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Raporu

İÇİNDEKİLER

02	Yaşam Döngüsü Analizi (LCA)
04	Yaşam Döngüsü Analizi Aşamaları
05	Sistem Sınırları
06	Araç Yaşam Döngüsü Analizi Aşamaları
08	Türkiye’de Otomotiv Üretimi Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi
09	Ürün Tanımı
09	Fonksiyonel/Deklare Birim
09	Veri Tabanı ve Kullanılan Yazılım
10	Araç Üretimi ve Ürün Yaşam Döngüsü (LCA) Sistem Sınırları
10	Ürün Yaşam Döngüsü (LCA) Sonuçları & Değerlendirme
16	Yaşam Döngüsü Analizinde İncelenen Diğer Çevresel Etkiler
18	Elektrikli Araçlar ve Ürün Yaşam Döngüsü (LCA)
26	Ek I: Çevresel Göstergeler ve Tanımları

Bu rapor, otomotiv sanayinin çevresel etkilerinin beşikten kapıya araç dağıtımı dahil çevresel performansının Türkiye Otomotiv Ana Sanayii Sürdürülebilirlik Raporu'nda yer alması amacı ile yapılmış Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi çalışması ve elektrikli araçların ürün yaşam döngüsü analizini içerir.

YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ (LCA)

Yaşam döngüsü çalışması, bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsünün ve etkilerinin modellenmesidir ve “beşikten mezara” kadar olan yolculuğunun tüm aşamalarını içerir.

LCA, firmaların çevresel etkilerini kontrol altına almada **hangi noktalara odaklanması gerektiği ve bu alandaki yatırımlarını şekillendirmede iyi bir araçtır.**

Yaşam döngüsü analizi (LCA) bir ürün ve hizmetin beşikten mezara geçen tüm evrelerindeki kaynak, enerji ve tüm çevresel etkileri irdeleyerek değerlendiren ve bu etkileri kümülatif olarak ortaya koyan bilimsel bir yaklaşımdır. Konvansiyonel çevresel etki değerlendirme araçlarında genellikle göz önünde bulundurulmayan ham madde eldesi, sevkiyat ve nihai bertaraf gibi aşamalar esnasındaki çevresel etkiler de LCA yöntemi ile göz önünde bulundurulur. Bu sayede ‘Ürün Sürdürülebilirliği ve Temiz Üretim’ çalışmalarının başlangıç noktası olarak LCA çalışmaları ile ürün geliştirme ve iyileştirme, pazarlama, karar verme ve stratejik planlara yön verir. LCA projeleri ISO 14040/44 ile tanımlanan standartlar çerçevesinde yapılır.

Kısacası LCA, firmaların çevresel etkilerini kontrol altına almada hangi noktalara odaklanması gerektiği ve bu alandaki yatırımlarını şekillendirmede iyi bir araçtır. Enerji, su ve kimyasal tüketimini hesaplayarak yeni ürün geliştirmede ve pazarlamada bir araç olarak kullanılabilir.

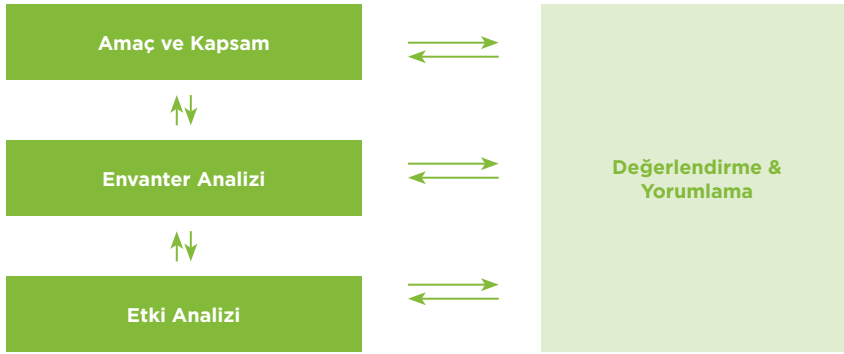
Otomotiv sanayisinin üretim kaynaklı çevresel etkilerinin beşikten mezara bütünsel olarak anlaşılabilmesi için LCA çalışmalarını önemsemekteyiz. Bu çalışma kapsamında ISO 14040/44 ile tanımlanan standartlar takip edilmekte olup SimaPro 9.0 yazılımı ve Ecoinvent 3.6 veri tabanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ AŞAMALARI

LCA, amaç ve kapsam, envanter analizi, etki analizi ve değerlendirme olmak üzere dört aşamadan oluşur.

ISO 14040/44 LCA Metodolojisi



LCA, amaç ve kapsam, envanter analizi, etki analizi ve değerlendirme olmak üzere dört aşamadan oluşur.

- **Amaç ve Kapsam:** Bu aşama LCA çalışmasının amaç, kapsam, detay ve sınırlarının belirlendiği aşama olarak tanımlanmaktadır.
- **Envanter Analizi:** Bu aşamada LCA çalışmasında sistem sınırları dahilinde kullanılan elektrik, su, ham madde gibi girdiler ve girdilere bağlı olarak çevresel emisyonlar belirlenmektedir.
- **Etki Analizi:** Bu aşamada envanter analizi kısmında belirlenen girdiler ile çevresel emisyonların canlılar üzerindeki olası etkileri değerlendirilir.
- **Değerlendirme:** Bu aşamada elde edilen sonuçlar değerlendirilir ve karşılaştırma sonucunda ürün, hizmet seçimi yapılır. Gerektiğinde geriye dönülerek amaç ve kapsam tekrar değerlendirilebilir.



SİSTEM SINIRLARI

Sistem sınırları ürünün veya hizmetin oluşumu sırasında tüm girdi ve çıktılar için tamamlanmış bir yaşam döngüsünün resmiidir.

Sistem sınırları ürünün veya hizmetin oluşumu sırasında tüm girdi ve çıktılar için tamamlanmış bir yaşam döngüsünün resmiidir. Sistem sınırları her LCA çalışması için farklılık göstermek ile birlikte amaç ve kapsam doğrultusunda belirlenir. Belirlenen sınır akış diyagramı içerisinde kullanılır. LCA çalışmalarında beşikten mezara, beşikten kapıya, kapıdan kapıya olmak üzere üç adet sistem sınırı tanımlanmaktadır. Sistem sınırları genel olarak aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

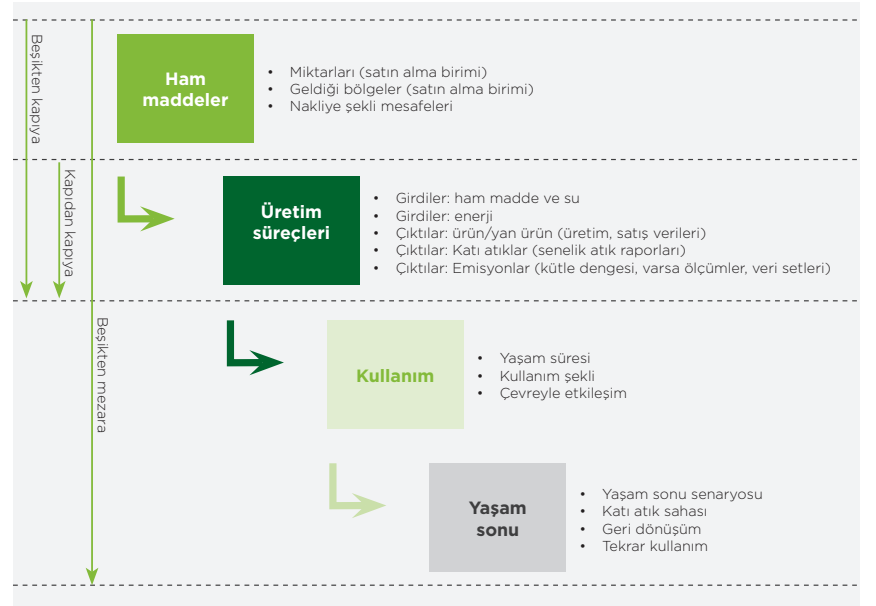
Beşikten Mezara: Beşikten mezara yaklaşımı, ham maddenin doğadan elde edilmesiyle başlayıp, üretim, kullanım süreçlerini de içerisine alarak, faydalı hizmet ömrünün sona erip, doğaya geri dönmesiyle biten süreci kapsamaktadır.

Beşikten Kapıya: Beşikten kapıya yaklaşımı, ham maddenin doğadan elde edilmesiyle başlayıp, hazırlanması, işlenmesi ve nihai malzemenin lojistiğini kapsar.

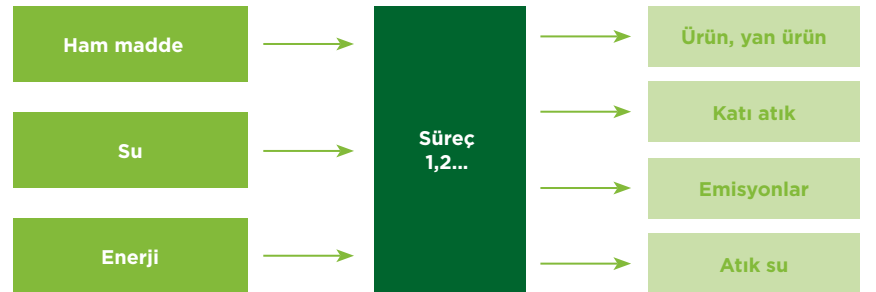
Kapıdan Kapıya: Kapıdan kapıya yaklaşımı, bir ürün veya hizmetin sadece üretim aşamasının kapsandığı yaklaşımdır.

Bir LCA çalışması yapılırken envanter olarak adlandırılan girdi ve çıktıların herhangi bir süreç özelinde kütle ve enerji dengesinin korunmasına dikkat edilmelidir. Herhangi bir üretim süreci sonunda bir ürün ya da yarı mamul elde edilirken birim ürün başına ham madde, su, enerji gibi kaynak girdileri yanında atık ve emisyonlar da oluşmaktadır. Bu gerçeğin üretim süreçleri özelinde modellenmesine dikkat edilmesi önemlidir.

LCA Aşamalarına Göre Sistem Sınırları ve Envanterler



LCA Aşamalarında Kütle-Enerji Dengesinin Korunması, Girdi-Çıktı Analizi



ARAÇ YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ AŞAMALARI

Araç yaşam döngüsü analizi aşamalarında ürün girdi malzemeleri, üretim, üretim öncesi ve sonrası lojistik, araç operasyonları ve yaşam sonu aşamaları öne çıkmaktadır.

Araç Üretimi Yaşam Döngüsü Analizi Aşamaları



Araç yaşam döngüsü analizi aşamalarında ürün girdi malzemeleri, üretim, üretim öncesi ve sonrası lojistik, araç operasyonları ve yaşam sonu aşamaları öne çıkmaktadır.

Ham Madde: Ham madde aşaması, üretimde kullanılan ham maddelerin elde edilmesi ve üretimini içerir. Çeliğin madenden çıkarılması işlenmesi, işlenen çeliğin otomotiv firmasına nakliyesi gibi süreçler bu aşamada yer almaktadır.

Ham Madde Nakliyesi: Nakliye aşaması, ham madde ve diğer malzemelerin tesise ulaştırılması ve malzemelerin tesis içinde üretime hazırlanması ile ilgili taşıma işlemlerini içermektedir. Ham maddelerin üreticiden üretim sahasına taşınması sürecindeki etkiler incelenmektedir.

Üretim: Üretim süreçleri, ilgili tüm etkilerle birlikte tesis içindeki tüm üretim faaliyetlerini içerir.

Ürün Nakliyesi: Nihai ürünün bayilere ve ihracat pazarlarına olan nakliyesini içerir.

Araç Operasyonları: Üretilen aracın kullanımı kaynaklı yakıt ya da enerji tüketimi, bakım ve onarım süreçleri gibi operasyonlar sonucunda ortaya çıkan çevresel etkilerinin değerlendirildiği adımdır.

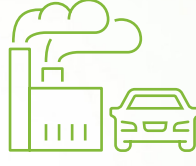
Yaşam Sonu: Yaşam sonu adımı ömrünü tamamlamış araçların ve parçaların bertarafı, geri dönüşümü kaynaklı etkilerin değerlendirildiği adımdır.

Literatür taraması yapıldığında; bir aracın yaşam döngüsü boyunca çevresel etkisi değerlendirildiğinde iklim değişikliği etkileri açısından en büyük etki araçların kullanım aşamasında oluşmaktadır. Hafif araçlarda doğrudan yanma kaynaklı karbon emisyonları oranı toplam değer yaklaşık %70'ine denk gelmektedir. Araç kullanım aşamasına, yakıtın üretimi de dahil edildiğinde toplam karbon emisyonlarının %80'i gibi bir kısmını oluşturmaktadır. Bu sonuç bize iklim değişikliği konusunda sanayimizin en fazla odaklanması gereken konulardan birisinin de ürün standartları olduğunu göstermektedir. Bu gerçeklik aslında sektörün son yıllarda elektrikli araç üretimine yönelmesinin de bir nedenidir. Fakat elektrikli araçlara geçiş olurken şebekeden kullanılan elektriğin karbon yoğunluğunun otomotiv emisyon azaltım stratejilerini belirleyeceği bir gerçektir. Elektrikli araçlar ve şebeke ilişkisi raporun "Elektrikli Araçlar ve Ürün Yaşam Döngüsü (LCA)" bölümünde değerlendirilmiştir.

LCA (Ürün Yaşam Döngüsü Değerlendirme) Bazlı Araç Emisyonları



Ham Madde Çıkartma



Malzeme, Aktarma
Organları ve Parça Üretimi



Araç Üretimi

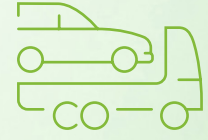
%15,4
Araç Üretimi



Yakıt Döngüsü



Aracın Kullanımı
(Egzoz Emisyonları)



Ömrünü Tamamlamış Araçlar
Geri Dönüşüm ve Bertaraf

%10,2
Yakıt Üretimi

%69,4
Egzoz Emisyonu

%5,0
Hurda

Otomobil Ürün Yaşam Döngüsü Karbon Ayak İzi Dağılımı¹ (World Auto Steel Life Cycle Assessment: Why is it Important? makalesinden yararlanılmıştır.)

Araç üreticilerinin üretim kaynaklı iklim değişikliği etkileri ise tedarik zinciri dahil olmak üzere %15 gibi bir oranla kullanım aşamasına göre daha düşük kalmaktadır. Literatür değerlendirmesindeki araç üretimi tanımı, ham maddenin çıkarılması, işlenmesi ve otomotiv tedarik zincirinde otomotiv parçalarının işlenmesi, işlenen parçaların nakliyesi ve son olarak otomotiv ana sanayisinde üretim aşamalarını içermektedir. Bu oranın içinde otomotiv ana sanayi tesislerinde araç üretimi kaynaklı iklim değişikliği etkisinin yaklaşık %1-5'lik kısma karşılık geldiği tahmin edilmektedir. Düşük etkilere rağmen üye üretici firmalarımız mevcut etkilerini azaltmak için üretim aşamasında kaynak ve enerji verimliliğinin önemini bilincinde faaliyetlerini sürdürmektedir.

Yine üreticilerimizi ilgilendiren yaşam sonu ürün bertarafı kaynaklı karbon ayak izi ise toplam araç emisyonunun %5 gibi küçük bir oranını kapsamaktadır. Ömrünü Tamamlamış Araçlar (ÖTA) Yönetmeliği üreticilerimiz ile birebir ilgili olduğundan bu yaşam döngüsü aşaması da aslında otomotiv üreticileri için önemlidir. Yönetmeliğin talep etmiş olduğu yüksek geri kazanım, geri dönüşüm ve yeniden kullanım oranlarından dolayı döngüsel ekonomiye olan katkısı nedeniyle de bu aşama önem arz etmektedir.

Düşük etkilere rağmen üye üretici firmalarımız mevcut etkilerini azaltmak için üretim aşamasında **kaynak ve enerji verimliliğinin önemini bilincinde faaliyetlerini sürdürmektedir.**

¹ Life Cycle Assessment: Why is it Important? - AHSS Guidelines (ahssinsights.org)

TÜRKİYE'DE OTOMOTİV ÜRETİMİ YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

Otomotiv sanayisinin çevresel etkilerinin daha iyi anlaşılması için LCA gibi bilim temelli bir değerlendirme ile ölçülmesi gerekmektedir.

Bu raporda otomotiv sanayi üretiminin yaklaşık %75'ini oluşturan hafif araçlar grubundaki ürünler için **ISO 14040/44 standartlarına uygun olarak üretim aşamalarını içeren bir LCA çalışması gerçekleştirilmiştir.**

Çevresel etkilerimizin ham maddenin çıkarılması, otomotiv sanayisinin çok katmanlı tedarik sanayisindeki üretimi, otomotiv üretim tesislerine gelinceye kadar lojistik süreci, üretim, üretim sonrası lojistiği, araçların kullanımı ve sonrasında ömrünü tamamlamış araçların ÖTA tesislerinde geri kazanımı gibi süreçlerinin bütünsel şekilde değerlendirilmesi oldukça karmaşık ve detaylı bir çalışma gerektirmektedir. Diğer taraftan otomotiv sanayisinin çevresel etkilerinin daha iyi anlaşılması için LCA gibi bilim temelli bir değerlendirme ile de ölçülmesi gerekmektedir. Bu amaçla, bu raporda otomotiv sanayi üretiminin yaklaşık %75'ini oluşturan hafif araçlar grubundaki ürünler için ISO 14040/44 standartlarına uygun olarak üretim aşamalarını içeren bir LCA çalışması gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, hafif araç sınıfında araç üretimi yapan 6 OSD üye firmasının üretim öncesi tedarikçilerinden almış oldukları ürün ve malzeme girdileri, bu girdilerin üretim tesislerine olan nakliyesi, üretimde kullanılmış oldukları enerji (elektrik, doğal gaz ve diğer), su gibi kaynak tüketimlerini, üretim kaynaklı Uçucu Organik Bileşenlerin (VOC) ve ürünlerin nihai müşterilere dağıtımını kaynaklı karbon ayak izi başta olmak üzere diğer çevresel etkilerin de bütüncül bir yaklaşımla hesaplanmasını içermektedir. Otomotiv sanayisinin tedarik zinciri çok katmanlı olduğu için bu çalışmada ürün üzerindeki malzeme (çelik, alüminyum, plastik vs.) kırılımının veri tabanları kullanılarak karbon ayak izi gibi çevresel performans hesabı değerlendirilmiştir.

Yapılan LCA değerlendirmesinin iklim değişikliği özelinde Karbon Ayak İzi sonuçları raporda grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu değerlendirmede üretime odaklanmak amacıyla araçların kullanım aşaması ve geri kazanım/bertarafı kapsam dışı tutulmuştur.

Neden CO₂e Olarak İfade Ediyoruz?

Küresel ısınma üzerindeki etki ve salınan miktarlara bakıldığında, farklı sera gazlarının (GHG) küresel ısınmaya etkisinin farklı olduğu görülmektedir. Her sera gazı farklı bir küresel ısınma potansiyeline (GWP) sahiptir ve atmosferde farklı bir süre boyunca varlığını sürdürür. Salınan miktar ve GWP potansiyeline bakıldığında CO₂ en yaygın gaz olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel ısınmaya sebep olan sera gazlarının karşılaştırılabilir olması için hepsi GWP göre katsayılar ile çarpılarak CO₂e olarak ifade edilmekle birlikte ISO 14064 standardı çerçevesinde hesaplanarak yayınlanır.

Ürün Tanımı

Bu çalışmada Türkiye'de hafif araç üretimi yapan 6 üye firmanın verileri kullanılmış olup, bu tesislerin üretimi Türkiye'deki toplam otomotiv üretiminin yaklaşık %75'ini temsil etmektedir.

Fonksiyonel/Deklare Birim

Bu LCA çalışmasında fonksiyonel birim yerine sadece üretim odaklı bir çalışma yapıldığından 1 ton hafif araç üzerinden hesaplama birimi tanımlanmıştır. Çalışmada verileri kullanılan firmaların ürettiği oldukları hafif araç ortalama ağırlığı 1,2 tondur.

Veri Tabanı ve Kullanılan Yazılım

Yapılan LCA çalışmasında SimaPro 9.0 LCA yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan birincil veriler için OSD üye firmalarından elde edilen veriler esas alınmıştır. İkincil veriler için Türkiye Yaşam Döngüsü Veri Tabanı (TLCID)¹ ve Ecoinvent 3.6² veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada CML LCA hesaplama yöntemi kullanılmıştır.

SimaPro Nedir?

SimaPro, profesyonellik, esneklik ve şeffaflık özellikleri ile Dünya'da güvenilir LCA sonuçları elde etmek için kullanımı en çok tercih edilen LCA yazılım programıdır. Sürdürülebilir ürün geliştirme ve sürdürülebilirlik hedeflerinizi tanımlama, analiz ve takip etmenize yardımcı olan SimaPro; uluslararası ve yerel birçok sanayi kuruluşu, danışmanlık şirketleri, akademi ve araştırma merkezleri tarafından 80'i aşkın ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır.

CML Hesaplama Yöntemi Nedir?

CML, Hollanda Leiden Üniversitesi Çevre Bilimleri Merkezi tarafından geliştirilmiş bir LCA ile hesaplama yöntemidir. Bu metot problemlerin çözümüne odaklı bir yaklaşım sergilemekle birlikte, EK I'de belirtmiş olunan çevresel etkileri kapsamaktadır.³

Yapılan LCA çalışmasında SimaPro 9.0 LCA yazılımı kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan birincil veriler için OSD üye firmalarından elde edilen veriler esas alınmıştır.

¹ TLCID | Turkish Life Cycle Inventory Database | Türkiye Yaşam Döngüsü Veri Tabanı, www.tlcid.org

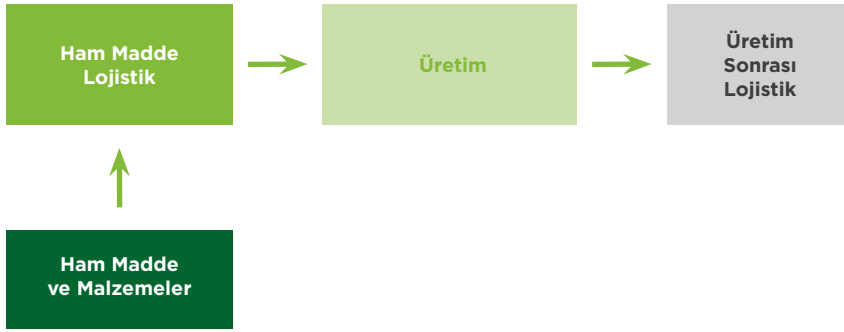
² <https://ecoinvent.org/>

³ <http://cml.leiden.edu/software/datacmlia.html>

TÜRKİYE'DE OTOMOTİV ÜRETİMİ YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

OSD adına yapılan LCA değerlendirmesinde ton ağırlık başına hafif araçlar için karbon ayak izi değeri 4.669 kg CO₂e olarak bulunmuştur.

OSD LCA Çalışması Kapsamı



Araç Üretimi ve Ürün Yaşam Döngüsü (LCA) Sistem Sınırları

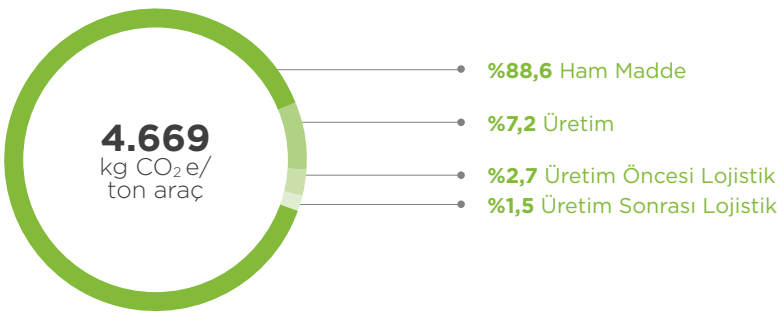
Bu LCA çalışması araç üretiminde kullanılan ham maddeleri, bu ham maddelerin üretimini, yarı mamulleri, bunların dönüştürülme işlemleri, üretim tesislerine lojistiği, üretim aşamalarındaki enerji ve su tüketimleri, nihai ürünün iç pazar ve dış pazarlara lojistiğini kapsamaktadır.

Ürün Yaşam Döngüsü (LCA) Sonuçları & Değerlendirme

OSD üyelerinden alınan veriler doğrultusunda OSD adına yapılan LCA değerlendirmesinde ton ağırlık başına hafif araçlar için karbon ayak izi değeri 4.669 kg CO₂e olarak bulunmuştur. OSD üreticilerinin hafif araçların ortalama ağırlığı 1,2 ton olduğu düşünülürse, bir adet hafif araç için fabrika çıkışı ve dağıtım dahil karbon ayak izi 5.603 kg CO₂e olarak bulunmuştur. Bu çalışmada sunulan bütün değerler, LCA deklarasyon birimi olarak kullanılan 1 ton araç ağırlığı için sunulmuştur.

Üretimde kullanılan malzemeler toplam emisyonun %88,6 gibi büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Araç üretiminde kullanılan malzemeler kaynaklı karbon ayak izi değeri ton hafif araç başına 4.136 kg CO₂e 'dir. Bu etkinin kullanılan malzemeler arasındaki dağılımı grafikte gösterilmiştir.

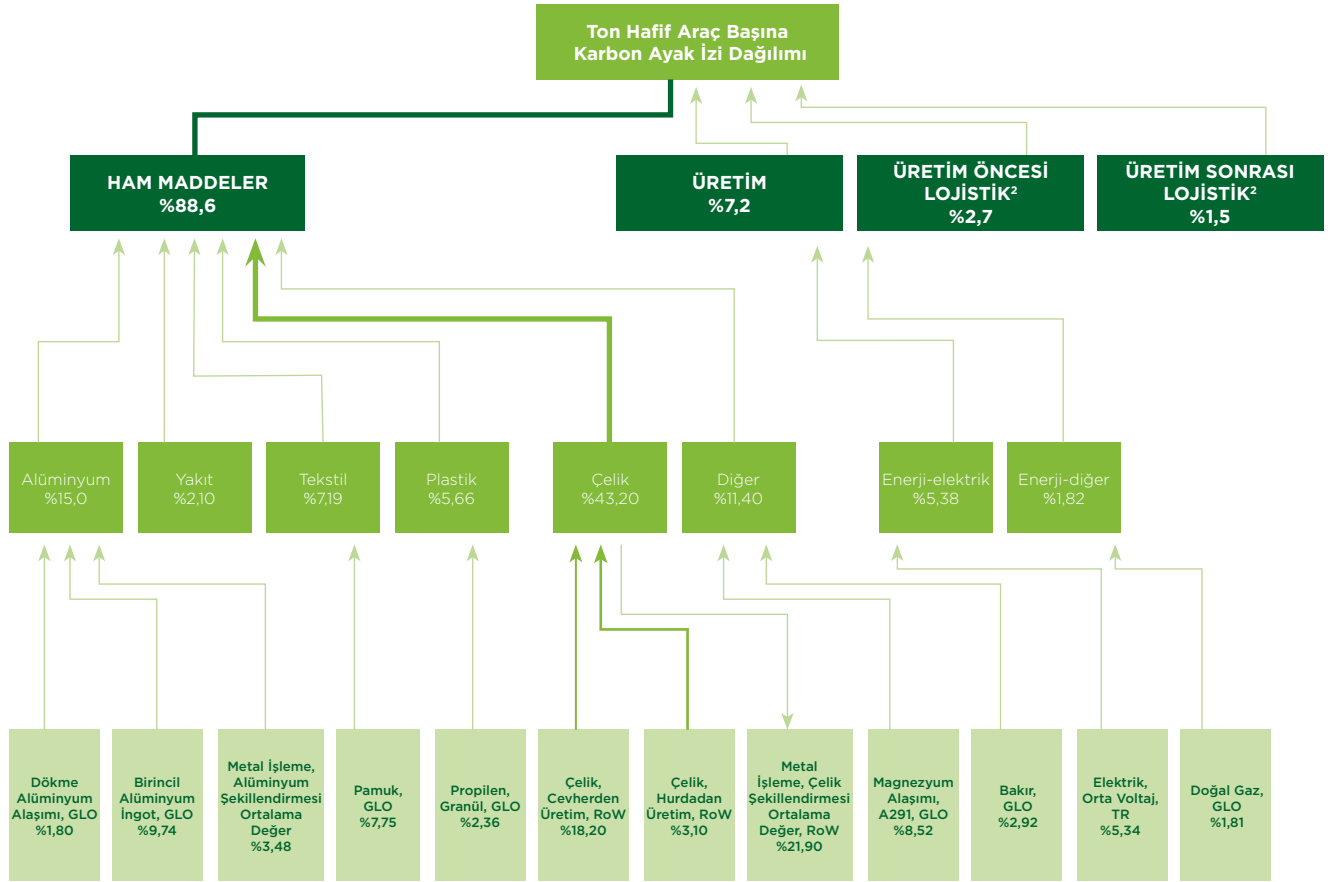
Türkiye'de ortalama hafif araç üretimi aşamalarına göre karbon ayak izi dağılımı ¹



(Bu çalışmada ürün kullanımı ve ürünün ömrünü tamamladıktan sonra geri kazanım/bertaraf süreci yer almamaktadır.)

¹ (SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting)
Not: Ton hafif araç başına karbon ayak izi dağılımı

Türkiye’de ortalama hafif araç üretiminde kullanılan ham maddelerin ton hafif araç başına karbon ayak izi ağacı¹



¹ (SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting)

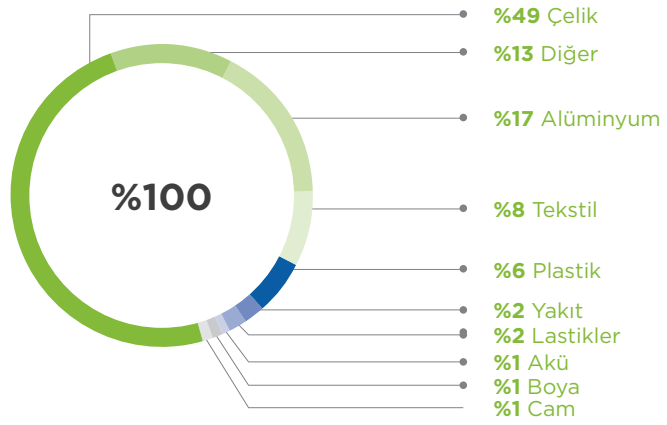
² Üretim Öncesi Lojistik ve Üretim Sonrası Lojistik detaylı kırılımı sayfa 16’da verilmiştir.

TÜRKİYE'DE OTOMOTİV ÜRETİMİ YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında AB'de 2030 yılında sıfır karbon çelik üretimine geçilmesi hedeflenmektedir.

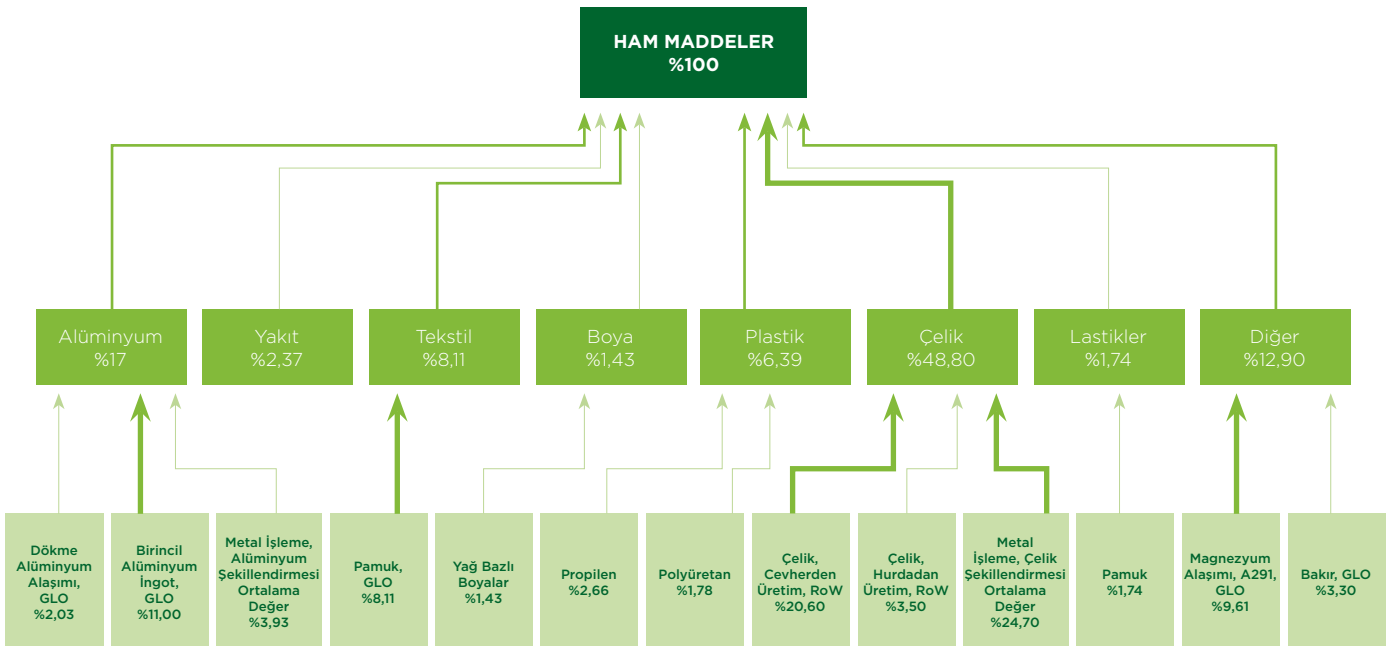
LCA çalışmamız sonucuna göre; üründe kullanılan malzemelerin karbon ayak izi dağılımına bakıldığında **%49 ile çelik üretimi en fazla paya sahiptir.**

Türkiye'de ortalama hafif araç üretiminde kullanılan ham maddelerin ton hafif araç başına karbon ayak izi dağılımı¹



¹ SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting

Türkiye'de ortalama hafif araç üretiminde ton hafif araç başına karbon ayak izi ağacı¹





Türkiye’de ortalama hafif araç üretiminde, araç başına karbon ayak izi ham madde bazında değerlendirildiğinde çelik ürünlerinin en fazla paya sahip olduğu görülmektedir. Avrupa Komisyonu’nun açıklamış olduğu Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında AB’de 2030 yılında sıfır karbon çelik üretimine geçileceği hedefi bulunmakta olup, bu çalışma çelik üretimindeki karbonsuzlaşmanın otomotiv ürün yaşam döngüsündeki karbon ayak izine önemli etkisinin olacağını işaret etmektedir. Malzeme kaynaklı karbon ayak izi değerlerinin içinde ham maddenin çıkartılması, üretim sahasına lojistiği ve yarı mamule ya da ürüne dönüştürülmesi süreçleri de dahildir.

Çelik kullanımı kaynaklı emisyonlar, araçlarda kullanılan yassı çelik üretiminin demir cevherinden (birincil - BOF) ya da hurdadan (ikincil - EAO) yapılmasına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Elektrik ark fırınlarında demir hurdalarının ergitilmesi ile elde edilen çelik üretimi kaynaklı emisyonlar, cevherden üretim olarak bilinen birincil üretim ile üretilmiş çeliğe göre çok daha az emisyonu sahiptir.

Türkiye’de üretilen çeliğin yaklaşık %70’i ikincil çelik üretiminden oluşturmakta olup, toplam çelik üretiminin yaklaşık %40’ı yassı mamullerden oluşmaktadır. Gelişen teknolojiler ve artan regülatif zorunluluklar ile birlikte otomotiv sanayinin yassı çelik ürünlerinden beklediği kalite ve teknik özellikler zaman içinde çok yüksek standartlara ulaşmıştır. Otomotiv sanayiinin beklediği kalite ve özellikte yassı çelik ürünlerinin tamamının yurt içinden sağlanabileceği bir kapasitenin ülkemizde henüz tesis edilmediği sektörün ithalat rakamlarında kendini göstermektedir.

Bu çerçevede, ülkemiz çelik üretiminin kapasite yatırımları, Ar-Ge çalışmaları ve üretimde karbon azaltımı odağında yapılacak yatırımlar ile otomotiv sanayiinin ihtiyaç duyduğu miktar ve kalitede yüksek mukavemetli yassı çeliği düşük karbon ile üretimini sağlaması otomotiv sanayiinin rekabetçiliğinin sürdürülmesinde büyük önem taşıyacaktır.

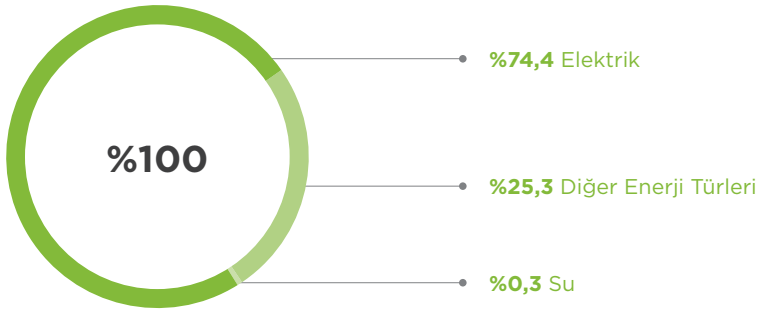
Çelik üretiminde kapasite yatırımları, Ar-Ge çalışmaları ve üretimde karbon azaltımı odağında yapılacak yatırımlar büyük önem taşıyor.

¹ <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/Demir%C3%87elikSekt%C3%B6rRaporu2020.pdf>
DemirÇelikSektörRaporu2020.pdf

TÜRKİYE'DE OTOMOTİV ÜRETİMİ YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

LCA çalışmamıza göre üretim öncesi lojistik karbon ayak izi %2,7, üretim sonrası lojistik %1,5 olarak hesaplanmıştır.

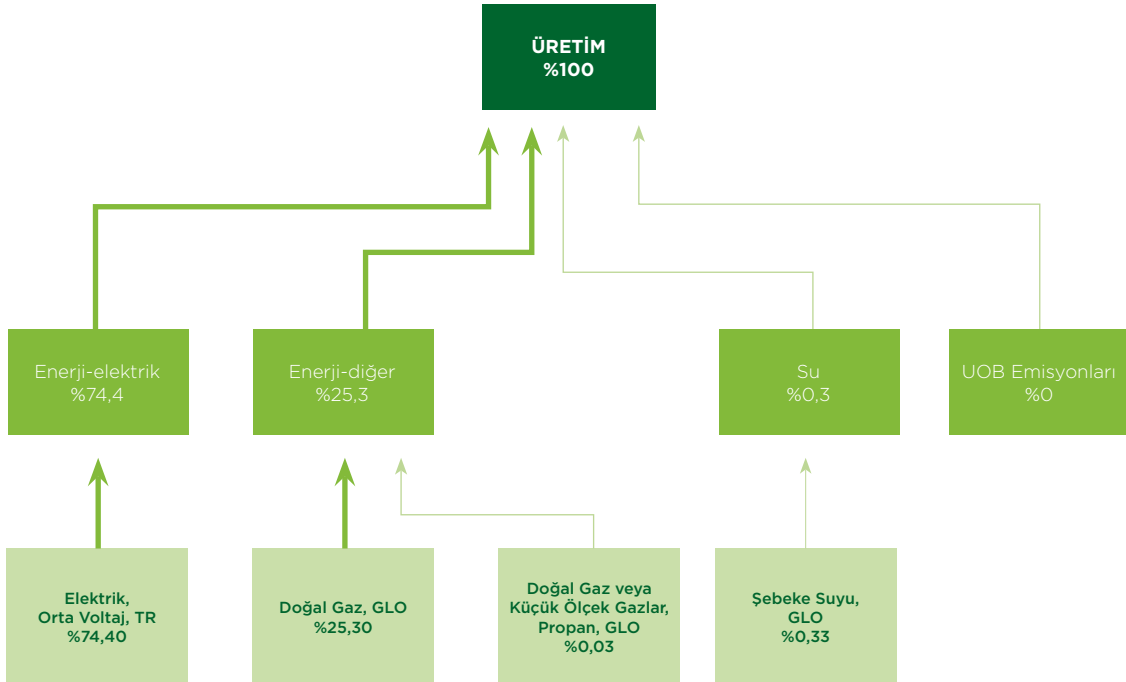
Türkiye'de ortalama hafif araç üretim aşamalarındaki kaynak kullanımına göre karbon ayak izi dağılımı ton hafif araç başına karbon ayak izi dağılımı¹



¹ SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting

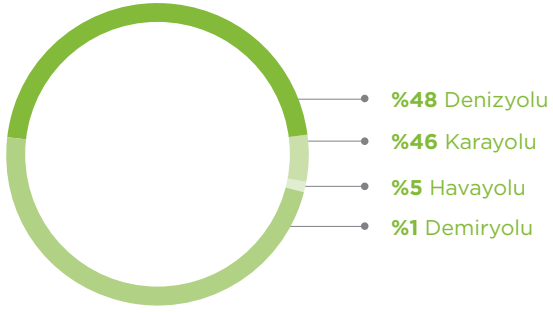
OSD LCA çalışmasına göre Türkiye'de üretilen hafif araçların üretim öncesi lojistiği payı %2,7, üretim sonrası lojistiği %1,5 olarak hesaplanmıştır. Üretim öncesi ve sonrası lojistik modları dağılımı ve buna bağlı sera gazları dağılımları grafiklerde verilmiştir. Lojistik kaynaklı emisyonların düşük olmasının sebeplerinden biri de ham madde ve malzemelerin satın alınmasında ve nihai ürünlerin dağıtımında kullanılan lojistik seçeneklerinde deniz yolunun yüksek bir oran teşkil etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Türkiye'de ortalama hafif araç üretiminde ton hafif araç başına karbon ayak izi ağacı¹

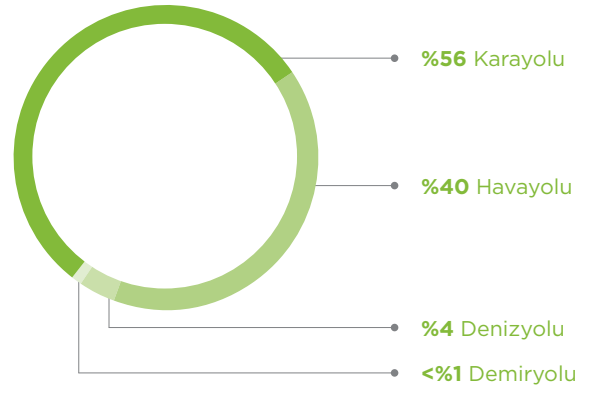


¹ (SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting)

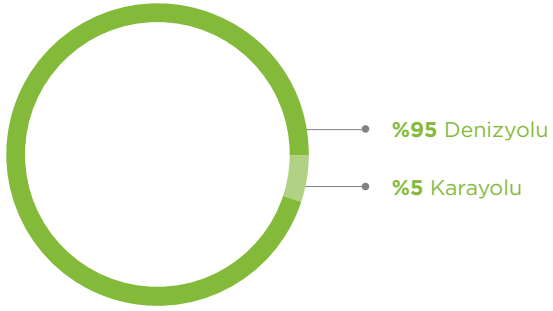
Üretim Öncesi Lojistik Dağılımı (tkm)



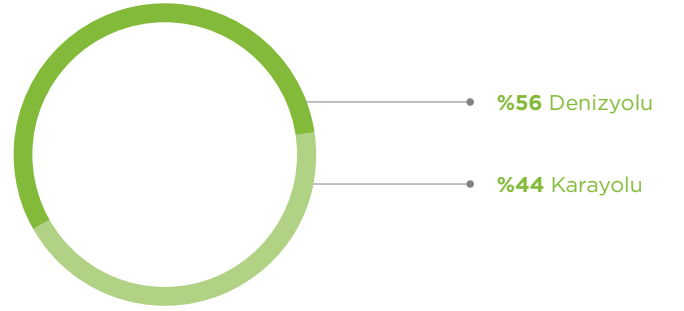
Üretim Öncesi Lojistik Karbon Ayak İzi Dağılımı (CO₂ e)



Üretim Sonrası Lojistik Dağılımı (tkm)



Üretim Sonrası Lojistik Karbon Ayak İzi Dağılımı (CO₂ e)



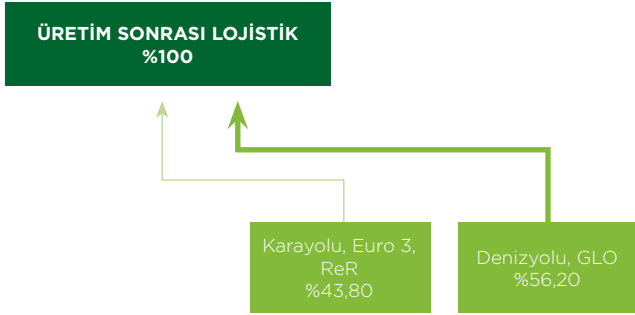
TÜRKİYE'DE OTOMOTİV ÜRETİMİ YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

Nakliye türlerine göre birim ağırlık başına düşen karbon ayak izi en düşük olan taşımacılık modu denizyoludur.

Türkiye'de ortalama hafif araç üretiminde üretim öncesi ton hafif araç başına lojistik karbon ayak izi ağacı
(SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting)



Türkiye'de ortalama hafif araç üretiminde üretim sonrası ton hafif araç başına lojistik karbon ayak izi ağacı (SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting)



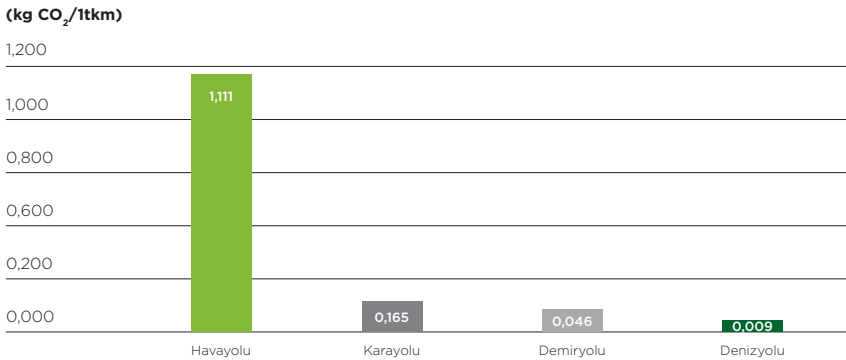
Nakliye türlerine göre birim ağırlık başına düşen karbon ayak izi en düşük olan taşımacılık modu denizyoludur. Demiryolu, karayolu ve havayolu taşımacılığı sırası ile birim ağırlık başına en yüksek emisyonlara sebep olan lojistik seçenekleridir.

Yaşam Döngüsü Analizinde İncelenen Diğer Çevresel Etkiler

İklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının günümüzde popüler bir etki olarak ortaya çıkmasına karşılık asidifikasyon, ötrofikasyon gibi çevresel birçok etki de bulunmaktadır. Sera gazları dışında, incelenen çevresel etkiler grafikte detaylı olarak açıklanmaktadır.

Çalışmada incelenen diğer çevresel etkilerin tanımları ile ilgili detaylı bilgiye Ek I'den ulaşabilirsiniz.

Farklı Nakliye Türlerinin Bir tkm Başına Karşılaştırmalı Ayak İzi¹

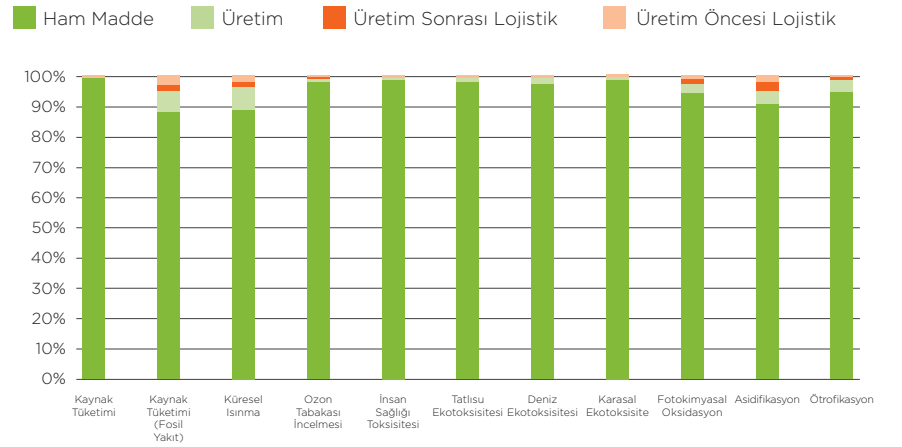


¹ SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting

Küresel Isınma Potansiyeli yanında diğer çevresel etkilere bakıldığında yoğun bir şekilde ham madde ve malzeme kaynaklı etkilerin baskın olduğunu görüyoruz.

Özellikle kaynak tüketimi çevresel etkisine bakıldığında 1 ton araç için %99 üzerinde ham madde kaynaklıdır. İklim değişikliğinde olduğu gibi araç üretiminde kullanılan ham madde ve malzemeler kaynaklı diğer çevresel etkiler de %90 üzerinde bir etki yapmaktadırlar. Bu bağlamda üretim kaynaklı etkiler çok düşük kalmaktadır. Üretim kaynaklı etkilere bakıldığında fosil yakıt kaynaklı kaynak tüketimi, küresel ısınma, asidifikasyon ve ötrofikasyon ön plana çıkmaktadır.

Türkiye’de ortalama hafif araç üretimi aşamalarına göre karbon ayak izi dahil diğer çevresel etkilerin dağılımı¹



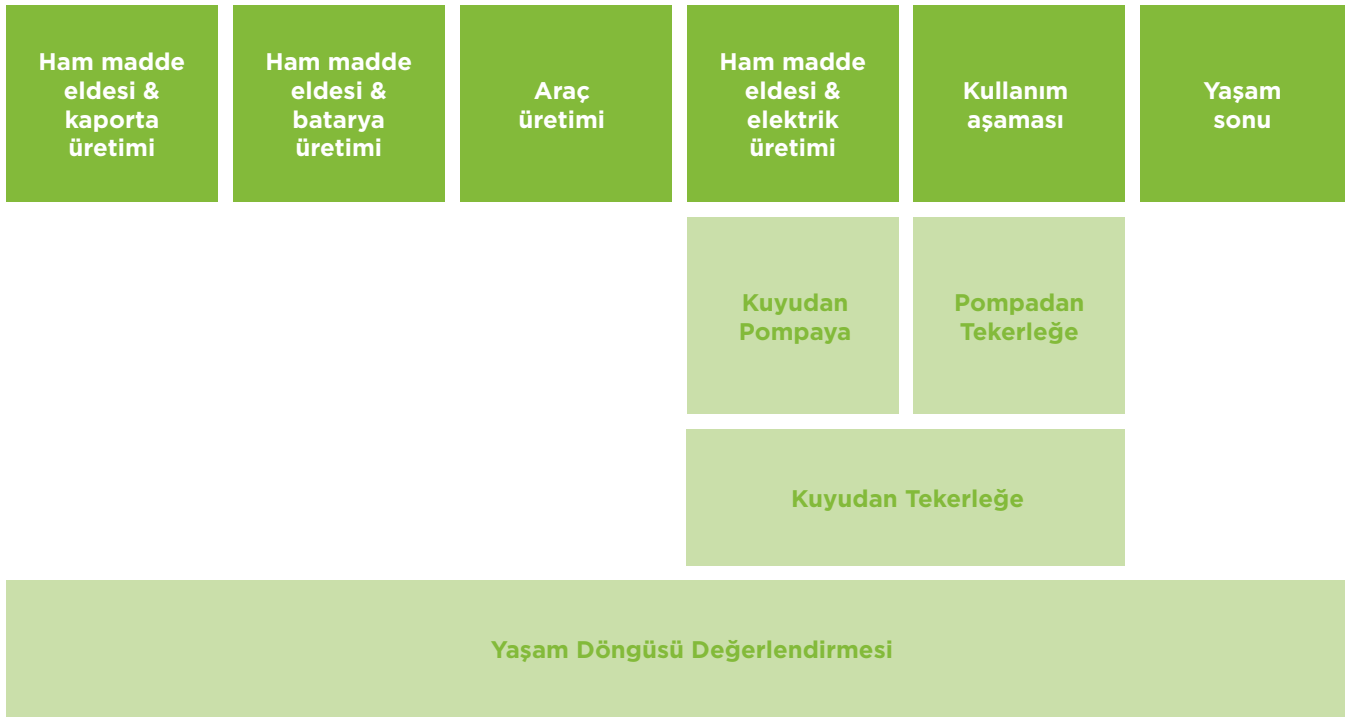
¹ SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting



Küresel Isınma Potansiyeli yanında diğer çevresel etkilere bakıldığında yoğun bir şekilde **ham madde ve malzeme kaynaklı etkilerin baskın olduğunu görüyoruz.**

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ (LCA)

Elektrikli araçlarda batarya teknolojilerinde kullanılan kaynakların değişkenliğinden dolayı yaşam döngüsü emisyonları farklılık göstermektedir.

Elektrikli Araç Ham Madde Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Aşamaları¹

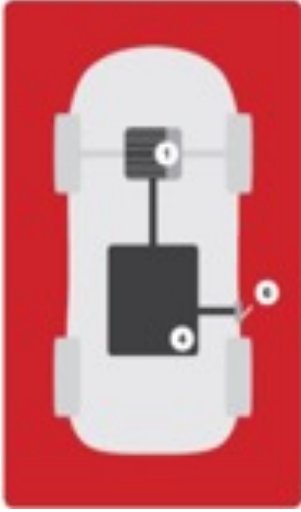
Elektrikli araçlarda geleneksel araçlara göre motor ve diğer bileşenlerden farklı olarak **elektrik aksamaları, kontrol sistemleri, bataryalar gibi bileşenler bulunmaktadır.**

Elektrikli araçların üretim aşaması; ham madde üretimi, ham madde ve yarı mamullerin üretim tesislerine lojistiği, üretim prosesleri, bitmiş ürünlerin ve/veya parçaların lojistiğe hazır halde depolanması aşamalarından oluşmaktadır.

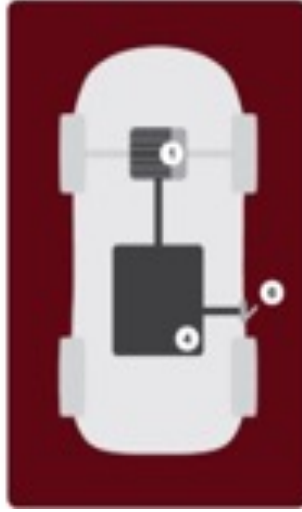
Elektrikli araçlarda geleneksel araçlara göre motor ve diğer bileşenlerden farklı olarak elektrik aksamaları, kontrol sistemleri, bataryalar gibi bileşenler bulunmaktadır.

¹ <https://www.ri.se/sites/default/files/2019-06/Bilaga%202C%20LCA%20Guidelines%20for%20electric%20vehicles.pdf>

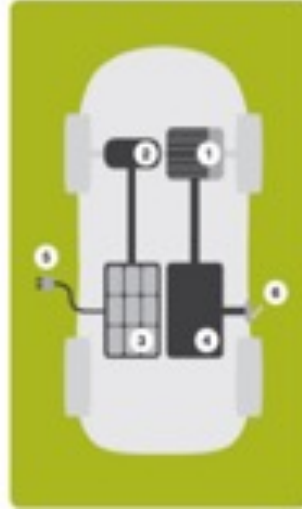
Conventional petrol engine vehicle



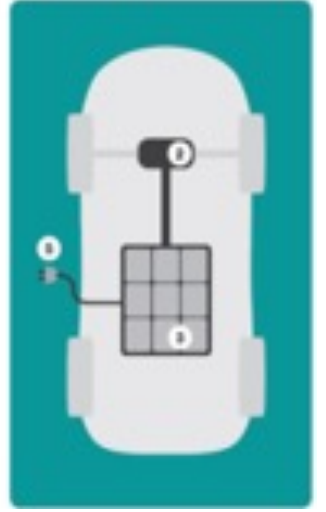
Conventional diesel engine vehicle



Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV)



Battery electric vehicle (BEV)



Geleneksel araçlara göre batarya teknolojilerinde kullanılan kaynakların değişkenliğinden dolayı yaşam döngüsü emisyonları farklılık göstermektedir. Yukarıdaki şekilde geleneksel araçlar ile geleceğin araçlarının donanım mekanizmaları görülmektedir. İklim değişikliği hedefleri ile fosil yakıtlar ve içten yanmalı motor teknolojileri geride bırakılırken, batarya kaynaklı özellikle temiz teknolojilerde kullanılan nadir ve önemli metallerin yoğun olarak kullanıldığı bir düzene geçilmektedir.

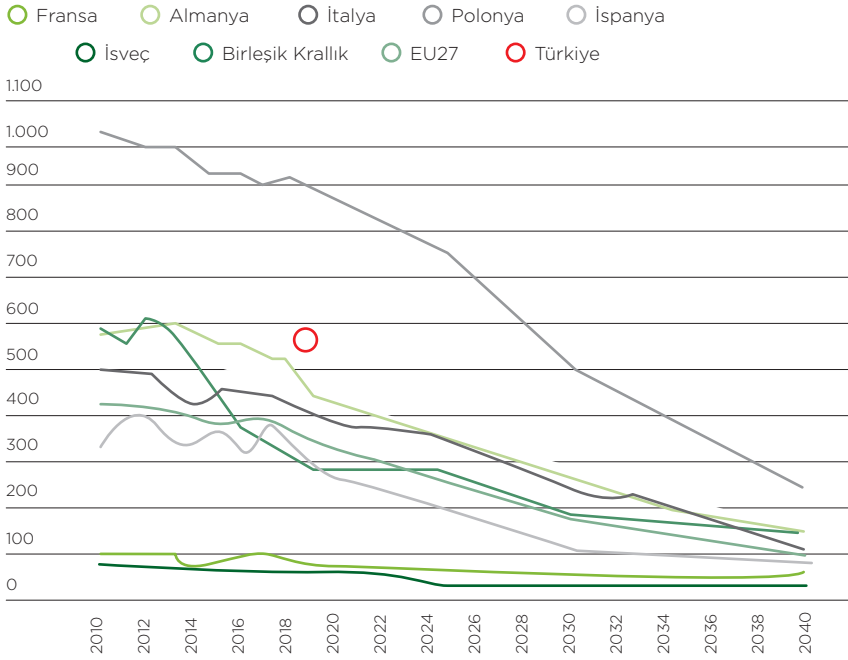
Elektrikli araçlarda batarya üretimi, karbon emisyonları açısından aracın önemli bir yaşam döngüsü aşamasını oluşturmaktadır. Batarya üreticilerinin çoğunluğu Asya'da bulmakta olup, Avrupa'nın üretim kapasitesinin geliştirilmesi ile yaşam döngüsü emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlanabilir. Sürdürülebilir çevre için bataryaların üretimi ve dolaylı olarak kullanılan metaller konusunda yaşam döngüsünün optimize edilmesi gerekmektedir. Özellikle hızlı şarj için önemli bir mineral olan kobalt tedarik zincirindeki birçok noktada düzenli olarak gündeme gelmekte, bunun getirdiği riskler maliyetleri artırmakta ve bu mineralin kullanımının azaltılması ya da alternatif minerallerin kullanımı yönünde yoğun Ar-Ge faaliyetleri yürütülmektedir.

Sürdürülebilir çevre için bataryaların üretimi ve dolaylı olarak kullanılan metaller konusunda **yaşam döngüsünün optimize edilmesi gerekmektedir.**

1 <https://www.eeca.govt.nz/assets/EECA-Resources/Research-papers-guides/ev-lca-final-report-nov-2015.pdf>

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ (LCA)

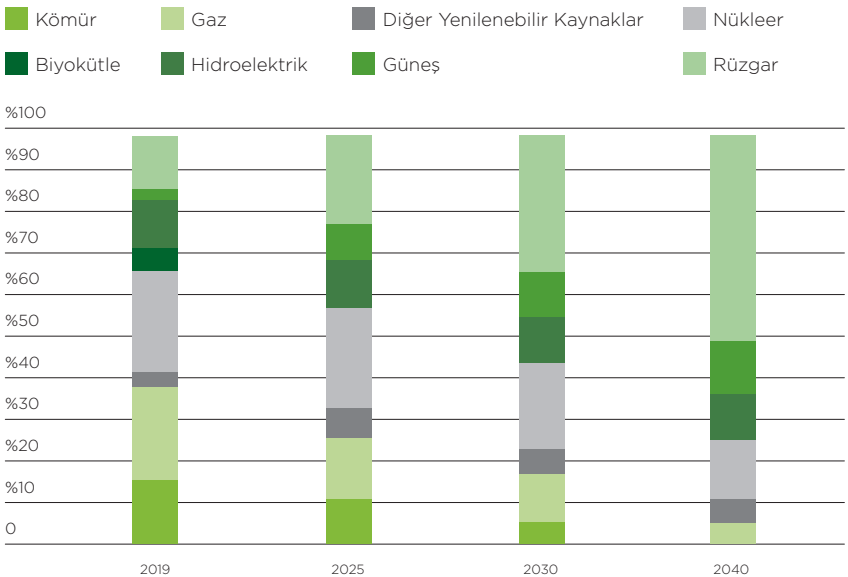
Elektrikli araçları ve sağladıkları karbon emisyonu azaltım fırsatlarını ele alırken, ilgili ülkedeki elektrik üretiminin karbon yoğunluğu ile değerlendirmek gerekir.

Elektrik Üretimi Karbon Yoğunluğu Değişimi (gr CO₂e/kWh)

Kullanım aşaması, aracın kullanımının yanı sıra bakım onarımını ve servis gibi üretim sonrası hizmetleri içermektedir. Elektrikli araçları ve bu araçların sağlayacağı karbon emisyonu azaltım fırsatlarını değerlendirirken, aracın kullanıldığı ülkedeki elektrik üretiminin karbon yoğunluğu ile değerlendirmek gerekir. Her ne kadar elektrikli araçlar karbon emisyonu sıfır olarak lanse edilseler de batarya şarjı için gerekli olan elektriğin karbon yoğunluğu burada belirleyici olmaktadır. Şöyle ki, ülkelerin yenilenebilir ve fosil kaynaklı elektrik üretim teknolojilerine bağlı olarak üretilen her bir kWh elektrik için spesifik kgCO₂ değerleri vardır.

Grafikte¹ de görüldüğü gibi ülkelerin hem ülke özelinde hem de bölgesel karbon azaltım hedeflerinden dolayı zaman içinde elektrik şebekesinin karbon yoğunluğunun azalması beklenmektedir. Ancak bu şekilde bir azaltım olduğu sürece elektrikli araçların iklim değişikliğine yapacağı azaltım fırsatları anlamlı olabilecektir. Üretici firmalar ile elektrik üretimi ve karışımı üzerine politika yapımcıların birlikte hareket etmesi, birbirlerinin iklim değişikliği ile mücadele hedeflerini desteklemeleri önemlidir.

AB Elektrik Üretimi Karışımı Değişimi

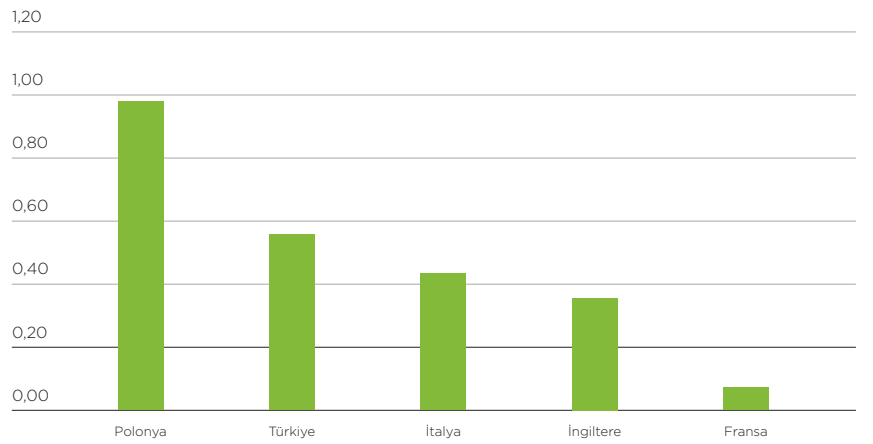


¹ TES-EV-life-cycle-analysis-LCA.pdf
Türkiye verisi Metsims Sustainability Consulting tarafından sağlanmıştır.



Grafikte bazı Avrupa ülkeleri ve Türkiye'nin 1 kWh saat elektrik için spesifik karbon ayak izi değerlerine bağlı grafiği verilmiştir.

Ülkelerin Şebeke Elektriği Karbon Ayak İzi Karşılaştırması (kgCO₂ e)

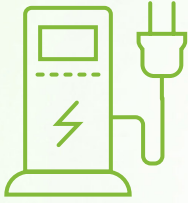


ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ (LCA)

Elektrikli araçların kullanımıyla sağlanacak düşük emisyon hedefleri ancak şebekelerdeki elektriğin karbonsuzlaşma hedefleri ve stratejileri ile mümkündür.

Elektrikli Araç

100 km



0,8



Fransa

7,5



İngiltere

8,0



Türkiye

kg CO₂/100km

14,0



İçten Yanmalı Motorlu Araç

SimaPro 9.0, MetSims Sustainability Consulting.

NOT: Elektrikli araç olarak motor gücü 150 kW, batarya tipi lityum iyon, enerji kapasitesi 64 kwh, araç menzili 449 km olan elektrikli bir araç baz alınmıştır. Türkiye orta gerilim şebeke elektriği (1 kWh) karbon ayak izi olarak 0,566 kg CO₂ e esas alınmış¹ ve ülkelere göre SimaPro 9.0 programı ile değerlendirilmiştir. İçten yanmalı motora sahip araçlarda yakıt tüketimi ortalama 100km'de 6L olarak farz edilmiştir.

1 <https://tclid.org/item/turkiye-karisimi-orta-gerilim-2018/>



Yandaki şekil elektrikli araç ile benzinli araç karbon ayak izi karşılaştırmasını (kg CO₂/100km) göstermektedir. 100 km'lik bir mesafede araçların sadece yakıt tüketimleri kaynaklı karbon emisyonları dikkate alındığında farklı ülkelerde kullanılan bir elektrikli aracın karbon ayak izi, içten yanmalı bir araca göre farklılık göstermektedir. Raporda detaylı olarak açıklandığı gibi elektrikli bir aracın kullanımı nedeniyle oluşan emisyonlarda aracın kullanıldığı ülkenin elektrik karışımının karbon yoğunluğu önem arz etmektedir. Bir ülkenin elektrik üretiminde kullandığı enerji kaynaklarının bu anlamda önemi büyüktür. Üretilen temiz enerji oranı arttıkça, şebekenin karbon yoğunluğu azalmakla birlikte elektrikli araç kullanımı kaynaklı emisyon oranının düştüğü görülmektedir.

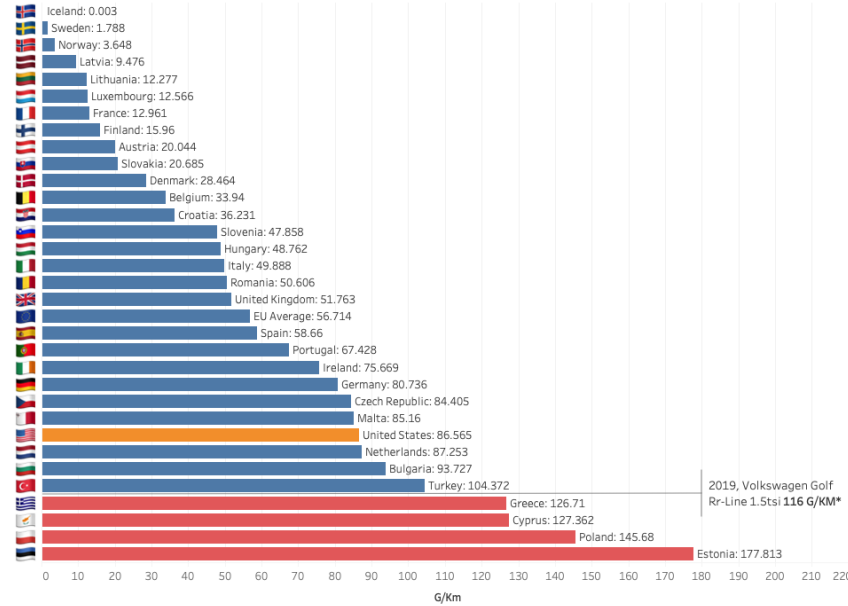
Ülkelerin Şebeke Elektrik Karbon Ayak İzi Karşılaştırması grafiğinde belirtildiği üzere Fransa, İngiltere ve Türkiye arasında şebeke elektrikli karbon ayak izi farklı olduğundan araç kullanımı kaynaklı karbon ayak izi de farklılık göstermektedir. Elektrikli araçların kullanımı ve bu sayede sağlanacak düşük emisyon hedefleri ancak şebekelerdeki elektrikli karbonsuzlaşma hedefleri ve stratejileri ile mümkün hale gelebilecektir.

Üretilen temiz enerji oranı arttıkça şebekenin karbon yoğunluğu azalmakta, bu sayede elektrikli araç kullanımı kaynaklı emisyon oranının düştüğü görülmektedir.

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ (LCA)

Elektrikli araçlarda faydalı ömrünü dolduran bataryaların yeniden kullanımı çevresel etkiyi önemli ölçüde azaltacaktır.

Tesla Model bir araç için ülkelere göre kullanım aşamasındaki CO₂ miktarları



*Model 3 Long Range (16 kw/h energy consumption with 83% grid to battery efficiency)

**"Tank to wheel" emission, emissions cause by oil extraction and petrol manufacturing and transportation are not taken into account.

Data for US: EIA, data for other countries: EEA

Türkiye'de elektrikli araç kullanımı ile içten yanmalı petrol araç kullanımı emisyon değerleri birbirine yakın hesaplanmaktadır.

Yukarıdaki grafikte açıklandığı gibi ülkelerin elektrik karışımlarının aynı model elektrikli bir araç üzerinden emisyon farklılıkları değerlendirildiğinde¹ Yunanistan, Kıbrıs, Polonya ve Estonya gibi elektrik şebekesi karbon yoğunun yüksek olduğu ülkelerde elektrikli araç kullanmak yerine içten yanmalı araç kullanımı, elektrikli araç kullanımına göre daha pozitif bir etkiye sahiptir. Türkiye, bu kıyaslamada elektrik üretimi karbon emisyonlarından

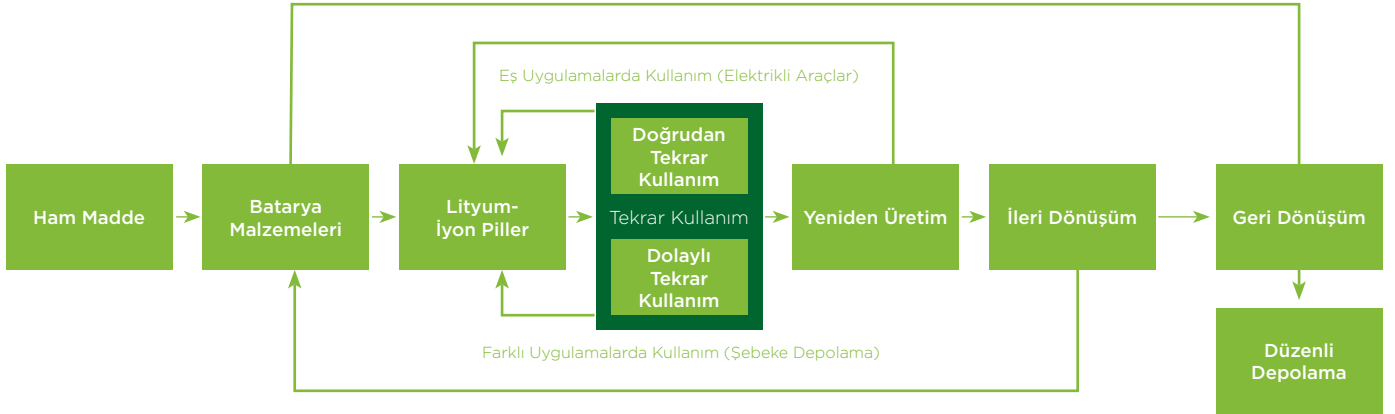
dolayı elektrikli araç kullanımı ile içten yanmalı petrol araç kullanımı emisyon sınır değerleri birbirine çok yakındır.

Diğer yandan elektrikli araçlardaki menzil değerleri bataryaların şarj kapasitelerine ve motorun çektiği akıma bağlıdır. Bu yüzden bataryaya yapılan yatırım ile menzil doğru orantılıdır. Elektrikli araçlarda enerji verimliliği yüksek olsa da enerji depolama maliyetleri henüz fosil yakıt motorlu araçların seviyelerine düşmemiştir.

Elektrikli araçlarda da içten yanmalı motorlu araçlarda olduğu gibi "yaşam sonu aşaması" toplam yaşam döngüsü emisyonları açısından en az etkiye sahip olması değerlendirilmektedir. Ancak bu kabul çevresel etkilerin azaltılması için çalışmalar yapılmasıyla mümkündür. Döngüsel ekonomi perspektifinden; özellikle elektrikli araçlarda faydalı ömrünü tamamlayan bataryanın yeniden kullanımı çevresel etkiyi önemli ölçüde azaltacaktır. Yeniden kullanım yüksek katma değer sağlarken, geri dönüşüm ve kaynak verimliliği açısından da teknolojiler geliştirilerek döngüsel ekonomiye kazandırılması faydalı olacaktır. Bertaraf süreci doğru yönetilmediği takdirde emisyonlar açısından yüksek etkiye neden olabilir. Dolayısıyla bu aşamada sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmek, tüm yaşam döngüsü aşamalarında fayda sağlayacaktır. Yan tarafta bir elektrikli araç bataryasının yaşam döngüsü aşamaları gösterilmektedir.

¹ https://www.reddit.com/r/dataisbeautiful/comments/kb82u0/oc_how_much_co2_driving_a_tesla_model_s_would/

Elektrikli araç bataryası yaşam döngüsü aşamaları¹



Yukarıdaki diyagramda gösterilen süreçlerin çevresel etkilerinin azaltılması; madencilik etkilerinin azaltılması, bertaraf ihtiyacının azaltılması dolayısıyla düzenli depolamaya giden atık miktarının azaltılması, batarya ve bileşenlerinin yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi veya geri kazanılması yoluyla tekrar ekonomiye kazandırılması hem stratejik olarak hem de kaynak verimliliği açısından kritik öneme sahiptir.

Elektrikli araçların kullanım aşamasındaki etkisi düşük olmasına rağmen batarya üretimi ve bertaraf aşamalarındaki etkinin yüksek olmasından dolayı geleceğin araçlarının batarya teknolojilerinde mutlak iyileştirmelerin ve teknolojik gelişmelerin olması, aynı zamanda bunların araç üzerinde faydalı ömrünü doldurduktan sonra öncelikle tekrar kullanımı (ikincil kullanım) ve ikincil kullanımda ömrünü tamamladıktan sonra geri kazanımı altyapısının oluşturulması çok büyük önem atfetmektedir.

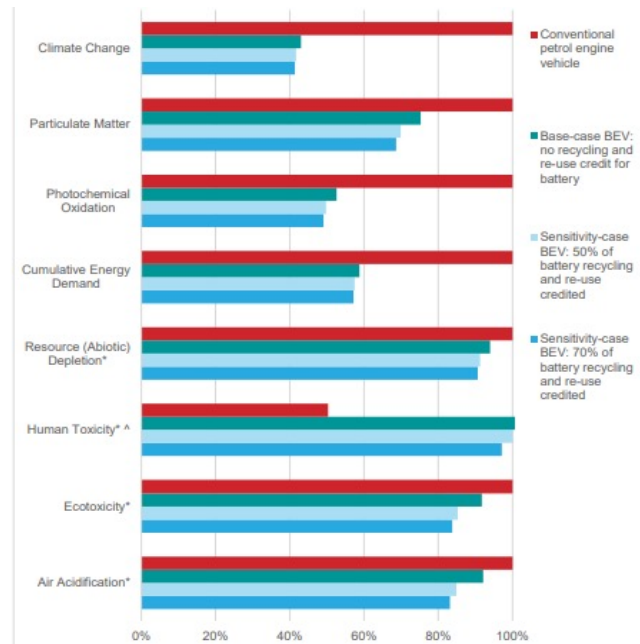
Bu değerlendirme raporu doğrultusunda aşağıdaki çıkarımlar elde edilmiştir:

1. Araç üretiminde çevresel etkiler aracın diğer yaşam döngüsü aşamalarına göre düşük kalmaktadır.
2. Araçların çevresel etkisi yoğun olarak kullanım aşamasında oluşmaktadır.

3. İklim değişikliği başta olmak üzere kullanım aşaması kaynaklı etkilerin azaltılması elektrikli araçlara geçilmesi ile mümkün olabilmektedir. Fakat, bu geçiş ilgili ülkenin elektrik üretim karışımı ile birebir ilintilidir.
4. Elektrikli araçların kullanım aşamasında getirdiği faydaların etkin olabilmesi için batarya üretim, tekrar kullanım ve geri dönüşüm altyapısının paralelinde gelişmesi gerekmektedir.

Elektrikli araçların kullanım aşamasındaki etkileri düşük olmasına rağmen batarya üretimi ve bertaraf aşamalarındaki etki yüksektir.

Geleneksel Araçlar ile Elektrikli Araçların (Batarya Geri Dönüşüm Oranlarına Göre) Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması²



¹ Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives TERM 2018: Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) report

² <https://www.eeca.govt.nz/assets/EECA-Resources/Research-papers-guides/ev-lca-final-report-nov-2015.pdf>

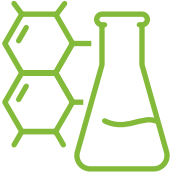
EK I: ÇEVRESEL GÖSTERGELER VE TANIMLARI



Küresel Isınma (Global Warming): Küresel Isınma, iklim değişikliği sebebiyle atmosferin ısınmasını ifade eden bir kavramdır. Küresel ısınmaya en fazla neden olan insan faaliyetlerinden biri de petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil kaynakların yakılmasıdır. LCA çalışmalarında küresel ısınma kg CO₂ eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.



Kaynak Tüketimi (Abiotic Depletion): Kaynak Tüketimi, LCA çalışmalarında doğal kaynakların (petrol, demir cevheri vb.) tüketimini ifade eden etki kategorilerinden biridir. Küresel, bölgesel ve yerel etki boyutuna sahiptir ve kullanılan mineral miktarını ve kullanılan fosil yakıt miktarını ifade eder. LCA çalışmalarında kaynak tüketimi kg Sb (Antimon) cinsinden ifade edilmektedir.



Asidifikasyon (Acidification): Asidifikasyon, asitleştirici maddelerin toprak, yeraltı suyu, yüzey suyu, organizmalar, ekosistemler ve malzemeler üzerinde yarattığı toksik etkiyi ifade eden etki kategorisidir. Asidik gazların atmosferdeki su ile reaksiyona girmeleri sonucunda 'asit yağmuru' denilen olay gerçekleşmektedir. Asit yağmurlarının oluşumu da ekosistem içerisindeki çeşitliliğin azalmasına sebep olmaktadır. LCA çalışmalarında asidifikasyon kg SO₂ eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.



Ötrofikasyon/Nütrifikasyon (Eutrophication): Ötrofikasyon, havaya, suya ve toprağa besi maddelerinin (nutrients) aşırı salınımı nedeniyle oluşan makro besi maddelerinin artışının sebep olduğu etkileri ifade eden etki kategorisidir. Nitrat ve fosfat gibi besi maddelerinin var olması ekosistem içerisindeki yaşamın devamlılığı için büyük önem taşıyor olsa da yüksek konsantrasyonlarda bulunmaları sonucu sulak alanlarda alg patlamalarına neden olmaktadır ve bu da su içerisindeki oksijen miktarının azalmasına sebep olur. Bu durum ekosistemin zarar görmesine neden olur. LCA çalışmalarında nütrifikasyon kg PO₄³⁻ eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.



Ozon Tabakası İncelmesi (Ozone Layer Depletion): Ozon Tabakası İncelmesi, insan kaynaklı emisyonlar (CFC, HCFC, klor, brom vb.) tarafından stratosferdeki ozon miktarının azalmasını ve ozon deliği olarak adlandırılan ozon tabakasının incelmelerini ifade eden bir kavramdır. Ozon tabakasının delinmesi insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerinde kanserojen etki yapmaktadır. LCA çalışmalarında ozon tabakası incelmesi kg CFC-11 eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.



İnsan Sağlığı Toksisitesi (Human Toxicity): İnsan sağlığı toksisitesi, LCA çalışmalarında çeşitli kimyasalların çevreye salınımı sonucu insan sağlığı üzerinde yarattığı toksik etkiyi ifade etmektedir. Ağır metaller gibi insan sağlığına toksik etkide bulunan kimyasalları belirten çevresel etki olarak bilinir. LCA çalışmalarında toksisite kg 1,4-DB (diklorobenzen) eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.



Tatlısu Ekotoksisitesi (Freshwater Aquatic Ecotoxicity): Tatlısu Ekotoksisitesi, toksik maddelerin havaya, suya veya toprağa karışımı sonucu tatlısu ekosistemine olan etkileri ifade eder. Toksik maddelerin etkisini yansıtan Ekotoksisite Potansiyeli (Ecotoxicity Potential) USES-LCA ile hesaplanmaktadır. LCA çalışmalarında tatlısu ekotoksisitesi kg 1,4- DB eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.



Deniz Ekotoksisitesi (Marine Ecotoxicity): Deniz Ekotoksisitesi, toksik maddelerin deniz ekosisteminde yarattığı etkileri ifade etmektedir. Toksik maddelerin etkisini yansıtan Ekotoksisite Potansiyeli (Ecotoxicity Potential) USES-LCA ile hesaplanmaktadır. LCA çalışmalarında deniz ekotoksisitesi kg 1,4-DB eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.



Karasal Ekotoksisite (Terrestrial ecotoxicity): Karasal Ekotoksisite, çevreye salınan toksik maddelerin karasal ekosistem üzerinde yarattığı etkileri ifade etmektedir. Toksik maddelerin etkisini yansıtan Ekotoksisite Potansiyeli (Ecotoxicity Potential) USES-LCA ile hesaplanmaktadır. LCA çalışmalarında Karasal ekotoksisite kg 1,4-DB eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.



Fotokimyasal Oksidasyon (Photochemical Oxidation): Fotokimyasal Oksidasyon olarak ifade edilen foto oksidan oluşumu, tarımsal ürünlere, insan sağlığına ve ekosisteme zarar veren reaktif maddelerin oluşumunu açıklayan etki kategorilerinden biridir. LCA çalışmalarında fotokimyasal oksidasyon kg C2H4 eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.

RAPOR SAHİBİ:



OTOMOTİV SANAYİİ DERNEĞİ
AUTOMOTIVE MANUFACTURERS ASSOCIATION

OTOMOTİV SANAYİİ DERNEĞİ
Atilla Sok. No:10 Altunizade 34676
İstanbul/Türkiye
TELEFON: +90 216 318 29 94
FAKS: +90 216 321 94 97
www.osd.org.tr
osd@osd.org.tr

LCA ve RAPORLAMA DANIŞMANLIĞI:





OTOMOTİV SANAYİİ DERNEĞİ
AUTOMOTIVE MANUFACTURERS ASSOCIATION



Bu raporun basımında %100 geri dönüştürülmüş kâğıt kullanılmıştır.