

# Karayolunda Hareket Halindeki Taşıtların Çevreye Yayıdıkları Emisyonların Analizi İçin CBS'de Arayüzlerin Hazırlanması

Buğra OTKEN<sup>1</sup>, M. Ümit GÜMÜŞAY<sup>2</sup>

## Özet

Günümüzde sanayileşen ve nüfusu gittikçe büyüyen toplumların başlıca sorunlarından biri hava kirliliğidir. Fosil yakıtlara daha da bağımlı hale gelen toplumlar, bu yakıtların yanması sonucu ürettikleri zehirli gazları solumakta, kendilerini ve geleceklerini gittikçe büyüyen bir hızda, dönüşü zor olan bir yola sokmaktadır. Bu çalışmanın amacı da, CBS kullanarak taşıt emisyonlarının miktarını, sıklığını, ne gibi durumlarda değiştiğini araştırmaktır. Çeşitli tip ve markada taşıtlar ile belirli güzergâhlarda hareket halindeki araçların egzoz emisyonu ve GPS ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler CBS ortamına aktarılmış, çalışmaya konu olan analizler için ArcGIS ortamında Visual Basic programlama dili kullanılarak arayüzler geliştirilmiştir.

## Anahtar Sözcükler

CBS, GPS, Arayüz, Emisyon, Taşıt

## Abstract

### Implementation of GIS To Analyze Emissions, Vehicles Produce While Moving On The Road

Nowadays, one of the biggest problem of industrializing and growing communities, is air pollution. Communities that use fossil fuels more and more, breathe poisonous gasses that fossil fuels produce. In this way these communities lead their way to a dead end. Aim of this project is to show us the amount of vehicle emissions and determine in what conditions it changes. Various types of vehicles are being ridden on certain destinations and simultaneous measurements are taken by exhaust emission measurement device and GPS. Measured data were transferred to GIS and analysis made by interfaces that we programmed with Visual Basic

## Key Words

GIS, GPS, Interface, Emission, Vehicle

## 1. Giriş

Atmosfere yayılan kirliliğin çok büyük bir kısmını yol taşımacılığı sonucu ortaya çıkan emisyonlar oluşturmaktadır. Fosil yakıtları kullanarak hareket ve güç üretmek hiç de çevreci bir yol olmadığı gibi şu an toplumun yeterliliğine güvendiği toprak altındaki yakıt da sanılanın aksine çok uzun süre yetecek bir miktarda değildir.

Yollardaki taşıt sayısı arttıkça atmosferde toplanan emisyon miktarı da artmaktadır. Bireysel taşıtların bir çoğunda emisyon salınım kontrolü büyük ölçüde geliştirilmişken taşıt sayısındaki artış, tek tek bakıldığında taşıtların

sahip olduğu teknolojiyi etkisiz kılmaktadır. Bunların sonucu olarak endüstriyel ve çevresel alandaki taşıt egzoz gazlarının izlenmesi ve azaltılması için yeni teknolojiler üretmek önemlidir. Yakın gelecekte, ölçülen verilerin toplanıp sunulması için yeni sistemlerin üretilmesi, egzoz emisyonlarının analiz edilmesi ve çevreye etkilerinin ortaya konması için yararlı adımlar sağlayacaktır (CULLEN vd. 2007).

Bu çalışmada emisyon ölçümleri hareket halindeki taşıtlara önceden bağlanmış GPS ve egzoz emisyon ölçüm cihazları ile yapılmıştır. Taşıtların, kullanıldığı yolların eğimi, trafik ışığında beklemesi, düz yolda ilerlemesi gibi coğrafi durumları GPS aleti ile izlenirken, atmosfere saldıkları gazlar taşınabilir egzoz emisyon ölçüm cihazları ile ölçülmüştür. Bu iki veri daha sonra bilgisayar ortamında bir araya getirilerek hareket halindeki bir aracın hangi durumlarda ne büyüklükte emisyon yaydığı belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları ESRI coğrafi bilgi sistemleri yazılım kuruluşunun bir ürünü olan ArcGIS 9.2 programında bir araya getirilmiş, yazılan kodlar ile çeşitli arayüzler geliştirilmiş ve bu arayüzlerle analizler gerçekleştirilmiştir.

## 2. Taşıt Emisyonlarının Çevreye Etkisi

Dünya genelinde birincil enerji kaynaklarının yaklaşık beşte biri, ulaştırma sektörü tarafından tüketilmektedir. Ayrıca bu sektör yaklaşık olarak aynı miktarlardaki sera gazları üretiminden de sorumludur. Gelecek yıllarda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızla artan ulaşım talebi karşısında sera gazlarının etkisinin artışı daha kötü durumlara gelebilecektir (CEYLAN, vd, 2007).

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar, sadece küresel ısınmayı tetiklediği için değil, aynı zamanda ozon tabakasını deforme ettiği ve birçok canlı organizmaya zarar verdiği için, çevrecilerin ve toksikologların dikkatini çekmeye devam etmektedir. Dünya genelinde kullanımda olan taşıt sayısı arttığından, motorlu taşıt emisyonlarının çevre ve ekosistem üzerindeki etkilerini azaltmak için, motorların yeniden dizaynı dâhil birçok düzenleme yapılmaktadır.

### 2.1 Egzoz Emisyonları Nedir?

Ülkelerin yoğun yerleşim bölgelerinde kişisel ulaşım araçları zararlı taşıt egzoz emisyonlarının başlıca ve en büyük üreticisidir. Egzoz emisyonları benzin ya da dizel güçlü içten yanmalı motorlarda yanan hava-yakıt karışımı tarafın-

dan üretilir. Emisyonlar aynı zamanda taşıtlar durduğunda yakıtın buharlaşmasından ve sonrasında tekrar yakıt akışı sağlandığında da üretilir. Taşıtların emisyonlarının seçimi, arabalarda (benzin ya da dizel) ve kamyonlarda (dizel) yakıt tipine ve çalışma karakterlerine göre çeşitlilik gösterir. Taşıtların emisyonlarının bileşenleri su buharı, karbondioksit, nitrojen ve oksijendir. Aynı zamanda başka kirleticiler de mevcuttur; bunlar karbon monoksit, nitrojen oksitler, yanmamış yakıt ve küçük toz parçalarıdır. Bu içeriklerden bazıları iklim değişimlerine neden olduğu gibi taşıtların bazıları hava kirliliğinde de çok büyük rol oynamaktadır (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2003).

## 2.2 Taşıtların Emisyonlarına Etki Eden Kullanım Alışkanlıkları

Kişisel sürüş alışkanlıklarının ve aynı zamanda aracın çalışma koşullarının yakıt ekonomisi ve egzoz gazı üretimine çok büyük etkisi vardır. Altındaki evreler egzoz gazı salınımlarında belirleyici unsur olan evrelerdir.

**Yük – Taşıtların üretimden sonraki ağırlıkları asgari yakıt tüketimine sahiptir.** Yük arttıkça motor, yükü taşımak için çok daha fazla çalışmak zorunda kalır. Bunu gerçekleştirmek için de emisyon salınımını tetikleyen yakıtı yakar. Kullanılan yakıt tipine, kurşunlu ya da kurşunsuz olmasına göre sülfür oksit, nitrojen oksit gibi gazlar salınır.

**Motorun Çalışmaya Başlatılması – Motorun ısıtılmadan başlatılması yüksek miktarda yakıt emilmesine yol açar.**

**Rölanti, şehir trafiğinde vites değişimi – Bunların hepsi yüksek miktarda yakıt emerek çevre kirliliğine neden olan durumlardır.**

**Hız – Uzun periyotlarda yüksek hızlarda sürüş daha fazla yakıt yakar.** Uygun ölçüm yapılmayan lastikler sürtünmeyi artıracak için yüksek enerjiye ihtiyaç duyan motor, yakıt tüketimini artıracaktır (ENEMARI, 2001).

## 3. Taşıtların Emisyonlarının Analizinde CBS'nin Rolü

Coğrafi bilgi sistemi teknolojisi hava kirleticilerinin emisyon kestirimlerini analiz etmekte ve kestirmede çok önemli yenilikler getirmiştir. Buna ek olarak CBS, hava kirliliği etkilerinin halk sağlığı ilişkisini anlamakta çok önemli bir araçtır. İnternetle birleştiğinde CBS, bu sonuçların halka gösterilmesini ve onlara çevrelerindeki hava kirliliğinin tipi ve kaynakları hakkında bilgi verilmesini de sağlar.

Hava kirliliği analizlerinde CBS hala yeni bir oluşumdur ve uygulanabilmesi için sürekli geliştirilmeye ihtiyaç vardır. Sonuçta CBS ile ilişkili emisyon envanteri, hava kalitesi standartlarına erişebilecek ve halka hava kirliliği etkilerinin anlatılmasını sağlayacaktır (GAFFNEY, 2002).

CBS tabanlı emisyon envanteri oluşturmak için öncelikli bazı nedenler:

1. **Mekânsal Çözünürlük:** Emisyon envanteri için toplanan bilgilerin çoğu tesis yerleri, trafik yoğunluğu, zirai alan aktiviteleri gibi mekânsal bileşenler içerir. Bu bilgi çoğu zaman haritalardaki gibi mekânsal formatta görüntülemek için uygun olmaz. Teknoloji ve işleme gücü tam katımlı mekânsal emisyon envanterine katılmasına olanak tanımaktadır.

2. **Doğruluk:** Hava kalitesi planlamasına ve şehirler için atmosferik modelleme ihtiyaçlarına destek olmak için kesin, detaylı ve tutarlı emisyon bilgisi üretmek gün geçtikçe önem kazanmaktadır. CBS, mekânsal veriyi depolamak, yönetmek, doğruluğunu kontrol etmek ve halk sağlığını artırmak için tedbir alıcılara destek olmak için çok etkili bir yoldur.

3. **Tutarlılık:** Emisyon envanterleri işlendikçe ve detaylı olmaya başladıkça daha karmaşık hale gelirler. Emisyon envanteri üretmek için gereken bilgi de aynı zamanda daha karışık bir hale gelir ve paylaşılması zorlaşır. Coğrafi tabanlı bilgi kullanılarak daha tutarlı, birbirleriyle ilişkili, paylaşılabilir, karşılaştırılabilir ve analiz edilebilir emisyon bilgisi üretilebilir. CBS kullanımı aynı zamanda hava kalite bilgileriyle beraber emisyon verilerini, meteoroloji ve modelleme sonuçlarını birbirleriyle etkili şekilde birleştirme ve karşılaştırma olanağı sunar.

4. **Ulaşılabilirlik ve Anlaşılabilirlik:** Emisyon envanteri verisinin birçok kullanıcıya daha kolay ulaşması için önemli ölçüde gelişim sağlanmıştır. Buna rağmen veriyi grafik formatlarda üretmek ve etkileşimli olarak kullanmak için araçların geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Örneğin, kullanıcıların basit web tabanlı araçlarla hava emisyonlarını görüntüleyip, üzerlerinde analizler yapabileceği emisyon haritalarının oluşturulması önemlidir. Genel bir istek ise "Eviden bir kilometre çapında herhangi bir emisyon kaynağı varsa bunu göster"dir. Etkileşimli, dinamik istekler sadece CBS teknolojisi tarafından karşılanabilir (GAFFNEY, 2002).

## 4. Emisyon Verilerinin CBS Ortamında Analizi

Taşıtların emisyonlarının arazi şartlarındaki değişimlerini araştıran bu çalışma için çeşitli tip, ebat ve markadaki aracın egzozlarına taşınabilir emisyon ölçüm cihazları takılmıştır. Bu taşıtlara aynı zamanda GPS aletleri de monte edilmiştir. Bu taşıtlar İstanbul'un çeşitli bölgelerinde kullanılmıştır. Sonuçta, herhangi bir grafik harita verisi ile birleştirildiğinde, her saniyedeki CO, CO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> gibi zararlı gazların miktarı analiz edilebilmektedir.

Her araçtaki emisyon bilgisi, araçlar gerçek yol koşullarında hareket halinde iken SAMTECH aletleri ile saniye saniye ölçülmüştür. Yol sınıfları ve koordinatları Laipac

Tech GD30L, GPS aleti kullanılarak kaydedilmiştir. GPS aleti ile ölçülen enlem boylam bilgilerini coğrafi bilgi sistemine transfer etmek mümkündür (GÜMÜŞAY vd. 2008).

GPS aleti köprü, üst geçit gibi yerlerde sinyal alamadığı için konum verileri ölçülemez. Excel dosyasında kayıtlı olan veriler gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra Access programına aktarılmıştır. Burada kolonların isimleri düzenlenmiştir. Ardından çalışmanın çok büyük kısmının yürütüldüğü CBS yazılımında yeni bir proje oluşturulmuştur. Yazılım ile Excel tablosundaki koordinatlar okutulmuş güzergâhlar noktasal olarak sisteme aktarılmıştır.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında altlık olarak gerekli olacak haritalardan kullanılmayacak detayların çıkarılması için CAD programı kullanılmış ve CBS programına aktarılmıştır.

## 4.2 Analizler İçin Çeşitli Arayüzlerin Oluşturulması

Bu çalışmanın amaçlarının başında, CBS ortamında yapılan analizlerin CBS programının araçları ile değil, üretilen arayüzlerle yapılması gelmektedir. Arayüz oluşturmak için gerekli olan kodların bir kısmı için "Getting To Know ArcObjects, Programming ArcGIS With VBA" adlı kitaptan yararlanılmış, birçoğu ise CBS programının web sitesindeki Destek bölümünden bulunarak düzenlenmiştir.

Arayüz oluşturulmasını sağlayan kodlar aslında kütüphanelerdeki kitaplara benzetilebilir. Ne tür bir arayüz isteniyorsa, tıpkı bir kütüphanedeki kitap bölümleri gibi raflardan genel bir şekilde, daha sonra ise amaca yönelik kitabı bulur gibi gerekli kod bulunabilir. Arayüzlerin etkili biçimde kullanılması için arayüzün hangi amaçla kullanılacağı iyi belirlenmelidir. Bir arayüz bazı durumlarda birden fazla yöntemle yazılabilir. CBS programının web sayfasındaki Destek bölümünde dünyanın çeşitli bölgelerindeki profesyonel CBS kullanıcılarının ve program yazıcılarının yorumları ve yardımlarıyla aranan kodlar kolayca bulunabilmektedir. Kullanıcının bu aşamadan sonra yapması gereken ise daha önce yazılmış bu kodları kendi projesi için kullanılabilir hale getirmek, gerektiği yerlerde sadeleştirmek ya da daha da genişletmektir.

Bu çalışmada CBS programının içine entegre edilmiş ve programın amaçlarına göre düzenlenmiş Visual Basic dili kullanılmıştır. Her arayüz için ayrı bir form oluşturulmuş, çeşitli düğmeler, kutular ile kullanıcının aradığı bilgileri elde etmesi, analizler yapması sağlanmıştır.

### 4.1.1 Grafik Çizim Arayüzü

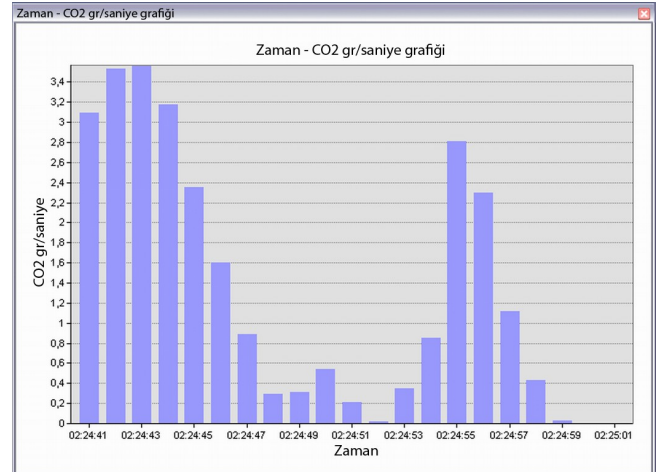
Bu arayüz belli bir süre aralığındaki CO, CO<sub>2</sub> ya da NO<sub>x</sub> değişimi grafiklerinin çizilmesi amacı ile geliştirilmiştir. Bu grafikler CBS programının içindeki Araçlar / Grafikler sekmesi ile de çizilebilmektedir ancak bu çalışmada arayüzlerle istenen analizlerin yapılması amaçlandığı için Visual Basic ile hazırlanmış formlar kullanılmıştır.

Arayüz seçildiğinde Süre Başlangıcı – Süre Bitişi, Etiket Alanı – Değer Alanı bölümleri vardır. Kullanıcının yapması gereken istediği bir süre aralığını girmek ve sonu-

cunda oluşacak grafiğin X ve Y eksenlerinin ne olması istediğini seçmektir (Şekil 1).

Şekil 1: Grafik çizim arayüzünün formu

Süre başlangıç ve bitiş zamanları güzergâh öznitelik tablosunda da görülen zamanlardır. Bu bölümlere örnek olarak 02:21:23 – 02:22:34 değerleri girilmiştir, etiket alanı olarak Zaman sütunu, değer alanı ise CO<sub>2</sub> sütunu seçilmiştir. Çiz düğmesine basıldığında yukarıda yazılmış olan kodlar yardımıyla grafik çizilmiş olur (Şekil 2).

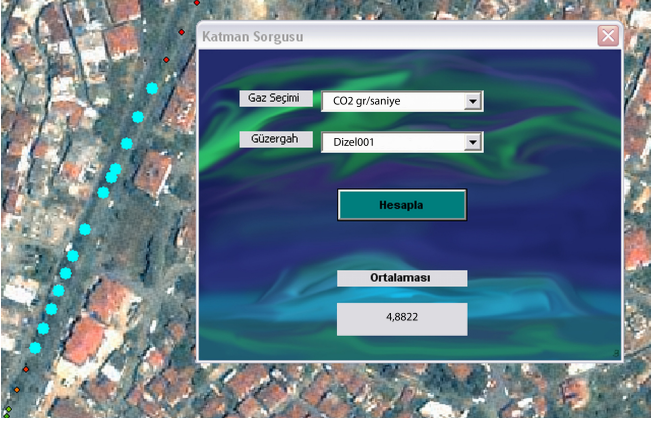


Şekil 2: Arayüz yardımı ile çizilen Zaman-CO<sub>2</sub> grafiği

### 4.1.2 Ortalama - Toplam Gaz Miktarı Hesaplatma Arayüzü

Bu arayüzün amacı, kullanıcının kod yardımı ile dilediği bölgeleri seçerek, bu bölgelerde salınan toplam ya da ortalama gaz miktarını görebilmesidir. Çalışmanın amacına gö-

re arayüzün kodlarında yapılacak küçük bir değişiklik ile ortalama ya da toplam gaz miktarının incelenmesi sağlanabilmektedir. Bu amaçla koda bir form eklenir. Böylece kullanıcı dilediği noktalar verileri seçtiğinde karşısına bu menü çıkar, toplamını ya da ortalamasını bilmek istediği gaz tipini ve seçtiği güzergâh numarasını belirledikten sonra Hesapla düğmesine bastığında gaz miktarı kullanıcıya gösterilir (Şekil 3).



Şekil 3: Ortalama gaz miktarını veren arayüz

Noktalar seçiliyken şekildeki menüde öncelikle gaz seçimi yapılır, ardından ise seçilmiş noktalar hangi güzergâha aitse menüden o güzergâh seçilir (Şekil 3).

#### 4.1.3 Dizel ve Benzin Yakıtı Kullanılan Araçların Karşılaştırılması

Çalışmanın bu aşamasında Vatan Caddesi üzerinde eğimi %2 olan bir güzergâhın belli bir bölümünde, dizel ve benzinli iki aracın saldırdığı emisyonlar, oluşturulan arayüzler ile hesaplanmış daha sonra sonuçlar karşılaştırılmıştır (Şekil 4).



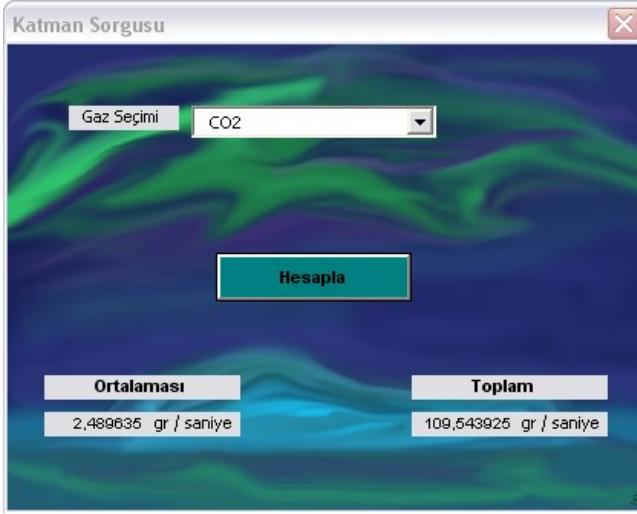
Şekil 4: Analiz edilecek benzin ve dizel motorlu iki araç

Dizel motorlu aracın CO<sub>2</sub> gazı salınım analizinde 52 noktadaki emisyon değerleri alınmış, toplam ve ortalama CO<sub>2</sub> salınımları arayüz ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 52 nokta boyunca salınan CO<sub>2</sub> miktarı ortalama olarak **3,900512 gr/saniye**, toplam olarak **202,826647 gr/saniye** çıkmıştır (Şekil 5).



Şekil 5: Dizel motorlu aracın CO<sub>2</sub> salınımı

Benzin motorlu aracın CO<sub>2</sub> gazı salınım analizinde 44 noktadaki emisyon değerleri alınmış, toplam ve ortalama CO<sub>2</sub> salınımları arayüz ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 44 nokta boyunca salınan CO<sub>2</sub> miktarı ortalama olarak **2,489635 gr/saniye**, toplam olarak **109,543925 gr/saniye** çıkmıştır (Şekil 6).



Şekil 6: Benzin motorlu aracın CO2 salınımı

Bu değerlere göre dizel motorlu aracın benzin motorlu araca göre yaklaşık **2 kat** fazla miktarda CO2 saldığı görülmektedir.

CO2 analizinde kullanılan arayüz aracılığı ile benzer şekilde CO, NOx ve HC salınım sonuçları aşağıdaki şekilde ortaya çıkmıştır.

Dizel motorlu aracın CO gazı salınım analizinde 52 noktadaki emisyon değerleri alınmış, toplam ve ortalama CO salınımları arayüz ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 52 nokta boyunca salınan CO miktarı ortalama olarak **0,012988 gr/saniye**, toplam olarak **0,675357 gr/saniye** çıkmıştır.

Benzin motorlu aracın CO gazı salınım analizinde 44 noktadaki emisyon değerleri alınmış, toplam ve ortalama CO salınımları arayüz ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 44 nokta boyunca salınan CO miktarı ortalama olarak **0,108872 gr/saniye**, toplam olarak **4,790348 gr/saniye** çıkmıştır.

Bu değerlere göre benzin motorlu aracın dizel motorlu araca göre yaklaşık **7 kat** fazla miktarda CO saldığı görülmektedir.

Dizel motorlu aracın NOx gazı salınım analizinde 52 noktadaki emisyon değerleri alınmış, toplam ve ortalama NOx salınımları arayüz ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 52 nokta boyunca salınan NOx miktarı ortalama olarak **0,030507 gr/saniye**, toplam olarak **1,588381 gr/saniye** çıkmıştır.

Benzin motorlu aracın NOx gazı salınım analizinde 44 noktadaki emisyon değerleri alınmış, toplam ve ortalama NOx salınımları arayüz ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 44 nokta boyunca salınan NOx miktarı ortalama olarak

**0,021216 gr/saniye**, toplam olarak **0,933484 gr/saniye** çıkmıştır.

Bu değerlere göre dizel motorlu aracın benzin motorlu araçtan **1,5 kat** daha fazla miktarda NOx saldığı görülmektedir.

Dizel motorlu aracın HC gazı salınım analizinde 52 noktadaki emisyon değerleri alınmış, toplam ve ortalama

HC salınımları arayüz ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 52 nokta boyunca salınan HC miktarı ortalama olarak **0,009035 gr/saniye**, toplam olarak **0,469829 gr/saniye** çıkmıştır.

Benzin motorlu aracın HC gazı salınım analizinde 44 noktadaki emisyon değerleri alınmış, toplam ve ortalama HC salınımları arayüz ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 44 nokta boyunca salınan HC miktarı ortalama olarak **0,038454 gr/saniye**, toplam olarak **1,69196 gr/saniye** çıkmıştır.

Bu değerlere göre benzin motorlu aracın dizel motorlu araca göre yaklaşık olarak **4 kat** daha fazla miktarda HC gazı saldığı görülmektedir.

Çalışmada sadece %2 eğimli bir yol üzerinde hareket eden farklı yakıt tiplerine sahip araçların davranışları analiz edilmiştir. Test edilen araçların modeli ve motor durumu, kullanıcının davranışları göz önüne alınmamıştır.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Harita mühendislerinin, coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak sağlıktan turizme, ulaşımdan toprak bilgisine kadar birçok alanda hızlı, etkin, kolay güncellenebilir ve kullanıcı dostu arayüzler üretmesi mümkün olmaktadır. Söz konusu çalışmada belirli bir tipte aracın, bir güzergah üzerinde ilerlerken oluşturduğu egzoz emisyon miktarları çeşitli tipte grafikler ile kullanıcılara gösterilmektedir. Bu sonuçlara dayanarak aynı yol şartlarında hangi tip araçların hangi hızlarda en az emisyon saldığını görerek, çevre bilincinin oluşması sağlanabilir.

Zararlı egzoz gazı salınımlarını azaltmak konusunda taşıt kullanıcılarının da üzerine düşen bazı görevler vardır. Örnek olarak sürekli hızlanıp yavaşlamadan kaçınılmalıdır. Çünkü bu durumlarda yüksek miktarda yakıt tüketimi ve zararlı gaz salınımı söz konusudur. Motor ilk kez çalıştırıldığında, gaz pedalına sürekli basarak ısıtmak yerine rölantide çalıştırılarak ısıtılmalıdır. Uzun mesafeli yolculuklarda gaz pedalına yumuşak basışlar yapmak önemli miktarda yakıt tasarrufu sağlamaktadır.

Kurşunsuz benzin kullanan araçlardaki fotokimyasal beslemeyi kontrol altına almak için katalitik dönüştürücüler kullanılmalıdır.

## Kaynaklar

- BURKE, R.: **Getting To Know ArcObjects, Programming ArcGIS With VBA**, ESRI Press, ISBN 1-58948-018-X, 2003
- CEYLAN, H., KARAŞAHİN, M., HALDENBİLEN, S.: **Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Ulaşım: Yenilenebilir Enerjiye Karşın Enerji Azal(t)ımı** s 438-439
- ENEMARI, J.J.: **Vehicular Emission, Environmental And Health Implications**, Conference On Phase-out Of Leaded Gasoline In Nigeria, s 2-6, Nicon Hilton Hotel, Abuja ,15 – 16, Kasım, 2001
- GAFFNEY, P.: **Developing a Statewide Emission Inventory Using Geographic Information Systems (GIS)**, U.S. EPA

Annual Emission Inventory Conference Atlanta, s 2, Georgia, 2002

GÜMÜŞAY, M.Ü., ÜNAL, A., AYDIN, R.: **Use Of Geographical Information Systems In Analyzing Vehicle Emissions: İstanbul As A Case Study**, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B1. s 997-1000, Beijing, 2008.

CORDOVA-LOPEZ, L. E., MASON, A., CULLEN J.D., SHAW A., Al-Shamma, A. I.: **Online vehicle and atmospheric pollution monitoring using GIS and wireless sensor Networks**, Liverpool John Moores University General Engineering Research Institute, RF and Microwave Group, Byrom Street, Liverpool, L3 3AF, s 1-2, UK, 2007

Sakarya Hava Kalitesi Koruma Ve İyileştirme (SAHAKK-İ) Projesi, , **Hava Kirliliği ve Kirleticiler**, Sakarya Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Ara Rapor, 2007

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY • Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2003, **Vehicle Emissions**, s 1-2, 2003

URL 1: <http://support.esri.com/>, ESRI İnternet sitesi, Destek Bölümü,