



**HACETTEPE
ÜNİVERSİTESİ**

Düşük Karbon Ekonomisine Geçişte Enerji Verimliliğinin Rolü

Doç. Dr. Merih Aydinalp Koksal

Çevre Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi

GİRİŞ

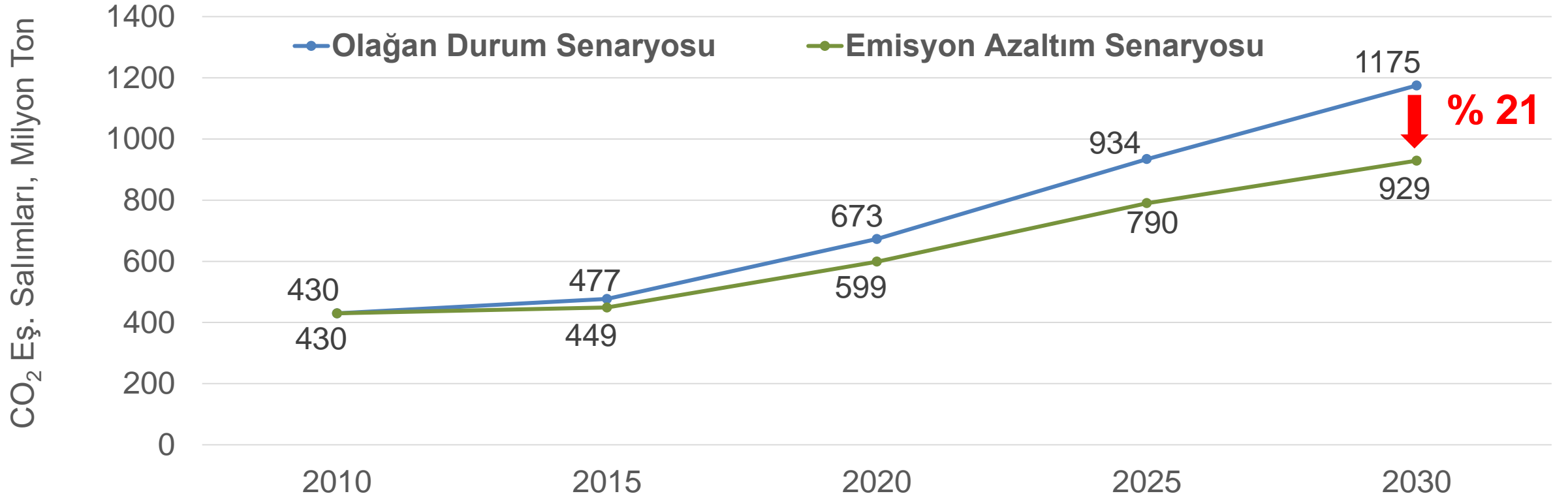
Düşük Karbon Ekonomi

- Bir ürünün veya hizmetin üretimi/gerçekleştirilmesi, kullanımı ve imhası süresi ile ilişkili sera gazı salımlarının düşürülmesini amaçlayan ekonomi
- Yeni iş imkanlarının oluşması, iş rekabetinin artması ve ticaret politikalarının değişmesi
- Enerji politikalarının değişmesi
 - Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin artması

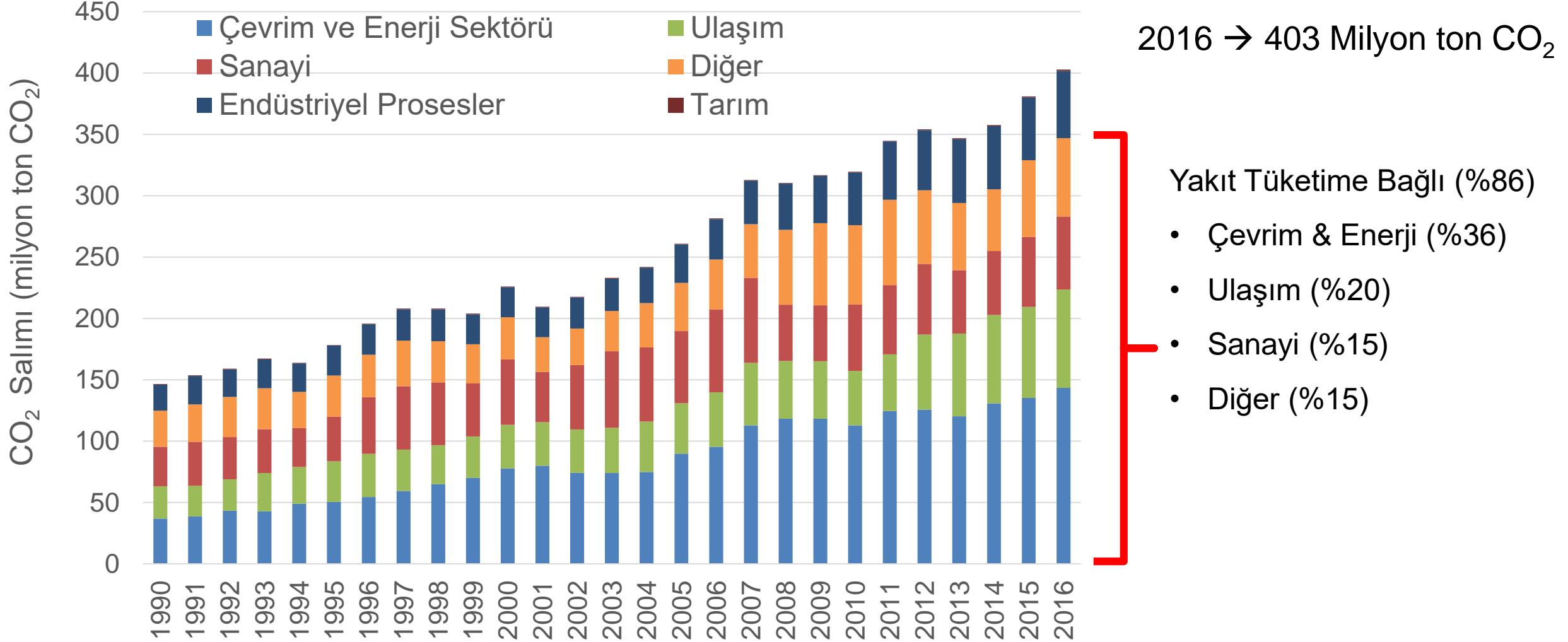


GİRİŞ

Türkiye Sera Gazı Salım Azaltım Hedefleri

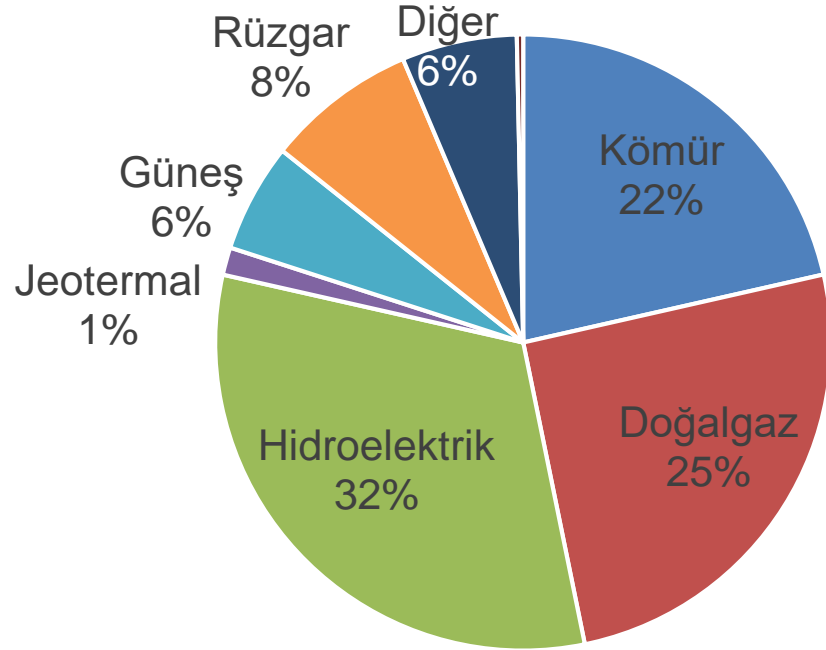


GİRİŞ

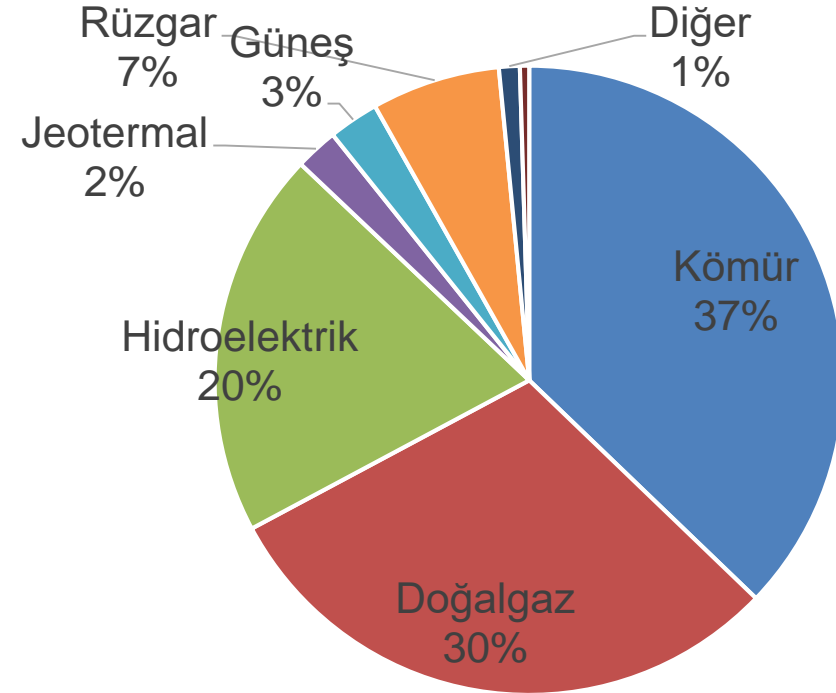


ELEKTRİK SEKTÖRÜ

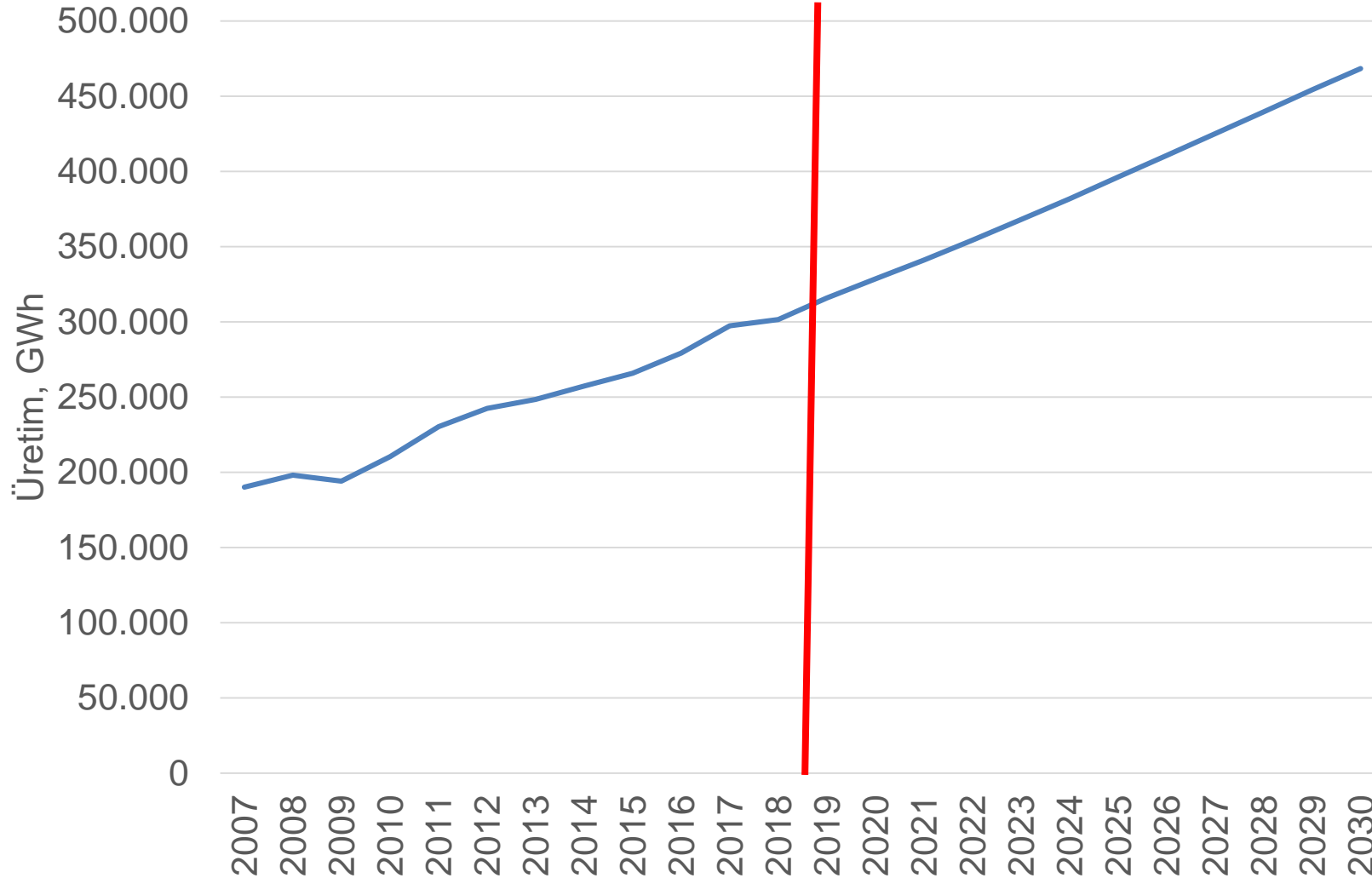
2018 Kurulu Güç (88 550 MW)



2018 Üretim (300 700 GWh)



ELEKTRİK SEKTÖRÜ



- 2030 → 468 000 GWh (yıllık %4'lük artış)
- Yeni santrallerin yakıt dağılımı
→ ucuz üretim ve düşük CO₂ salımı



ELEKTRİK SEKTÖRÜ

Elektrik Üretimini Gerçek Maliyeti →

[Yatırım + İşletme&Bakım + Yakıt] Maliyetleri

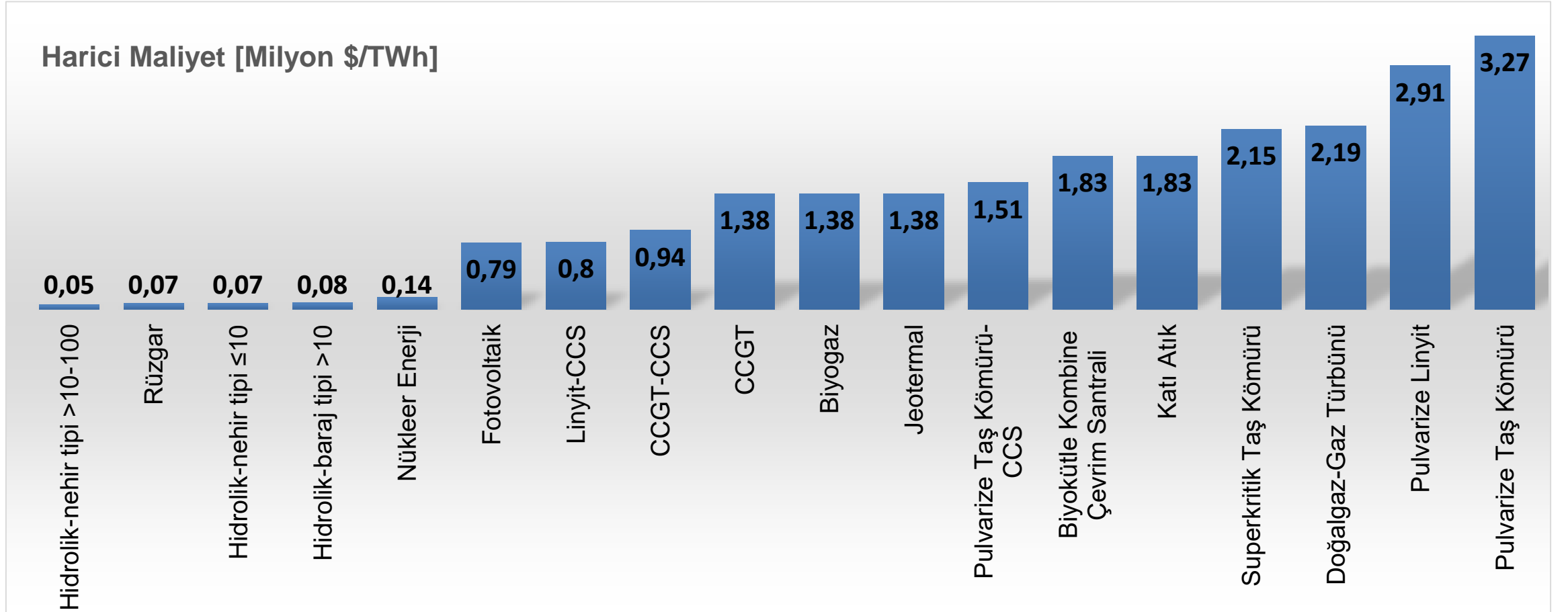
+ Harici Maliyet

- Piyasa fiyatına yansıtılmadan çevreye ve insan sağlığına verilen zararın maddi değeridir.
- Ülkenin gayri safi yurt içi hasılasına, lokasyona & kullanılan teknolojiye göre değişir.



ELEKTRİK SEKTÖRÜ

Harici Maliyetin Değerlendirilmesi



ELEKTRİK SEKTÖRÜ

Answer Times Optimizasyon Programı

- Uluslararası Enerji Ajansı tarafından geliştirilmiştir.
- 1500'den fazla enerji sistem parametresini detaylandırmaya olanak sağlar.
- En **maliyet etkin** sonuç temelli optimizasyon yapar.
- «EĞER» ve ya «YAPMAK İÇİN» şeklindeki senaryoların sonuçlarını karşılaştırma imkanı sağlar.



ELEKTRİK SEKTÖRÜ

Senaryolar

➤ **Olağan Senaryo (OS)**

Hiçbir kısıtlama ya da hedef olmaksızın, elektrik üretim santrallerinin yalnızca yatırım ve işletme giderleri dikkate alınarak optimizasyon yapılmıştır.

➤ **Harici Maliyet Eklenmiş Olağan Senaryo (HME_OS)**

Hiçbir kısıtlama ya da hedef olmaksızın, çevreye ve insanlara verilen zararın maliyeti de dikkate alınarak optimizasyon yapılmıştır.

➤ **Düşük Talep (Enerji Verimlili) Senaryosu (DTS)**

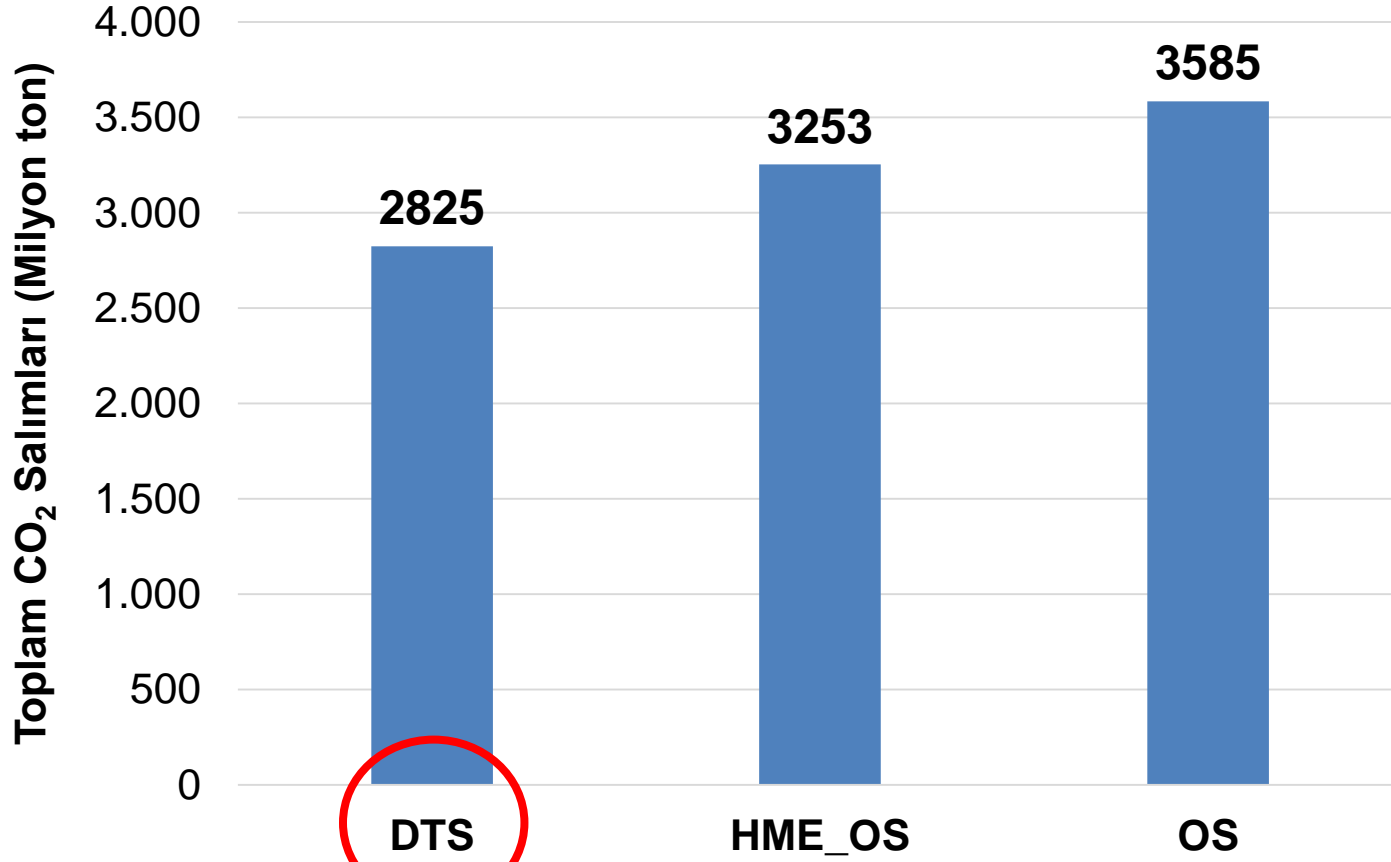
Elektrik talebi tahmini değerlerden %15 daha düşük kabul edilmiştir. Optimizasyonda yalnızca yatırım ve işletme giderleri dikkate alınmıştır.

- Minimum çalışma faktörü dahil edilmiştir.
- Tüm santraller 2035'e kadar çalışacaktır.
- CO₂ salım sınırlaması mevcut değildir.



ELEKTRİK SEKTÖRÜ

2035 Yılına Kadar Toplam CO₂ Salımları

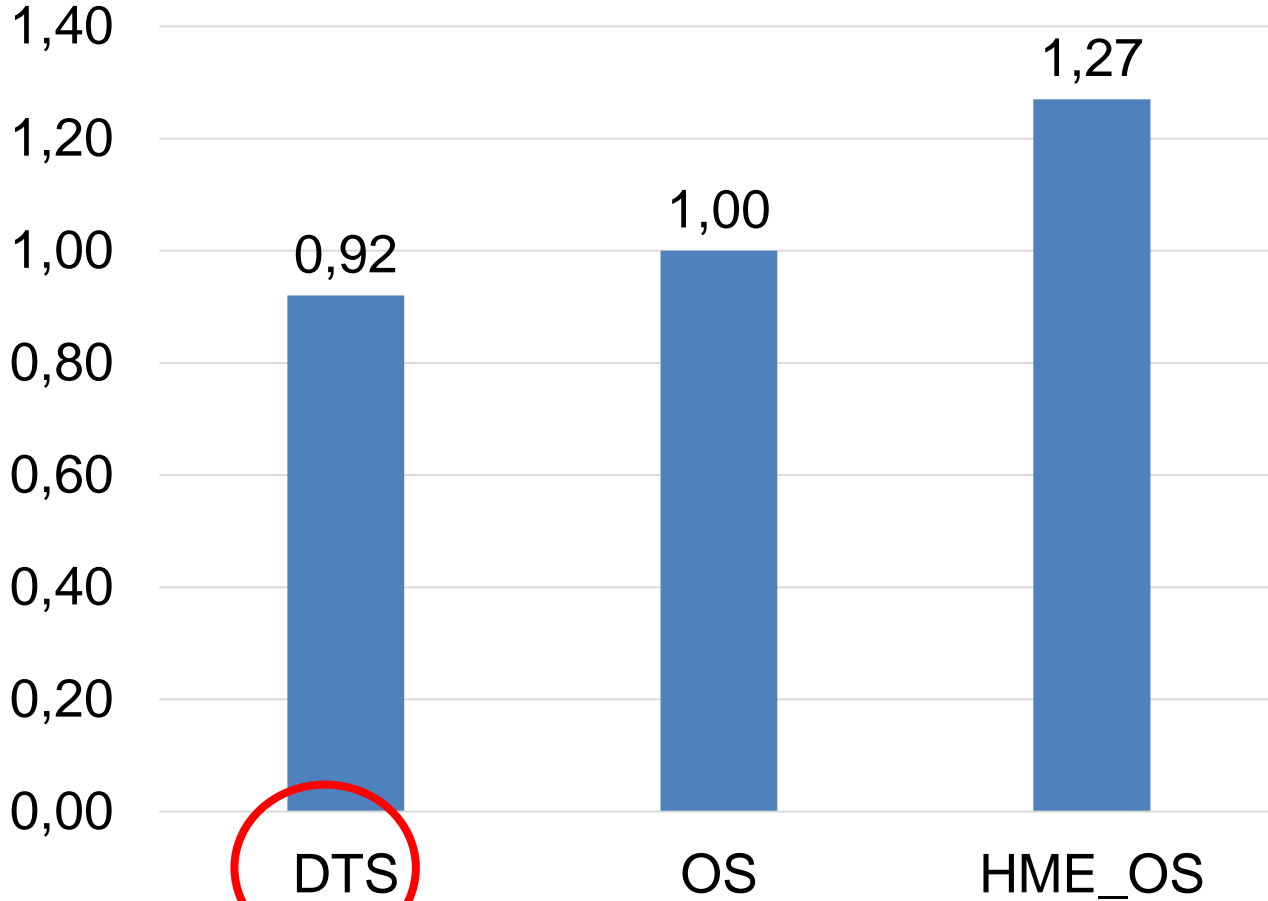


- Harici maliyetlerin dahil edilmesi bazında yakıt dağılımı optimizasyonu → **322** milyon ton daha az CO₂ salımı
- Talebin %15 düşürülmesi ve harici maliyetlerin dahil edilmemesi bazında yakıt dağılımı optimizasyonu → **760** milyon ton daha az CO₂ salımı



ELEKTRİK SEKTÖRÜ

2035 Yılına Kadar Toplam OS Maliyetine Endekslenmiş Net Bugünkü Değer



- DTS → OS'den %8 daha düşük maliyet
- HME_OS → Harici maliyetin yansıtılması ile elektrik tüketiminin maliyetinin artmaktadır

ELEKTRİK SEKTÖRÜ

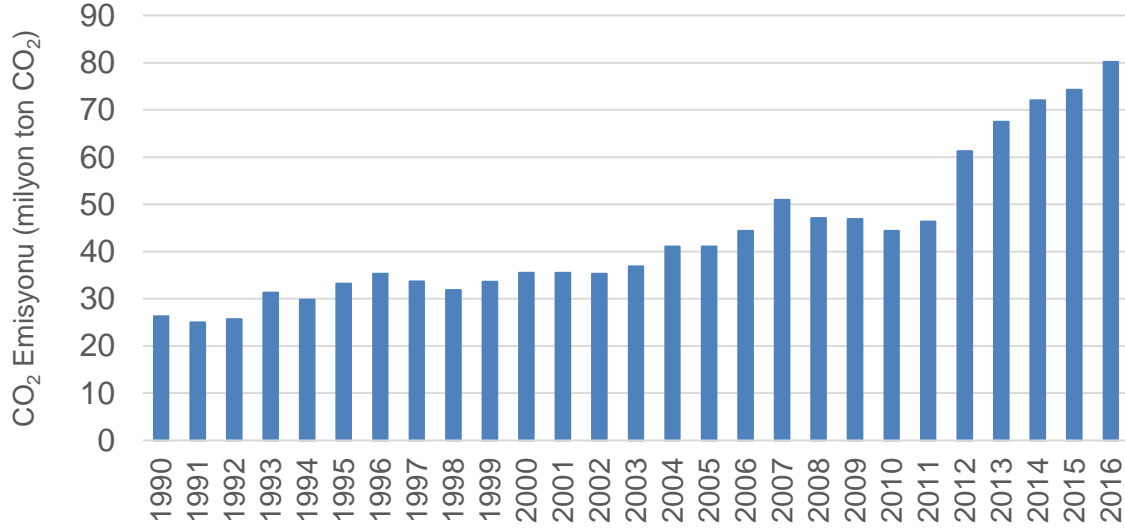
Genel Sonuçlar

- En düşük maliyetle elektrik talebini karşılamak için sadece arz tarafının değil, **talep tarafının** da değerlendirilmesi gerekmektedir.
- Görünen maliyet gerçek maliyetten yaklaşık **%30** daha düşüktür.
- Linyit yakıtlı santrallere yenilenebilir enerji kaynakları ile optimizasyon yapılmadan ağırlık verildiğinde Paris Anlaşması çerçevesinde belirlenen CO₂ salım azaltım değerlere ulaşmak oldukça güç olacaktır.



ULAŞIM SEKTÖRÜ

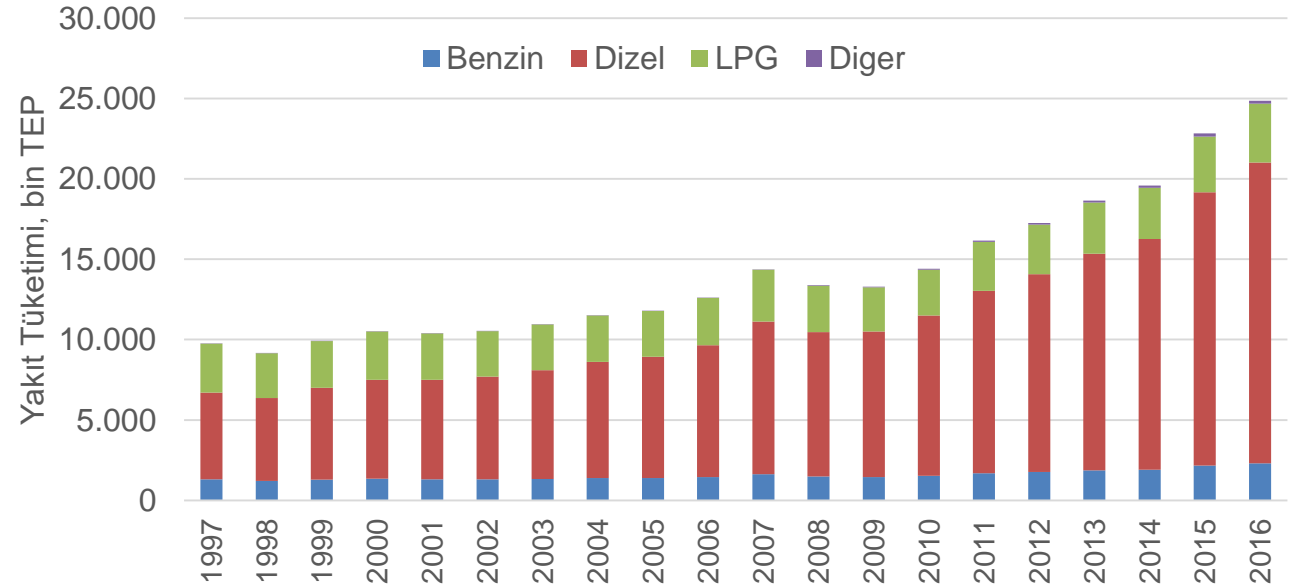
Ulaşım Kaynaklı Salımlar



- 2016 → 80 milyon ton CO₂
- Son on yılda %10'un üzerinde yıllık artış

- Toplam sektörel enerji tüketiminin % 26'sı
- Karayolları → %93
- 2016 → ~25 000 bin TEP
- Dizel → %75, LPG → 15, Benzin → %10

Ulaşım Sektörü Enerji Tüketimi



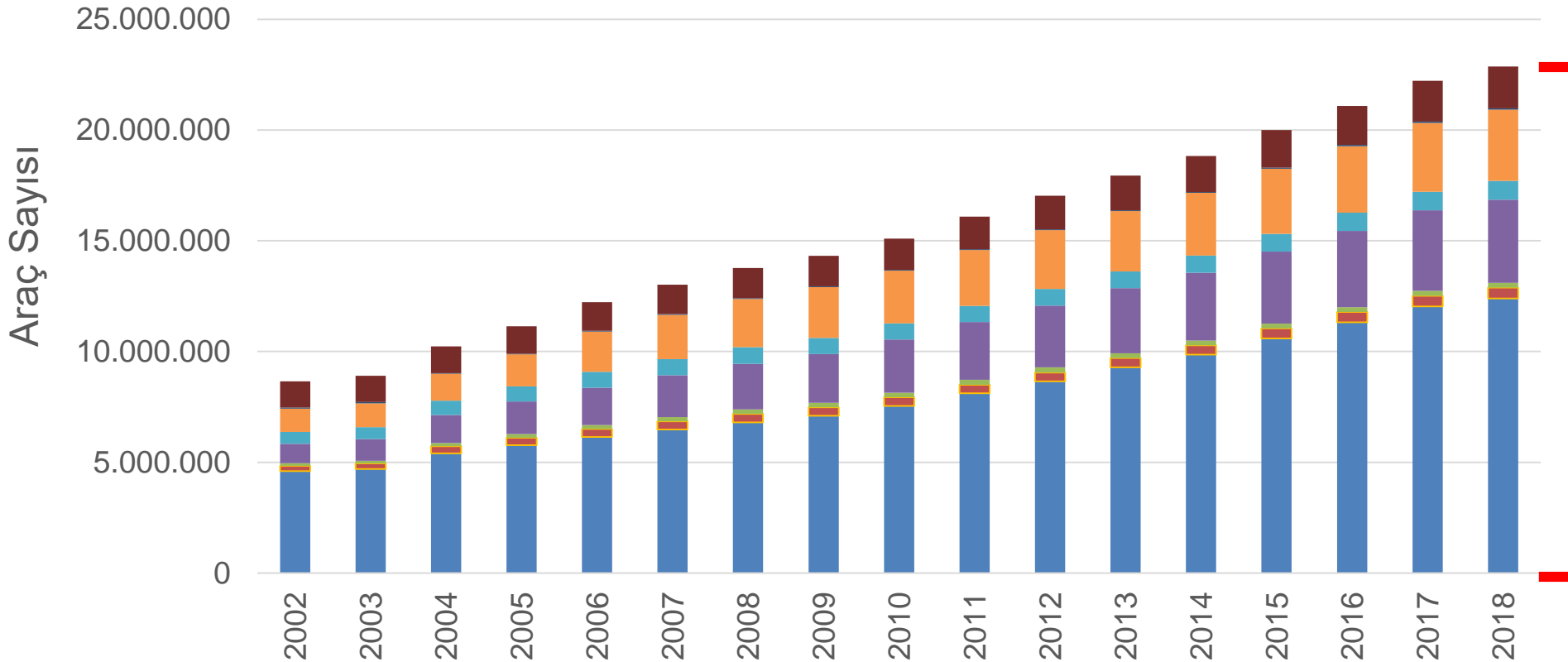
ULAŞIM SEKTÖRÜ



ULAŞIM SEKTÖRÜ

Karayolu Ulaşımında Mevcut Durum

- Otomobil (M1)
- Minibüs (M2)
- Otobüs (M2-M3)
- Kamyonet (N1)
- Kamyon (N2-N3)
- Motosiklet (L)
- Özel amaçlı (O)
- Traktör (T)

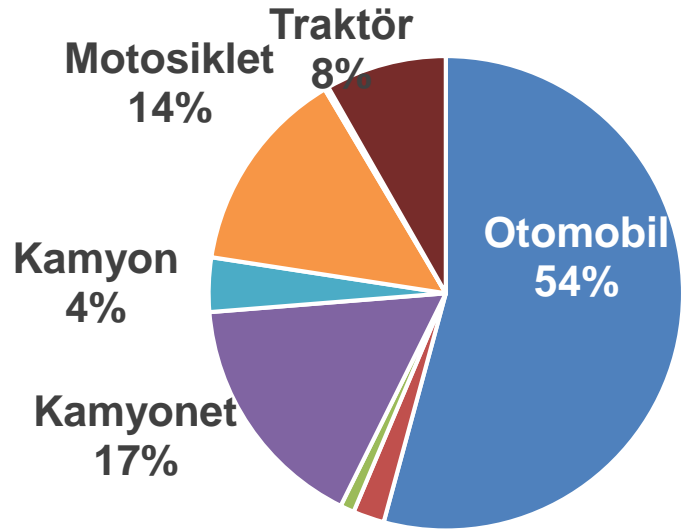


- 2018'de 23 milyon araç
- Otomobil ve kamyonet → son on yılda ortalama yıllık %5 artış

ULAŞIM SEKTÖRÜ

Karayolu Ulaşımında Mevcut Durum

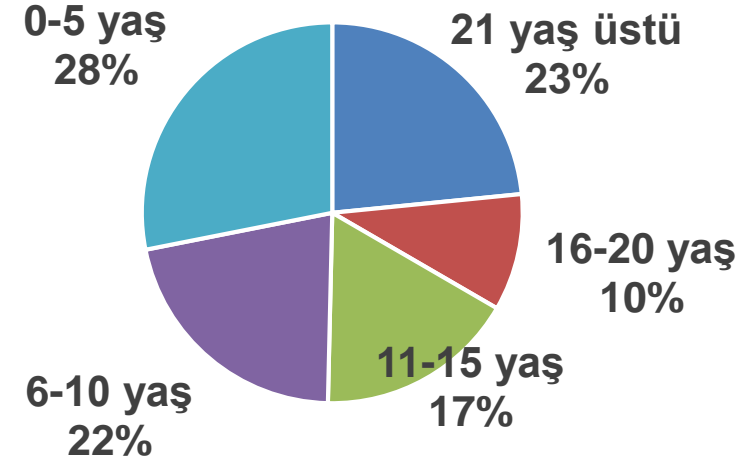
2018 Araç Sayısı Dağılımı



Otomobil → ~ 12 milyon

Kamyonet → ~ 4 milyon

2018 Araç Yaşı Dağılımı



- Ortalama yaş → 11,7
- 16 Yaş ve üzeri (%33) → 7,6 milyon araç
- Yaşlı Araçların %66 → Otomobil & Kamyonet

4,3 milyon

802 bin

ULAŞIM SEKTÖRÜ

Senaryolar

Olağan Durum Senaryosu (ODS)

- 2019-2030 yılları
- Olağan durumun değişmediği düşünülüyor.
- 2030 Yılında
 - Kaydı silinenler stoğun %0,3'ü
 - 16 yaş üstü M1&N1 → 11,7 milyon
 - Ortalama yaş → 13,1

Senaryo 1

- 2019-2030 yılları
- Teşvikler → hurdaya ayrılan araç sayısında artış
- 2030 Yılında
 - Kaydı silinenler stoğun → %3'ü
 - 16 yaş üstü M1&N1 → 6,8 milyon
 - Ortalama yaş → 9,7

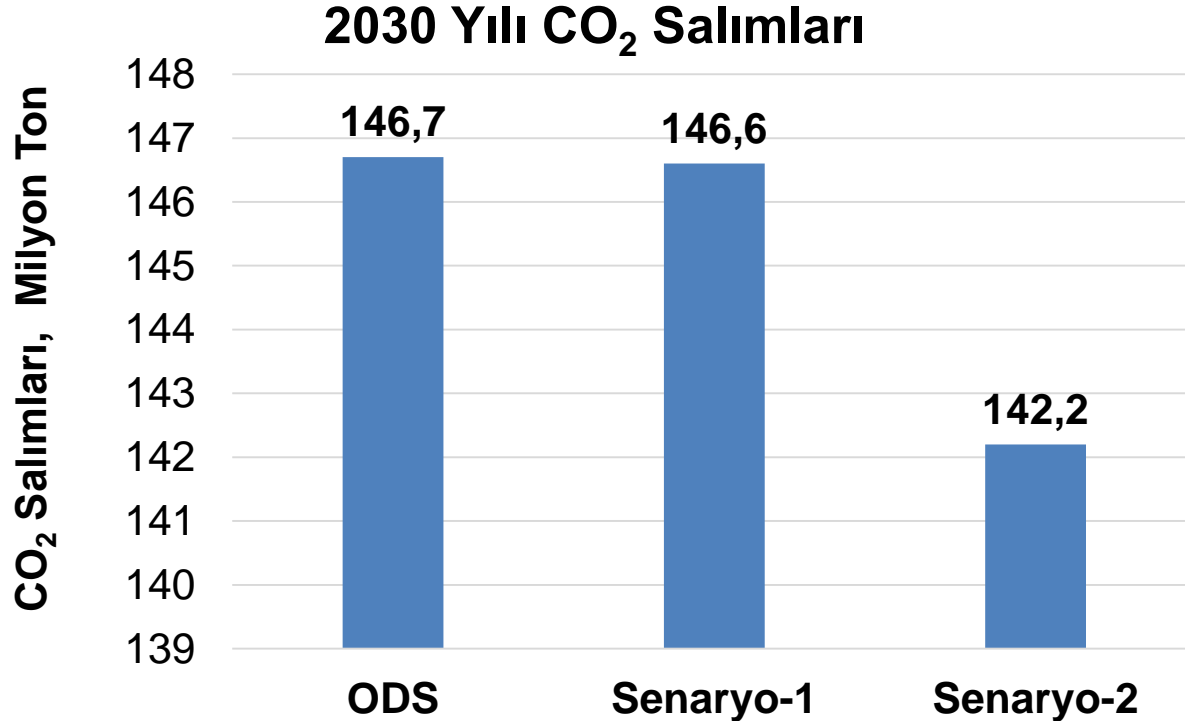
Senaryo 2

- 2019-2030 yılları
- Senaryo 1 ile aynı varsayımlar
- Dizel araçlar yerine hibrit ve elektrikli araçlar
- 2030 yılında kaydı yapılanların %40'ı hibrit araç, %12'si elektrikli araç olacaktır.



ULAŞIM SEKTÖRÜ

Senaryo Sonuçlarının Karşılaştırılması CO₂ Salımları

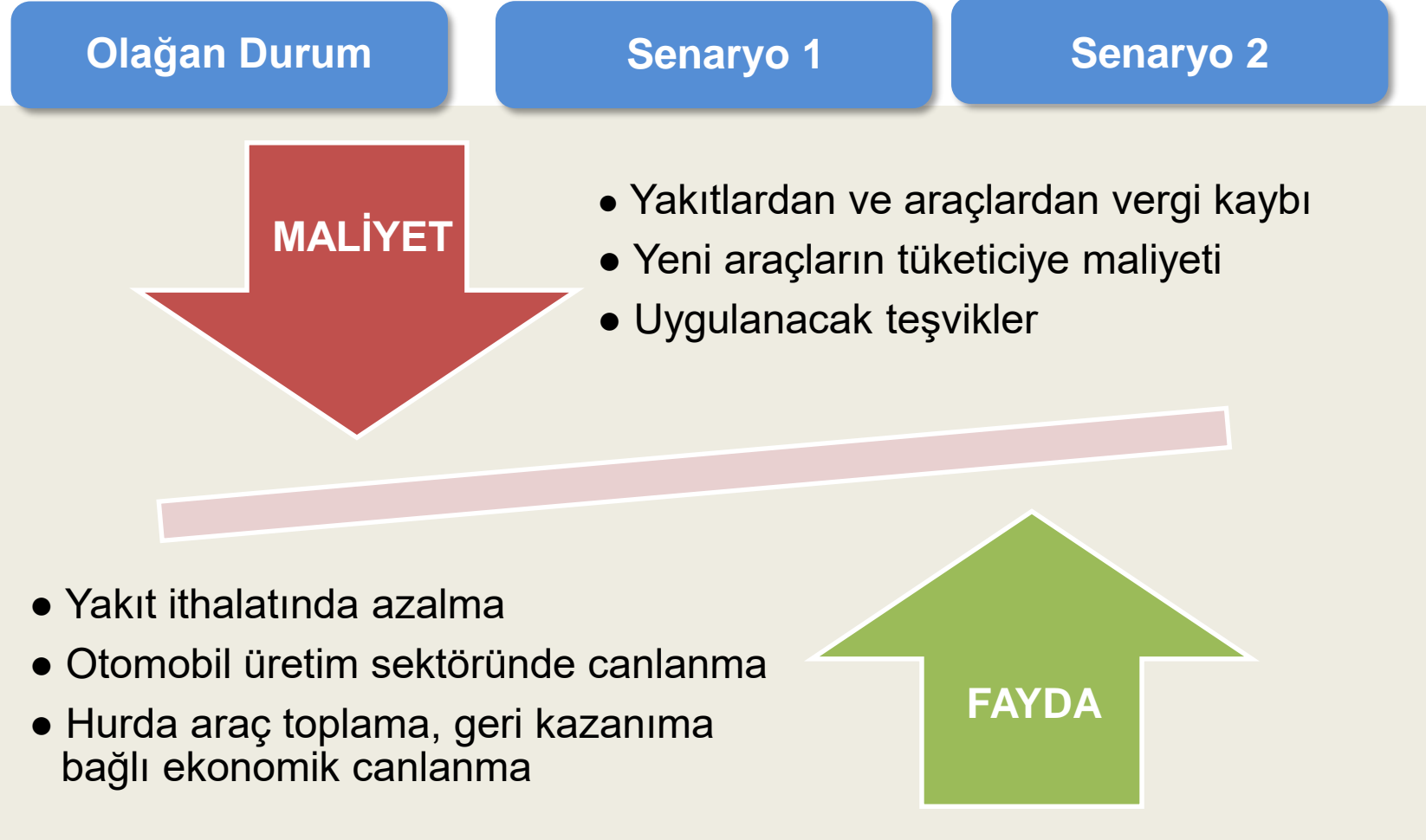


- COPERT Emisyon hesaplama programı
- ODS ile Senaryo 1 arasında yalnızca 143 bin ton azalma (-%0,1)
- ODS ile Senaryo 2 arasında 4,5 milyon azalma (-%3,1)



ULAŞIM SEKTÖRÜ

Senaryo Sonuçlarının Karşılaştırılması Maliyet ve Faydalar



ULAŞIM SEKTÖRÜ

Sosyal Fayda Maliyet Hesabı (2020–2030) - NBD

		Olağan Durum - Senaryo 1	Olağan Durum - Senaryo 2
Akaryakıt	Vergi Değişimi	10.863.413.963 TL	-5.757.911.117 TL
	İthalat Değişimi	10.627.748.085 TL	-1.023.776.827 TL
Kaydı Silinen (Hurda) Araçlar	Vergi Değişimi	-3.864.609.936 TL	-3.864.609.936 TL
	İthalat Değişimi	-17.885.830.047 TL (4.639.918 ton)	-17.885.830.047 TL (4.639.918 ton)
Kaydı Yapılan (Yeni) Araçlar	Vergi Değişimi (MTV)	25.951.443.808 TL	33.586.048.982 TL
	Vergi Değişimi (ÖTV+KDV)	1.206.017.222.151 TL	508.080.273.491 TL
	İthalat Değişimi	641.714.775.757 TL	656.638.014.428 TL
Toplam Vergi Değişimi		1.238.967.469.986 TL	532.043.801.420 TL
Toplam İthalat Değişimi		634.456.693.795 TL	637.728.407.554 TL
Toplam		604.510.776.191 TL	-105.686.606.134 TL



ULAŖIM SEKTÖRÜ

Genel Sonuçlar

- Hurdaya giden araç sayısının **%0,3'den %3'e çıkması** ile CO₂ salımlarında belirgin deėiŖim görülmemektedir. Ama, hurdaya giden araç sayısı **%3'te kalıp**, ama **hibrit ve elektrikli araç sayılarının** artırılması ile CO₂ salımlarında belirgin bir düşüŖ gözlenebilmektedir.
- Hibrit ve elektrikli araçların sayısının artması ile **yakıt tüketimi azaltmak** ve bu Ŗekilde devletin yakıt **vergi girdisi azalmaktadır**. Buna ek olarak, hibrit ve elektrik araçlardaki **düşük ÖTV** uygulaması ile vergi girdisi de düşmektedir.
- Yakıt tüketiminin düşürülmesi ile hava kalitesindeki artışın **sağlık üzerindeki etkisi** alışılmaktadır.



GENEL SONUÇLAR

- Elektrik ve ulaşım sektörü → hem enerji tüketiminde hem de CO₂ salımlarında önemli sektörler
- INDC'de verilen %21'lik CO₂ salım azaltımı için bu iki sektör çok önemli
- Hem elektrik sektöründe hem de ulaşım sektöründe enerji verimliliği yaklaşımı ile CO₂ salımında azaltım gerçekleştirilebilir
- Bu yaklaşımların fayda – maliyet analizlerinde harici maliyetlerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

Çalışmalarda Yer Alan Araştırmacılar:

- Eda Dal
- Elçin Tekeli
- Nilhan Duran
- Deniz Cansu Oğul
- Dr. Anna Golovko
- Dr. Mustafa Kızıltan
- Dr. Shihomi Ara Aksoy
- Prof. Dr. Ahmet Burçin Yereli
- Prof. Dr. Gülen Güllü

