



Araştırma Makalesi / Research Article
**ESTIMATION OF TURKISH ROAD TRANSPORT EMISSIONS AND
EMISSION REDUCTION SCENARIOS**

Berk ÖZOĞUZ*

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yıldız-İSTANBUL

Geliş/Received: 07.07.2008 Kabul/Accepted: 10.10.2008

ABSTRACT

Turkish road transport emissions and fuel consumption originated from passenger cars were calculated for the year 2006 by using COPERT III simulation program. By taking these results as a baseline, some strategies were created to reduce fuel consumption and emissions. Strategies like; fleet renewal, faster urban traffic and preferring small engines have favourable effects on fuel consumption and exhaust emissions. While making arrangements about transport, energy and emission strategies these kinds of data should be considered for more effective results.

Keywords: Fuel consumption, emission estimation, road transport, copert III.

**TÜRKİYE KARA YOLLARINDA OLUŞAN EMİSYON MİKTARININ BELİRLENMESİ VE
EMİSYON AZALTIM SENARYOLARI**

ÖZET

Ulaşım sektöründe tüketilen yakıt miktarının ve bu sektör tarafından üretilen egzoz emisyonu değerlerinin belirlenmesi gerekli planlama ve düzenlemelerin doğru bir şekilde yapılabilmesi açısından önem taşımaktadır. COPERT III simülasyon programı ile Türkiye kara yollarındaki otomobil kullanımından kaynaklanan emisyon salınımları ve yakıt tüketim değerleri 2006 yılı verilerine göre hesaplanmıştır. Bu sonuçlar temel alınarak geliştirilen bazı stratejilerin uygulanması durumunda sağlanacak değişimler ortaya konulmuştur. Otomobil filosunun yenilenmesi, şehir içi ulaşım hızının artırılması ve küçük motor hacimli araçların tercih edilmesi durumunda yakıt tüketiminde azalma ve emisyon değerlerinde iyileşmeler sağlanabileceği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Yakıt tüketimi, emisyon tahmini, kara yolu ulaşımı, copert III.

1. GİRİŞ

Ulaşım tarihin her döneminde yadsınamaz bir öneme sahip olmuştur. Farklı kolları ile ulaşım sektörü politik, ekonomik, sosyolojik birçok konuda etkin bir alandır. Bu etkinliğinin sonucu olarak insan yaşamını çeşitli yönlerden etkilemektedir. Kara yolu ulaşımı bu sektör içindeki ağırlığı ve yaşamımız üzerindeki etkisi ile öne çıkmaktadır.

Avrupa Çevre Ajansı (EEA) üyesi ülkeler arasında karayolu taşımacılığı %77'lik pazar payı ile yük taşımacılığında en büyük paya sahiptir. Üstelik bu oran demiryolu ve ulusal

* e-mail/e-ileti: bozoguz@yildiz.edu.tr, tel: (212) 383 70 70

denizyolu taşımacılığı karşısında artma eğilimindedir. Bu karşılaştırmaya uluslararası deniz taşımacılığı ve çok sınırlı olan havayolu taşımacılığı dâhil edilmemiştir [1].

Yolcu taşımacılığında da benzer bir durum ile karşılaşılmıştır. Çizelge 1. 'de bazı Avrupa ülkelerinde yolcu taşımacılığında etkili ulaşım modlarının kullanım oranları verilmiştir. Bu bilgiler ışığında kara yolu taşımacılığının büyük bir farkla baskın olduğu açıktır. Bu mod içerisinde hususi otomobillerin çok önemli bir paya sahip oldukları görülmektedir.

Çizelge 1. Yolcu taşımacılığında etkin ulaşım modlarının kullanım oranları (%) [2]

| | Hususi oto. | Otobüs | Demiryolu | Havayolu | Metro & tramvay | Motorlu iki tekerliler | Bisiklet | Yürüme |
|------------------|-------------|--------|-----------|----------|-----------------|------------------------|----------|--------|
| Fransa | 72 | 4 | 7 | 11 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Almanya | 70 | 6 | 6 | 10 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Yunanistan | 51 | 18 | 1 | 7 | 1 | 18 | 1 | 3 |
| İrlanda | 45 | 12 | 3 | 35 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| İtalya | 71 | 10 | 5 | 3 | 1 | 7 | 1 | 2 |
| Portekiz | 71 | 8 | 3 | 9 | 1 | 6 | 0 | 3 |
| İspanya | 69 | 10 | 4 | 11 | 1 | 3 | 0 | 3 |
| Birleşik Krallık | 69 | 5 | 4 | 17 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| EU-15 | 69 | 7 | 5 | 11 | 1 | 3 | 1 | 2 |

Ülkemizde ulaşım modları arasında dengeli bir dağılım sağlanamamıştır. Ulusal istatistikler incelendiğinde Türkiye için de kara yolu ulaşımının sektöre hâkim olduğu görülmektedir. Çizelge 2. 'deki veriler incelendiğinde yük ve yolcu taşımacılığında kara yolu kullanımının %90 'nın üzerinde bir paya sahip olduğu görülmüştür. Çizelge 3 'de Türkiye devlet yollarındaki ağırlıklı günlük ortalama trafik dağılımı araç tiplerine göre verilmiştir. Bu dağılıma göre Avrupa'daki eğilime paralel olarak otomobil kullanımı ağırlıktadır.

Çizelge 2. Türkiye ulaşım modları kullanım oranları, 2003 (%) [3]

| | Karayolları | Demiryolları | Denizyolları | Havayolları | Toplam |
|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------|
| Ton - Km | 92 | 5 | 3 | 0 | 100 |
| Yolcu - Km | 95 | 3 | 0 | 2 | 100 |

Çizelge 3. Türkiye devlet yollarındaki ağırlıklı günlük ortalama trafik dağılımı (%) [4]

| Yıl | Otomobil | Otobüs | Kamyon | Toplam |
|------|----------|--------|--------|--------|
| 2002 | 63 | 6 | 31 | 100 |
| 2004 | 66 | 6 | 28 | 100 |
| 2006 | 66 | 5 | 29 | 100 |

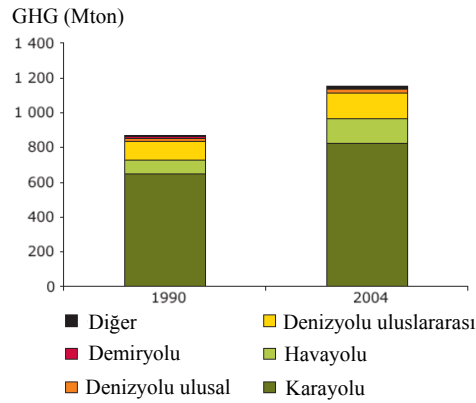
Sektörde bu denli ağırlığı olan kara yolu taşımacılığı üzerinde önemle durulmalı; beraberinde getireceği sonuçlar iyi analiz edilmelidir. 2006 yılında ulaştırma sektöründeki enerji tüketimi 14.912.000 ton petrol eşdeğeri (TEP) 'dir. Bunu içinde 12.653.000 TEP ile kara yollarındaki enerji tüketimi en önemli paya sahiptir [4]. Bu değerler ile konunun oluşturulacak enerji politikalarında göz önünde bulundurulmasının ve ileriye dönük doğru öngörülerin ve planlamaların yapılmasının gerekliliği açıkça görülmektedir.

Ulaşım sektörü son dönemde gündemde fazlasıyla yer bulan küresel ısınma üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Küresel ısınma üzerinde etkin gazlardan (GHG) biri olan karbon dioksit (CO₂) gazı salınımı yapan sektörler arasında ulaşım sektörü %22-24 'lük bir paya sahiptir [5]. Bu oran içerisinde kara yolu ulaşımı önemli bir yer tutmaktadır. EU-15 üyesi ülkelerde 1990-2004 yılları arasında enerji üretimi, tarım sektörü ve sanayi tesisleri kaynaklı GHG salınımı

azalmış olmasına rağmen Şekil 1'den de görülebileceği gibi ulaşım sektörü kaynaklı GHG salınımı yaklaşık %26 oranında artış göstermiştir. Bu dönemde Türkiye'deki taşıt kaynaklı sera gazı salınımı %56 oranında yükselmiştir [2]. Değerlerdeki bu değişimler araç parkındaki artış ile açıklanabilir.

Bunun yanında ulaşım sektörü karbon monoksit (CO), hidro-karbon (HC), azot oksit (NO_x), partikül madde (PM), kükürt (S), kurşun (Pb) ve bazı ağır metaller gibi çevre ve insan sağlığına zararlı bir çok emisyonun da başlıca kaynağıdır. Motorlu taşıtların özellikle şehir içinde oluşturdukları zararlılar yaşam alanlarında yüksek konsantrasyonlara ulaşarak insan sağlığını tehdit etmektedirler.

Tüm bu konu başlıkları göz önüne alındığında enerji, sosyal yaşam ve sağlık konularındaki planlama ve stratejilerin geliştirilmesi aşamasında ulaşım sektörünün dikkatle analiz edilmesi gereken bir alan olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışma kapsamında da COPERT III simülasyon programı kullanılarak kara yolu taşımacılığı kaynaklı emisyon miktarları ve bunların azaltılması yönünde yapılabilecekler hakkında bir öngöründe bulunulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye araç parkında ve kullanım oranlarında yüksek bir paya sahip olan otomobillerden kaynaklanan emisyon değerleri ve bunları azaltma senaryoları incelenmiştir.

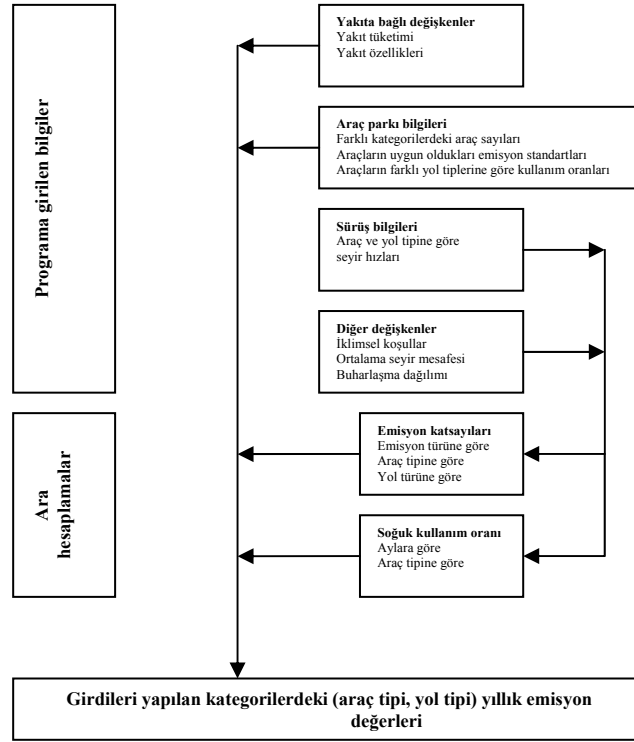


Şekil 1. Ulaşım sektörü kaynaklı GHG salınım miktarları [2]

2. YÖNTEM

COPERT III kara yolu taşımacılığı sektöründen kaynaklanan emisyon salınımlarının hesaplanmasında kullanılan bir yazılımdır. Yazılımın geliştirilme çalışmaları EEA tarafından finanse edilmiştir ve kullanımı tüm Avrupa'da kabul görmektedir.

Programı girilen çeşitli veriler ve yapılan ara hesaplamalar ile emisyon miktarlarının öngörüsünü yapmak mümkün olmaktadır. Bu işlemler Şekil 2 'de verilen akış şeması ile özetlenmiştir. Dört farklı türde (kurşunlu benzin, kurşunsuz benzin, motorin ve LPG) yıllık yakıt tüketim değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Ülkemizin ulaşım sektöründeki yakıt tüketimi değerleri Çizelge 4 'de verilmiştir. Günümüzde ülkemizde kurşunlu benzin satışı yoktur; buna bağlı olarak benzinli araçların tümü kurşunsuz benzin kullanmaktadır. Yakıt olarak LPG kullanan otomobillerin birçoğu fabrikadan benzinli araç olarak çıkış yapmakta ve sonraki dönemde kullanıcıları tarafından LPG 'li araçlara dönüştürülmektedir. Bu nedenle bu otomobillerin sayıları ve motor hacimleri gibi teknik özellikleri hakkında net bilgilere ulaşmak mümkün olmamaktadır. Araç filosu bilgileri oluşturulurken bu araçlar benzinli otomobiller sınıfına dâhil edilmişlerdir.



Şekil 2. COPERT III programının temel akış şeması [8]

Çizelge 4. Ulaştırma sektörü yakıt tüketimi, 2006 [6]

| Yakıt türü | Yakıt tüketimi (ton) |
|------------------|----------------------|
| LPG | 1570000 |
| Kurşunsuz benzin | 2752000 |
| Motorin | 8172000 |

Ortam sıcaklığı değerleri özellikle motoru ilk (soğuk) çalıştırma evresinde oluşan emisyonlar üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Bu etkinin programa yansıtılabilmesi amacıyla Türkiye'deki tüm illerin ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri aylara göre belirlenmiştir. İllerde bulunan araç sayıları ve bu sayıların toplam araç parkındaki payı göz önünde bulundurularak tüm ülkeyi karakterize edebilecek aylık ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri hesaplanmalıdır.

Otomobillerin seyahatleri sırasında hangi yol tipini (il yolu, devlet yolu, otoyol) ne oranda kullandıkları Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından derlenen otomobil-km istatistikleri yardımıyla belirlenmiştir [7]. Her üç yol tipi için de ortalama seyir hızları hakkında Türkiye 'ye ait net bir bilgi elde edilememiştir. Bu eksik veriler yerine Avrupa Birliği üyesi ülkelerin seyir hızı ortalamaları alınmıştır. Çizelge 5 'de bazı ülkelerdeki ortalama seyir hızları farklı yol tipleri için verilmiştir.

Çizelge 5. Bazı Avrupa ülkelerindeki ortalama seyir hızları (km/s) [8]

| | İl Yolu | Devlet Yolu | Otoyol |
|------------------|---------|-------------|--------|
| Danimarka | 30 | 60 | 90 |
| Finlandiya | 30 | 80 | 100 |
| Yunanistan | 19 | 60 | 90 |
| İrlanda | 30 | 50 | 85 |
| Hollanda | 25 | 60 | 100 |
| Slovenya | 30 | 60 | 100 |
| Birleşik Krallık | 40 | 77 | 115 |

COPERT III programı araç parkının motor hacmi değerlerine göre sınıflandırılmasını gerektirmektedir. Fakat bu şekilde düzenlenmiş resmi bir istatistik elde edilememiştir. Gerekli olan bu değerler araç parkını, bu araçlarda kullanılan yakıt türünü, yurtiçine satışı yapılan otomobil modellerini ve bunların teknik özelliklerini temel alan bir hesaplama ile elde edilmiştir.

2006 yılı sonu itibariyle Türkiye'deki toplam otomobil parkı 6.140.992 adettir [4]. Bu araçlar uyumlu oldukları emisyon standartlarına göre sınıflandırılmalıdırlar. Belirleyici kriter araçların model yılları ve emisyon standartlarının yürürlüğe giriş tarihleridir. Günümüze kadar ülkemizde geçerli olan uygulama emisyon standartlarının bir sene gecikmeli olarak yürürlüğe konması şeklinde olmuştur. Bu süreçte otomobillerde EURO II standartları uygulanmamış ve 2001 senesinde EURO I den direkt olarak EURO III standartlarına geçilmiştir [9]. 1987 model ve daha eski otomobillerin tümü PRE-ECE kategorisine dâhil edilmiştir. 2006 yılı verilerine göre düzenlenen otomobil parkı Çizelge 6-7 da verilmiştir.

Çizelge 6. Benzin yakıtlı otomobil parkı

| Motor hacmi | Pre - ECE | ECE 15/04 | Euro I | Euro III |
|-------------|-----------|-----------|---------|----------|
| <1,4 cc. | 317034 | 356402 | 934793 | 712440 |
| 1,4-2,0 cc. | 427375 | 480444 | 1260138 | 960397 |
| >2,0 cc. | 10638 | 11959 | 31367 | 23906 |

Çizelge 7. Motorin yakıtlı otomobil parkı

| Motor hacmi | Pre - ECE | ECE 15/04 | Euro I | Euro III |
|-------------|-----------|-----------|--------|----------|
| <2,0 cc. | 77337 | 86940 | 228031 | 173791 |
| >2,0 cc. | 6557 | 7372 | 19335 | 14736 |

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çizelge 8 'de Türkiye karayollarında 2006 yılı verilerine göre COPERT III programı ile hesaplanan emisyon değerleri verilmiştir. Kullanım oranının fazla olmasına bağlı olarak devlet yollarındaki taşımacılık sırasında oluşan emisyon değerleri toplam içinde en büyük paya sahiptirler. Çizelgede verilen CO₂, CH₄, N₂O gazları küresel ısınma ve sera gazı etkisi bakımından etkin emisyonlardır. Diğer emisyonlar da özellikle yoğun yerleşimin olduğu bölgelerde insan sağlığını tehdit etmektedirler.

Çizelge 8. Otomobil kaynaklı emisyon değerleri (ton)

| Emisyon | İl yolu | Devlet yolu | Otoyol | Toplam |
|-------------------------------------|---------|-------------|---------|----------|
| Karbon monoksit (CO) | 170861 | 300518 | 38542 | 509921 |
| Azot oksit (NO _x) | 7535 | 36144 | 10936 | 54614 |
| Metan dışı uçucu organikler (NMVOC) | 34255 | 30062 | 5813 | 70131 |
| Metan (CH ₄) | 1850 | 2194 | 135 | 4179 |
| Partikül madde (PM) | 143 | 352 | 81 | 576 |
| Diazot oksit (N ₂ O) | 279 | 612 | 291 | 1182 |
| Amonyak (NH ₃) | 334 | 2773 | 713 | 3820 |
| Karbon dioksit (CO ₂) | 2558130 | 8519482 | 1967014 | 13044626 |
| Kükürt dioksit (SO ₂) | 1087 | 3693 | 864 | 5643 |
| Kurşun (Pb) | 2643 | 8443 | 1896 | 12983 |

Elde edilen bu sonuçlar Soylu 'nun 2004 yılı verilerini kullanarak COPERT III programıyla elde ettiği değerler ile karşılaştırıldığında küresel ısınma üzerinde doğrudan etkili olan CH₄, N₂O ve CO₂ gibi emisyon türlerinde yakın sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Soylu 'nun çalışmasında otomobil kaynaklı bu emisyon türlerinin yıllık miktarları sırasıyla 4840, 1140 ve 13283370 ton olarak verilmiştir [9]. Hesaplamaların baz alındığı senelerin, bu senelerdeki koşulların ve yapılan kabullerin farklı olmasına bağlı olarak (değişen araç parkı sayısı, yakıt özellikleri, seyir şartları vb.) diğer emisyon türlerindeki sonuçlarda farklılıklar görülebilir.

3.1. Uygulanabilecek Emisyon Azaltım Stratejileri

Türkiye gelişmesini sürdüren ve siyasi, ekonomik, sosyal birçok alanda değişim içinde olan bir ülkedir. Benzer yapı taşımacılık sektöründe de görülmektedir. Sürekli gelişim ve değişim içindeki bu sektörün yakıt ihtiyacı, araç sayısı, alt yapı gereksinimleri gibi daha birçok bileşeni göz önünde bulundurularak doğru bir şekilde planlanması gerekmektedir.

COPERT III programı kullanılarak elde edilen veriler ışığında gelecekte yapılabilecek bazı düzenlemelerin yakıt tüketimi ve emisyon değerleri üzerindeki etkileri ortaya konulabilir. Bu çalışma kapsamında üç farklı senaryonun etkileri incelenmiştir. Geliştirilen senaryoların bazı parametrelerde oluşturacağı değişimler Çizelge 9 'de verilmiştir. Bu gösterimde 2006 yılı verileri sonucunda simülasyonda elde edilen emisyon değerleri referans kabul edilmiş ve uygulanacak senaryoların bu referans değerlere göre kaydettikleri yüzde değişimler verilmiştir.

Çizelge 9. Emisyon azaltım stratejilerinin sonuçları

| | FC | CO ₂ | PM | CH ₄ | NMVOC | NO _x | CO |
|----------------------------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-------|-----------------|-----|
| Referans | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Filonun Yenilenmesi | 99 | 100 | 95 | 97 | 93 | 93 | 93 |
| Şehir içi ulaşımın hızlanması | 92 | 94 | 88 | 96 | 97 | 103 | 95 |
| Küçük hacimli motorların tercihi | 99 | 100 | 99 | 98 | 97 | 97 | 98 |

3.1.1. Araç Parkının Yenilenmesi

2006 yılı itibarıyla Türkiye otomobil parkı içerisinde model yıllarına bağlı olarak yeni nesil emisyon standartlarına uygun olmayan birçok araç bulunmaktadır. Bu araçların %10'luk bir kısmının EURO IV normlarına sahip yeni nesil araçlar ile yenilenmesinin yakıt tüketimi (FC) ve emisyon değerleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Yakıt tüketimi %1 'lik bir azalma ile %99 'e gerilerken; PM, CH₄, NMVOC, NO_x, ve CO emisyonları da sırasıyla %95, %97, %93, %93 ve %93 'e gerilemiştir. Bunun nedeni olarak eski model araçların sahip oldukları teknolojilerin EURO IV normlarına uygun olarak üretilen

araçların çok gerisinde olmaları gösterilebilir. Yeni nesil araçlar elektronik kontrollü işletim sistemleri sayesinde motorun değişen çalışma koşulları karşısında optimum değerler ile çalışmasını sağlarken; sahip oldukları emisyon kontrol teknolojileri ile çevreye çok daha az emisyon salınmasına olanak tanır. Merkezi idare ve yerel yönetimler tarafından yapılacak düzenlemeler ile (vergi indirimi vb.) kullanıcılar yeni nesil araçlara yönlendirilebilirler.

3.1.2. Şehir İçi Ortalama Ulaşım Hızının Arttırılması

Şehirlerdeki trafik koşulları nedeniyle otomobilleri verimli oldukları hız aralığında kullanmak genelde mümkün olmamaktadır. Trafiğin daha da yoğun olduğu büyük şehirlerde bu sıkıntı daha bariz şekilde kendini göstermektedir. Verimli bölgenin dışında kalan işletme koşulları yakıt tüketiminin artmasına ve emisyon değerlerinin kötüleşmesine neden olur.

Türkiye şehir içi ortalama ulaşım hızının 30km/s olduğu kabul edilmiştir [8]; ki bu değer otomobiller için öngörülen verimli çalışma limitlerinin çok altındadır. Yeni ve daha doğru şehir planlamaları ile bu ortalamanın 5km/s yukarı çekilmesi durumunda meydana gelecek değişimler incelenmiştir. Bu senaryonun uygulanması durumunda yakıt tüketiminde %92, CO₂ 'de %94, PM 'de %88, CH₄ 'de %96, NMVOC 'da %97 ve CO 'de %95 'e gerilemiştir.

3.1.3. Küçük Motor Hacimli Araçların Tercih Edilmesi

Otomobillerde büyük hacimli motorların tercih edilmesi bu araçlardaki yakıt tüketimini ve emisyon salınımı miktarını arttıracaktır. Bu tarz otomobillerin özellikle şehir içi kısa mesafe ulaşım ihtiyacının karşılanmasında kullanılması fazladan bir yakıt tüketimi ve emisyon salınımı oluşturmaktadır. Buradan hareketle otomobillerini ağırlıklı olarak şehir içi ulaşımında kullanan kullanıcıların küçük motor hacimli araçları tercih etmesi özellikle yerleşim merkezlerindeki emisyon değerlerinin düşürülmesini sağlayacaktır. Bu amaçla oluşturulan senaryoda 2,0 cc. 'nin üzerinde motor hacmine sahip otomobillerin %10 'nun, 1,4-2,0 cc. arasında motor hacmine sahip otomobillerin ise %5 'nin 1,4 cc. 'nin altındaki motor hacmine sahip yeni nesil otomobiller ile yenilenmesi durumu incelenmiştir. Sonuçta bu yöndeki bir uygulamanın yakıt tüketimini %1 azalttığı görülmüştür. Ayrıca PM, CH₄, NMVOC, NO_x, ve CO emisyonları da sırasıyla %99, %98, %97, %97 ve %98 'e gerilemiştir. Bu tarz bir uygulama özellikle kalabalık şehirlerdeki yerel yönetimlerin yapacakları düzenlemeler ile mümkün olabilir.

4. SONUÇ

Türkiye kara yollarındaki otomobil ulaşımından kaynaklanan, çevre ve insan sağlığına zararları bilinen belli başlı egzoz emisyonlarının değerleri COPERT III programı kullanılarak hesaplanmıştır. Otomobil kullanımının hatırı sayılır miktarda emisyon ürettiği ve devlet yollarındaki trafiğin bu değer içindeki en büyük paya sahip olduğu görülmüştür.

Geliştirilen stratejiler ile yakıt tüketimi ve emisyon değerlerinin düşürülmesi amaçlanmış ve uygulanmaları halinde ortaya çıkacak durumun öngörülmesi sağlanmıştır. Türkiye otomobil filosu içerisinde bulunan eski model araçların %10 'luk bir kısmının yeni nesil araçlar ile yenilenmesi durumunda yakıt tüketiminde %1 'lik bir azalma sağlanacağı; PM, CH₄, NMVOC, NO_x, ve CO emisyonlarının da sırasıyla %95, %97, %93, %93 ve %93 'e gerileyeceği görülmüştür. Karbon dioksit üretiminde bir değişim olmamıştır.

Şehir içi ulaşım hızının arttırılarak buralarda oluşan ve insan sağlığını direkt olarak etkileyen egzoz emisyonlarının azaltılması amaçlanmıştır. Yapılan simülasyonda şehir içi ortalama ulaşım hızının 5km/s hızlandırılması sonucunda şehir içi ulaşımında yakıt tüketimi %8, CO₂ emisyonları %6, PM %12, CH₄ emisyonları %4, NMVOC %3 ve CO salınımı %5 azalmıştır.

Benzer amaçlı bir strateji küçük motor hacmine sahip otomobillerin teşvik edilmesi üzerine kurulmuştur. 1,4 cc. 'den daha küçük motor hacmine sahip otomobillerin kullanımının

arttırılması durumunda yakıt tüketiminin 1% azaltılabileceği; ayrıca PM, CH₄, NMVOC, NO_x, ve CO emisyonlarının da sırasıyla %99, %98, %97, %97 ve %98 'e gerileyeceği öngörülmüştür. Geliştirilen bu stratejilerin ve benzer uygulamaların çevre ve insan sağlığını korumak amacıyla uygulanabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] European Environment Agency, "Transport and environment: facing a dilemma", EEA, Report No:3/2006, Kopenak, Danimarka, 2006.
- [2] European Environment Agency, "Transport and environment: on the way to a new common transport policy", EEA, Report No:1/2007, Copenhagen, Denmark, 2007.
- [3] TC Karayolları Genel Müdürlüğü, "Karayolu ulaşım istatistikleri raporu", Ankara, Türkiye, 2005.
- [4] TC Karayolları Genel Müdürlüğü, "Karayolu ulaşım istatistikleri raporu", Ankara, Türkiye, 2006.
- [5] Wang C., Cai W., Lu X. ve diğerleri, "CO₂ mitigation scenarios in China's road transport sector", Energy Conversion and Management, 48, 2110-2118, 2007.
- [6] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Ulaştırma sektörü enerji tüketimi", <http://www.enerji.gov.tr>, [erişim Haziran, 2007]
- [7] TC Karayolları Genel Müdürlüğü, "Trafik ve ulaşım bilgileri", Ankara, Türkiye, 2006.
- [8] Ntziachristos L., Samaras Z., "COPERT III Computer programme to calculate emissions from road transport", EEA, Technical Report No:49, Copenhagen, Denmark, 2000.
- [9] Soylu Ş., "Estimation of Turkish road transport emissions", Energy Policy, 35, 4088-4094, 2007.