

Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Karbondioksit Emisyonlarının Çevreye Etkisi ve Kontrolü

Cem SORUŞBAY

İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada karayolu taşıtlarından kaynaklanan sera gazlarının (özellikle CO₂) çevre üzerindeki olumsuz etkileri tanımlanmış ve bu etkiyi azaltıcı önlemler irdelenmiştir. Günümüzde taşıtların kirletici egzoz emisyonlarını kısıtlayan standartlar ve bu standartlara dayanan yönetmelikler yürürlüktedir. Ancak bu yönetmeliklerde yer almamasına karşın sera gazları kapsamında bulunan CO₂ emisyonlarının azaltılması yönündeki çalışmalar Kyoto Protokolü çerçevesinde sürdürülmektedir.

Bu çalışmada uluslararası platformda, çeşitli sektörlerin sera gazlarına katkısı ve bunu azaltma doğrultusunda uygulanan önlemlere değinilmiş ve özellikle ulaştırma sektöründeki mevcut durum değerlendirilmiştir. Karayolu taşıtlarının CO₂ emisyonlarının azaltılması yönündeki önlemler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karayolu taşıtları, karbondioksit emisyonu, sera etkisi

ABSTRACT

This study defines the negative effects of the greenhouse gases (especially CO₂) that result from road vehicles on the environment, and focuses on the measures that can be taken to reduce these effects. Today the standards limiting the vehicles' exhaust emissions and regulations based on these standards are in effect. However, though they are not included in these regulations, the studies regarding the reduction of the emission of CO₂, which is taken among the greenhouse gases, is being carried out in the scope of Kyoto Protocol.

In this study, the contributions of various sectors to greenhouse gases and the measures that are taken to reduce this situation were mentioned, and the present state in the transportation sector was evaluated. The measures to reduce CO₂ emissions of road vehicles were evaluated.

Keywords: Road vehicles, carbon dioxide emissions, greenhouse effect.

GİRİŞ

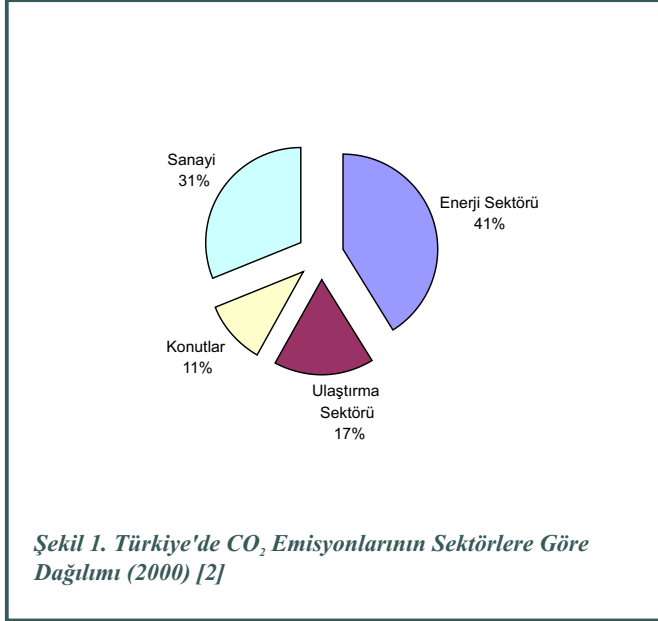
Dünya nüfusundaki artışa ek olarak, gelişmekte olan ülkelerde yaşam standardındaki artış yakın dönemde dünya toplam enerji üretiminde de önemli artışa neden olmuştur. Son 50 yıllık dönem içerisinde birincil enerji üretimi yaklaşık dört kat artarken, sıvı yakıtların üretiminde de 5.4 kat artış gerçekleşmiştir. Bu süreç içerisinde gelişmekte olan ülkeler, nüfuslarının yüksek olmasına karşın toplam enerji tüketimi içerisinde düşük pay almışlardır. Diğer taraftan enerji tüketimlerinin bir bölümünü hidrolik ve nükleer enerji kaynaklarından karşılamakta olan gelişmiş ülkeler, buna rağmen toplam enerji tüketiminde %80 mertebesindeki payları nedeniyle çevre kirliliğine katkıları açısından önemli pay almışlardır.

Türkiye'de ise toplam enerji tüketimi 1990 yılından 2003 yılına kadarki dönemde %58 oranında artmış bulunmaktadır.

Petrol kökenli yakıt tüketimi bu dönemde 22,700 [bin-tep] değerinden, 30,669 [bin-tep] değerine artış göstermiştir. Sıvı yakıt tüketimindeki bu artış beraberinde karbon dioksit (CO₂) emisyonlarındaki artışı da getirmektedir.

Türkiye'nin dahil olduğu OECD ülkelerinde 1971-1997 döneminde gerçekleşen yıllık %2,1 oranında ortalama büyüme hızı sonucunda enerji talebi artış göstermiştir.[1] 1997-2020 dönemi için de büyümenin yıllık %1,5 oranı ile sürmesi öngörülmektedir. OECD ülkelerinde ulaştırma sektörünün, toplam enerji talebi içindeki payı 1971 yılındaki %24 değerinden, 1997 yılında %33 değerine yükselmiş olup, 2020 yılı için öngörülen oran %37'dir. CO₂ emisyonlarındaki değişim de buna paralel olarak değişmekte olup OECD ülkelerinde toplam CO₂ emisyonları içerisinde ulaştırma sektörünün payı 1971 yılında %19 iken, 1997 yılında %27'ye yükselmiştir. Türkiye'de ise ulaştırmadan kaynaklanan CO₂

emisyonları toplam miktar içerisinde %17 paya sahiptir (Şekil 1.)



ATMOSFERİN SERA ETKİSİ VE MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLAR

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar arasında günümüzde emisyon standartları ile kontrol altına alınmış olan karbonmonoksit (CO), yanmamış hidrokarbonlar (HC) ve azot oksitler (NOx) bulunmaktadır. Ayrıca Diesel motorlarından kaynaklanan katı partiküller (PM) de yönetmelikler tarafından sınırlandırılmaktadır. Son 30 - 40 yıllık dönem içerisinde bu konuda önemli gelişmeler sağlanmış ve emisyon kontrolü öncesinde ortalama değer olarak CO, HC ve NOx emisyonları için sırasıyla 50, 7 ve 2,5 [g/km] mertebesinde olan taşıt emisyonları günümüzde aynı bileşenler için motor çıkışında sırasıyla 10, 2 ve 1,3 [g/km] değerine düşürülmüştür. Motor teknolojisindeki gelişmelere ek olarak katalitik dönüştürücülerin kullanımı ile CO, HC ve NOx emisyonları egzoz çıkışında ise 1,2 , 0,2 ve 0,2 [g/km] mertebelerine düşürülerek EURO-IV emisyon standartları sağlanmaktadır.

Günümüz taşıt teknolojisinde, yakıt tüketimine ve kullanılan yakıt özelliklerine bağlı olarak üretim miktarı değişim gösteren, sera gazları arasında yer alan karbondioksit

emisyonlarının azaltılması yönündeki çabalar küresel ısınma sorunu ile birlikte öne çıkmıştır. Sera gazları CO₂ dışında, atmosferde doğal olarak bulunan su buharı, metan (CH₄), ozon (O₃) ve N₂O gibi gazlar ile sanayi tesisleri ve ürünleri tarafından üretilen HFC, PFC ve Sf₆ gibi gazlardan oluşmaktadır. Atmosfer tabakasında yer alan sera gazları, güneşten gelen kısa dalga boylu ışınımın atmosferde yutulmadan geçmesini ve yeryüzünün ısınmasını sağlamakta, yeryüzünün yaydığı uzun dalga boylu ışınımın bir kısmının atmosfer tabakasında yutulması sonucu ise bu tabakanın ısınmasına neden olmaktadır. Atmosferin sera etkisi olarak adlandırılan bu olayda her molekül sadece uygun dalga boyunda gelen enerjiyi yutabilmektedir. Güneşin yüzeyinin 5700 K sıcaklıkta olması nedeniyle, gelen 0,3 m'den kısa ve 1,5 m'den uzun dalga boyuna sahip ışınım atmosfer tabakasındaki CO₂, H₂O ve O₃ tarafından yutulur, ancak orta dalga boylu ışınım yutulmadan yeryüzüne ulaşır.

Atmosfer tabakasındaki sera gazları -18°C değerinde olması gereken dünya yüzey sıcaklığının, atmosferin sera etkisi nedeniyle 33°C artarak, +15°C mertebesine ulaşmasına neden olmaktadır. Dünyadaki yaşam koşullarını daha olumlu kılan bu etki, doğal kaynaklar dışında üretilen sera gazlarının doğal dengeyi bozması sonucu olumsuz şekilde dönüşmektedir.

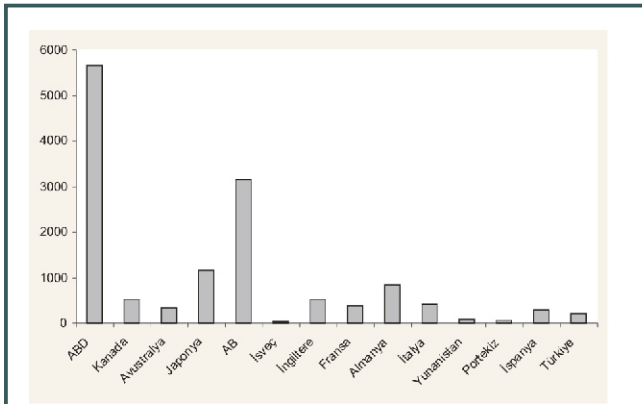
Atmosferin sera etkisi nedeniyle küresel ısınma gerçekleşmekte, deniz seviyeleri kutup buzlarının erimesi sonucunda yükselmekte, iklim değişikliği ile birlikte sağlık, tarım, gıda, su kaynakları vb. konularda sorunlar yaşanmaya başlanmaktadır.

Küresel ısınma sorununa çözüm getirmek amacıyla Kyoto Protokolü ile 2008 - 2012 dönemine kadar toplam sera gazı emisyonlarında 1990 yılı seviyesine oranla %5,4 azalma öngörülmüştür.

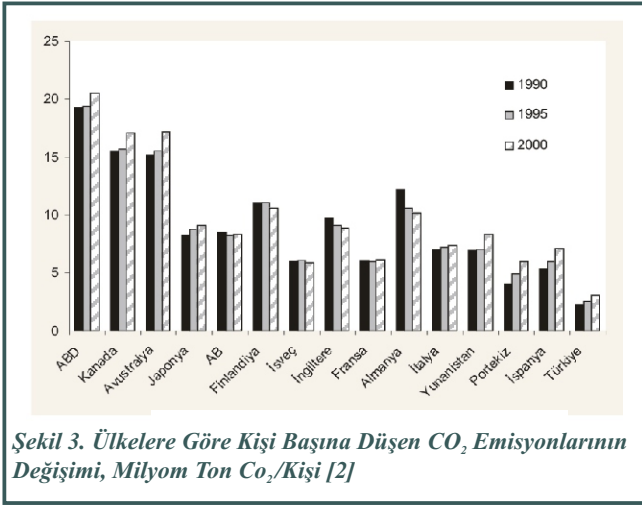
TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN SERA GAZLARININ KONTROLÜ

Kyoto Protokolü gereğince enerji, tarım, atık yönetimi, sanayi sektörlerinden ve konutlardan kaynaklanan Co₂ emisyonlarının azaltılması amacıyla çalışmalar

sürdürülmektedir. Ancak artan nüfus ve gelir düzeyi, ülkelerin enerji tüketiminde önemli artışa neden olmaktadır. Enerjinin verimli kullanımı, sera gazı emisyonları düşük alternatif enerji sistemlerinin uygulanması vb. Yaklaşımlar sonucu bazı ülkelerde kişi başına enerji tüketimi ve kişi başına CO₂ emisyonu değerleri 1990 yılından sonraki dönemde düşürülmüştür (Şekil 2 ve Şekil 3.). Ancak özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve A.B.D., Japonya gibi önemli miktarda CO₂ üreten ülkelerde bu durumun tersi geçerli olmuştur.



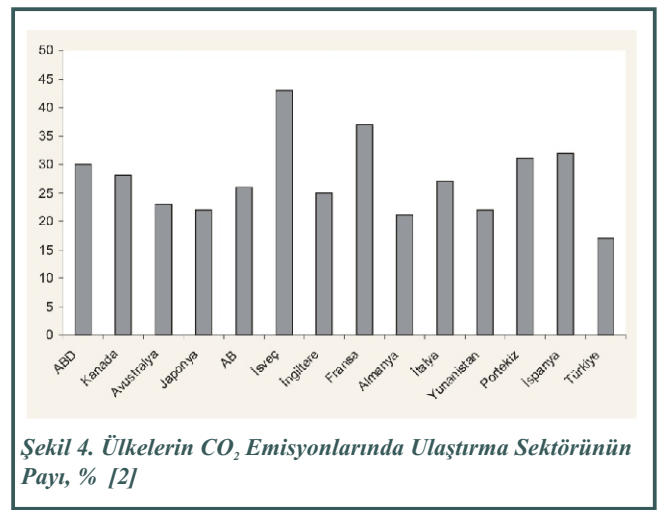
Şekil 2. Ülkelere Göre Toplam CO₂ Emisyonları, Milyon Ton CO₂ [2]



Şekil 3. Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen CO₂ Emisyonlarının Değişimi, Milyon Ton Co₂/Kişi [2]

1990 yılından sonraki süreç içerisinde diğer sektörlerde CO₂ emisyonlarının azaltılmasında sağlanan ilerlemeye karşın, ulaştırma sektöründen kaynaklanan miktar taşıt sayılarındaki ve araç kullanım miktarındaki artış nedeniyle artmaktadır. Bu durum özellikle toplam CO₂ emisyonları içerisinde karayolu taşıtlarının payının yüksek olduğu

ülkelerde önem taşımaktadır (Şekil 4). Batı Avrupa ülkelerinde ulaştırma aktivitelerinin yoğun olmasına karşın buradaki koşulların doyuma ulaşmış olması nedeniyle, yıllık artış düşük olup 1970-1990 döneminde [yolcu-km] değerlerinde yıllık ortalama artış %3,2 olurken, 1997-2020 dönemi için öngörülen artış da %1,7'dir. Otomobil kullanımındaki artışın da [yolcu-km] olarak aynı dönemlerde %3,4 değerinden, %1,2 değerine gerileyeceği öngörülmektedir [1].



Şekil 4. Ülkelerin CO₂ Emisyonlarında Ulaştırma Sektörünün Payı, % [2]

Türkiye ve orta Avrupa ülkelerinde ise durum farklıdır. Ulaştırma faaliyetlerinin giderek artış gösterdiği bu grupta, 1970-1997 döneminde [yolcu-km] cinsinden tanımlanan ulaştırma faaliyetlerinde ortalama %3,3 artış olmuştur. 1997-2020 dönemi için de %3,0 artış öngörülmektedir. Aynı dönemlerde otomobil kullanımında ise [yolcu-km] cinsinden yıllık %5,7 artıştan, %4,2 artış seviyesine gerileme olacağı öngörülmektedir. Buna göre 1986 yılında %36 olan otomobil ile ulaşım payı, 2002 yılında %60 seviyesine ulaşmış olup, 2020 yılında ise %80 seviyesine ulaşacağı öngörülmektedir.

Otomobil kullanımında beklenen bu artışlara karşın Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği (ACEA) tarafından araçların ürettikleri CO₂ miktarının, 1995 değerlerine göre %25 azalma ile 2008 yılında ortalama olarak 140 gCO₂/km değerine düşürülmesi hedeflenmektedir. 2012 yılı için hedeflenen filo ortalama değeri ise 120 gCO₂/km'dir [3].

Karayolu taşıtlarından kaynaklanan CO₂ emisyonlarının azaltılması için,

- trafiğe yeni çıkan taşıtların yakıt tüketimlerinin azaltılması,
- sera gazı üretimi daha düşük olan alternatif yakıtların kullanımı,
- trafik akışının düzenlenmesi ve
- ulaşım planlaması sonucu alternatif yaklaşımların kullanımı gerekmektedir.

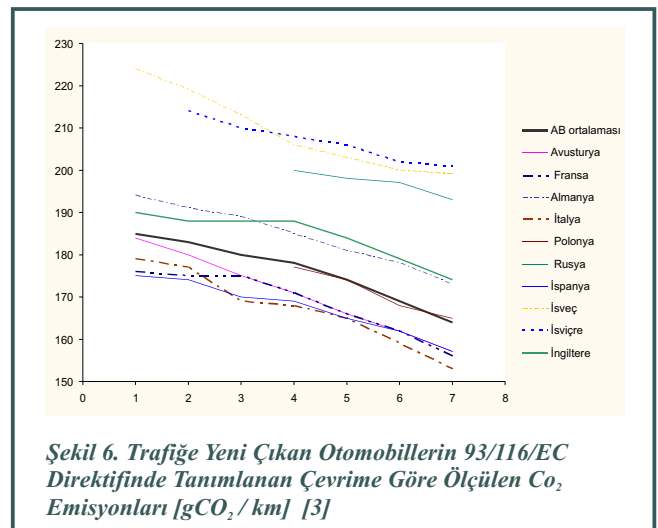
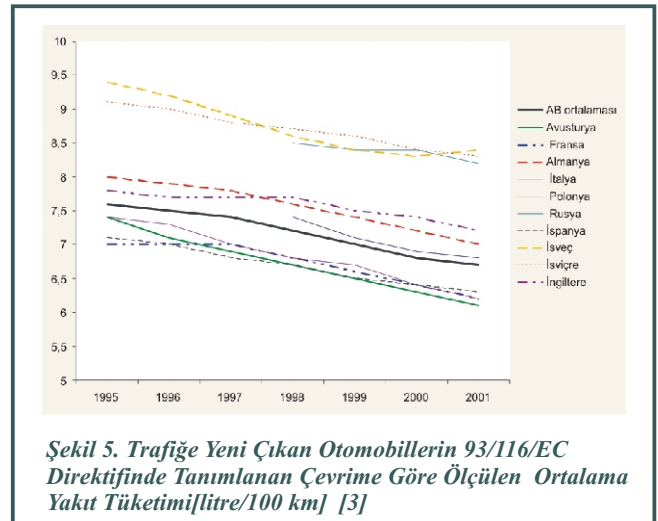
Taşıtların yakıt tüketimi taşıt ve motor teknolojisindeki iyileştirmeler sonucunda azaltılabilir. Hafif malzeme kullanımıyla ve boyut küçültme sonucunda taşıt kütlesinin azaltılması ve taşıtların aerodinamik özelliklerindeki iyileştirmeler yakıt tüketimini azaltacaktır. Bu doğrultudaki çalışmalar özellikle şehir içi ulaşımda küçük otomobillerin kullanımının yaygınlaştırılması, Diesel motorlu otomobillerin ve hibrid taşıtların yaygın kullanımını sağlamak amacıyla vergilendirme politikalarında uygulanacak yaklaşımları içermektedir.[4,5] Ancak çarpışma emniyetinin ve kullanıcı istekleri doğrultusunda konfor kriterlerinin sağlanabilmesi için taşıt kütlesinin belirli değerlerin altına düşürülmesi mümkün olmamaktadır [6].

İçten yanmalı motor teknolojisindeki gelişmeler de alternatif yakıt kullanımı ile birlikte, CO₂ emisyonlarının kontrolünde özellikle kısa ve orta dönemde önem taşımaktadır. Fakir karışimli yanmanın uygulandığı direkt püskürtmeli benzin motorları (GDI) düşük yakıt tüketimi nedeniyle özellikle Japonya ve AB ülkelerinde yaygınlaşmaktadır. Bunun dışında motorlarda elektronik kontrol donanımlarının kullanımı, verimi artırıcı tasarıma dayalı önlemlerin alınması, küçük strok hacimli motorların şehir içi koşullarda tam yüke yakın işletme koşullarında çalıştırılması da yakıt tüketimi açısından fayda sağlayacaktır. Ayrıca LPG, doğal gaz, hidrojen, alkol yakıtlar ve biodiesel gibi yakıtların benzin ve diesel yakıtına alternatif olarak veya katkı maddesi olarak kullanımı da yakıt tüketiminde veya emisyonların düşürülmesinde avantaj sağlayacaktır [7].

Ancak alternatif yakıtların karşılaştırılmasında, kaynaktan son kullanıma kadarki süreç değerlendirilmeli ve yakıtın üretim aşamasında ortaya çıkan emisyonların da yakıtın taşıtlarda kullanımı sırasındaki emisyonlar kadar önemli olduğu dikkate alınmalıdır.

AB ve bazı ülkelerde son yıllarda uygulamaya konulan teknolojik önlemler sonucunda trafiğe yeni çıkan taşıt filolarının yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu ortalama değerlerinde belirgin düşüş sağlanmıştır (Şekil 5 ve Şekil 6). Bu eğilimin önümüzdeki yıllarda da sürdürüleceği ön görülmektedir.

Ülkemiz koşullarında ise trafikteki araçların yenilenme hızı düşük olduğundan, yeni teknoloji ile üretilen taşıtların



toplam emisyonlara etkisinin ortaya çıkma süresi uzun olmaktadır.

Trafik akışının düzenlenmesi sonucunda şehir içi ortamında araçların yakıt tüketimi açısından en uygun şartlarda kullanımının sağlanması yakıt tüketimini düşürecektir. Araç seyirinde 50-60 km/saat değerindeki sabit hızlar, yakıt tüketiminin en düşük olduğu koşulları sağlamaktadır. Dolayısıyla trafik akışının ayarlanması ve trafikteki sıkışıklıkların giderilmesi, trafik ışıklarının senkronizasyonu toplam yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonlarını etkilemektedir. Ayrıca oto-yollarda uygulanan maksimum hızın sınırlandırılması da önem taşımaktadır.

Uygulanan ulaşım planlaması sonucunda bütünleşik toplu taşımacılığın payının artırılması, araçların tam yolcu kapasitesi ile yüklenmesini sağlayacak ve yolcu başına enerji tüketimini sınırlayacaktır. Deniz ve demiryolu ulaşımının olanaklı olduğu bölgelerde bu olanağın değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca ülke koşullarına uygun olarak yolculuk alışkanlıklarının değiştirilmesi yolundaki çabalar da sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır. Yürüyüş ve bisiklet kullanımına uygun alt yapının sağlanması ve teşviki ulaştırma sektöründeki enerji tüketiminin düşürülmesini sağlayacaktır.

SONUÇLAR

Karayolu taşıtlarından kaynaklanan CO₂ emisyonlarının kontrolü, taşıtların üretim ve kullanım aşamalarında enerji tüketim verimliliğine ilişkin önlemlerin alınmasına bağlıdır. Bu nedenle taşıt ve motor teknolojilerindeki gelişmeler, alternatif yakıtların kullanımı, taşıtların kullanımında yakıt tüketimi bakımından en uygun trafik koşullarının sağlanması CO₂ emisyonlarının kontrolünde önem taşımaktadır.

Ulaştırma aktivitelerinde verimlilik, enerji tüketiminin kısıtlanmasında ön planda yer almaktadır. Buna göre toplu taşımacılık sistemlerinin yaygınlaştırılması, yolcu ve yük

taşımacılığında karayolu uygulamaları kadar deniz ve demiryolu sistemlerinin kullanımı, şehir içi kısa mesafelerde yaya ve bisiklet ile ulaşımın sağlanması ve buna uygun alt yapının gerçekleştirilmesi de önem taşımaktadır.

Karayolu taşıtlarının kullanımının kısıtlanmasında ve uygun taşıtlara yönelimde uygulanacak mali politikalar ve teşvikler yönlendirici olacaktır. Mevcut trafik parkındaki eski teknoloji ile üretilmiş taşıtların trafikten çekilmesine yönelik teşvikler de amaçlanan hedeflere kısa dönemde ulaşılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. **M. Landwehr and C. Marie-Lilliu**, "Transportation Projections in OECD Regions Detailed Report", International Energy Agency, May 2002.
2. "Dealing with Climate Change Policies and Measures in IEA Member Countries", International Energy Agency Report, OECD/IEA, France, 2002.
3. "Monitoring of CO₂ Emissions from New Cars", Council of Ministers, European Conference of Ministers of Transport, Report CEMT/CM(2003) 10, 27 March 2003.
4. "Fiscal Measures to Reduce CO₂ Emissions from New Passenger Cars", Main Report, European Commission's Directorate-General for Environment, COWIAS, January 2002.
5. "Saving Oil and Reducing CO₂ Emissions in Transport Options and Strategies", International Energy Agency Report, OECD/IEA, France, 2001.
6. **M. Ergeneman ve C. Soruşbay**, "Karayolu Taşımacılığında Enerjinin Etkin Kullanımı", Enerji Tasarrufu Etkinliği, Ankara, 2005.
7. **C. Soruşbay**, "Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Sera Gazlarının Kontrolü", II. Türkiye Enerji Forumu, Çırağan Sarayı, İstanbul, 2002.