

## KARAYOLUNDA HAREKET HALİNDEKİ ARAÇLARIN EGZOST GAZLARININ CBS ORTAMINDA ANALİZ EDİLMESİ

M. Ü. Gümüşay<sup>1</sup>, S. Erhan<sup>2</sup>, A. Ünal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>YTÜ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Fotogrametri Anabilim Dalı İstanbul [gumusay@yildiz.edu.tr](mailto:gumusay@yildiz.edu.tr)

<sup>2</sup>YTÜ, Yıldız Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh. [sercanerhan@gmail.com](mailto:sercanerhan@gmail.com)

<sup>3</sup>İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, [alper.unal@gmail.com](mailto:alper.unal@gmail.com)

### ÖZET

*Avrupa Birliği (AB) üye ülkeleri, ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmeler yanında teknik alanlarda da bütünleşme çabaları Hava kirliliği metropoliten kentlerin en ciddi problemlerinden biridir. Çünkü insan, hayvan ve bitkiler bu kirli hava içerisindeki kirleticiler nedeniyle zarar görmektedir. Bilinen kirletici örnekleri sülfür dioksit, nitrojen dioksit, karbon monoksit, karbon dioksit, hidrokarbonlardan oluşur. Bu liste gazlar ve partiküller olarak alt sınıflara ayrılır. Metropol şehirlerde hareket halindeki araçlardan çıkan emisyonlar hava kirliliğinde büyük oranda katkı sağlamaktadır. Bu nedenle hareket halindeki araçlardan çıkan emisyonların hava kalitesi üzerindeki rolünü, iyi planlanmış çalışmalarla anlamak mümkündür.*

*Ülkemizde Ankara, İstanbul ve İzmir gibi büyükşehirlerde her geçen gün hava kalitesini düşüren yüksek miktarda hava kirliliği vardır. Kent ve endüstri bölgelerini etkileyen ana çevresel problem hava kalitesinin düşüklüğüdür. Hareket halindeki araçlar gelişmekte olan ülkelerde kentsel alanlarda önemli miktarda ve hızla artan hava kirliliğine neden olmaktadır.*

*Hareket halindeki araçların hava kirliliğine etkisinin miktarını ve artışına neden olan faktörleri belirlemek amacıyla Haliç Köprüsü-Mecidiyeköy istikametinde bir dizi test, farklı sürücüler ve farklı yakıt kullanan araçlarla yapılmıştır. Araçlar seyirlerine devam ederken her bir aracın emisyon verileri her saniyede bir toplanmıştır. Araçta bulunan GPS aleti ile enlem ve boylam değerleri elde edilmiştir.*

*Coğrafi Bilgi Sistemleri, coğrafi referanslı verilerin sunulması, analizi, erişimi, işlenmesi, modellenmesi ve toplanmasını gerçekleştiren bilgisayar tabanlı bir sistemdir.*

*Bu çalışmanın amacı hareket halindeki araçların yaydıkları emisyonların miktarını araştırmaktır. Bu çalışmada hareket halindeki farklı model araçların emisyon miktarlarının her saniyede elde edilen ölçümleri karşılaştırmak için yol yükseklik verileri global position system kullanılarak toplanmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ile çeşitli araçlardan yayılan emisyonların artışını analiz etmek mümkündür. Eğim değişime bağlı emisyonlardaki miktarların analizi, trafik sıkışıklığına bağlı çevreye yayılan gazların analizinin yapılması CBS ile mümkündür.*

Anahtar Sözcükler: Coğrafi Bilgi Sistemi, GPS, Emisyon Ölçümü, LPG,ULP

### ABSTRACT

### BİLDİRİNİN İNGİLİZCE BAŞLIĞI

*Air pollution is defined as one of the most serious problems in metropolitan cities since there is one or more contaminants (pollutants) in quantities and duration that can injure human, plant, or animal life or property (materials) or which unreasonably interferes with the enjoyment of life or the conduct of business. Examples of traditional contaminants are sulfur dioxide, nitrogen oxides, carbon monoxide, hydrocarbons, volatile organic compounds (VOCs), hydrogen sulfide, particulate matter, smoke, and haze. This list of air pollutants can be subdivided into pollutants that are gases or particulates. On-road vehicle emissions are the largest contributor to urban emission inventories in many locations in metropolitan cities. Therefore, it is important to understand the role of mobile source emissions on air quality through well-designed studies. High air pollution load in metropolitan cities in Turkey like İstanbul, İzmir, Ankara has been a major leading factor towards lowering the ambient air quality day by day. The lowering of air quality is a main environmental problem that affects many urban and industrial sites and the surrounding regions. On-road vehicles are blamed for a significant and rapidly increasing portion of the air pollution in the urban areas of developing nations.*

*In order to be able to identify the reasons for the air pollution, the amount of it and the other factors causing it, a series of test was conducted on the Golden Horn Bridge and E-5 highway employing different drivers and vehicles fueled with different gasoline. Second by second emissions of CO, CO<sub>2</sub>, HC, and NO<sub>x</sub> were measured in the case study. Emission data for each vehicle were collected second by second using SEMTECH devices while the vehicles were being driven on the real-world conditions. A portable on-board GPS receiver was used to measure altitude and longitude.*

*Geographical Information System (GIS) is a computer based information system that enables capturing, modeling, manipulation, retrieval, analysis, and presentation of geographically referenced data.*

*The purpose of this study is to investigate emissions base on on-road vehicle emission measurements. In this study, In order to compare measurements from the different vehicles, second by second vehicle speed and road altitude data was collected using GPS technology simultaneous with the emissions measurement. It is possible to analyze that increasing emission which various of vehicles sent out environment with GIS. The analysis of the amount of emission depending on the changes of the slopes, calculation of gases spread into air depending on traffic jam, the analysis of the amount of emission depending on the route selected in the city were applied.*

Keywords: Spatial Data Infrastructure (SDI), The European Union (EU), Cadastral Parcel, Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE).

## 1.GİRİŞ

Karayolu taşıtları hareketlerini gerçekleştirebilmeleri için çeşitli yakıtlar kullanmaktadır. Günümüzde bu yakıtların çevreye yaydıkları emisyonlar nedeniyle çevrenin kirlenmesine önemli oranda etki etmektedir. Bu kirletici etkinin daha az olması için taşıtlarda kullanılan yakıtın tipi önemlidir. Taşıtlarda yakıt olarak ULP (Benzin), mazot ve LPG (Otogaz) kullanılmaktadır. Bu yakıt tiplerinin yaydıkları emisyon miktarı da farklı olmaktadır.

Karayolu taşıtları için alternatif bir yakıt olarak LPG'nin kullanımı üzerine son yıllarda geniş kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Her yıl İngiltere'deki araçların tükettiği LPG miktarı üç bin tondur. Son dönemde LPG ile çalışan araçların emisyon değerlerine ait oldukça fazla kayıt bulunmaktadır. Benzinle çalışan eşdeğer bir araca göre LPG ile çalışan araçların daha düşük emisyon değerleri vardır. Snelgrove tarafından yapılan benzer bir çalışmada da, 25°C 'de kurşunsuz benzin ile çalışan referans araca göre LPG ile çalışan aracın emisyon değerlerinin önemli oranda az olduğu ifade edilmiştir. LPG'nin ULP'le kıyasla daha yüksek hidrojen/karbon oranına sahip olmasından dolayı hidrokarbon (HC) emisyonunun %40 oranında, Karbonmonoksit (CO) emisyonunun %60 oranında ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonunun önemli oranda düşük olduğu rapor edilmiştir. Klasusmeier, Billick, Wu ve Newkirk tarafından sunulan ve LPG'nin ULP'e göre daha düşük NO<sub>2</sub> emisyonuna sahip olduğunu gösteren ölçüm verileri de elde edilen bu sonuçları desteklemektedir. LPG ana olarak bütün ve propandan oluşan verimli bir alternatif yakıt. LPG'li araçların emisyon değerleri ise konvansiyonel yakıtlı araçlardan belirgin bir şekilde daha az. İngiliz hükümeti LPG'nin motorlu taşıtlarda yakıt olarak kullanılmasına hem mali olarak hem de Powershift gibi girişimciler aracılığıyla destek vermekte. LPG üretimi ile ilgili Avrupa'da bir birlik mevcut değil, hatta bazı ülkelerin hükümetleri sıkıştırılmış doğalgaz (CNG) ve etanol gibi başka alternatif yakıtların geliştirilmesine destek vermekte (P., Prince et al., 2004).

Atmosferin kirlenmesine etki eden etmenlerden birisi de motorlu taşıtların çevreye yaydıkları gazlardır. Bu yayılan gazların miktarının belirlenmesi çevre için alınacak önlemler açısından oldukça önemlidir. Günümüz teknolojisinde CBS tekniklerini kullanarak araçlardan çevreye yayılan gazların analizini gerçekleştirmek mümkündür. CBS güncel konum verilerini içerir ve temel olarak grafik bileşenleri içeren verilerin sunulması, analiz edilmesi elektronik ortamda depolanması işlevlerini de yerine getirir. CBS kapalı alanlar, sınırlar, çizgiler ve noktalar gibi grafik verileri kolaylıkla işleyen ve depolayan bir sistemdir. Bu grafik objeler binalar, yollar, nehirler, yükseklikler yeryüzünü temsil etmektedir(P., Gaffney., 2002).

Yolda hareket halindeki araçlar CO, CO<sub>2</sub>, HC NO<sub>x</sub> gibi zehirli gazları yayarlar. Egzoz gazların miktarını etkileyen faktörler aracın tipi, modeli, aracı kullanıcıların davranışı ve yolun eğimidir. Araç emisyonlarını etkileyen değişkenler: Yeni yöntemlerle emisyonları etkileyen tüm değişkenler ölçülebilir. İstanbul yollarında araçların emisyon miktarını hesaplamak için İstanbul Büyük Şehir Belediyesi ve EMBARQ tarafından bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada da 2006 yılında "Emisyon Envanter Gelişimi"inde toplanmış veriler kullanılmıştır. (EMBARQ, 2008)

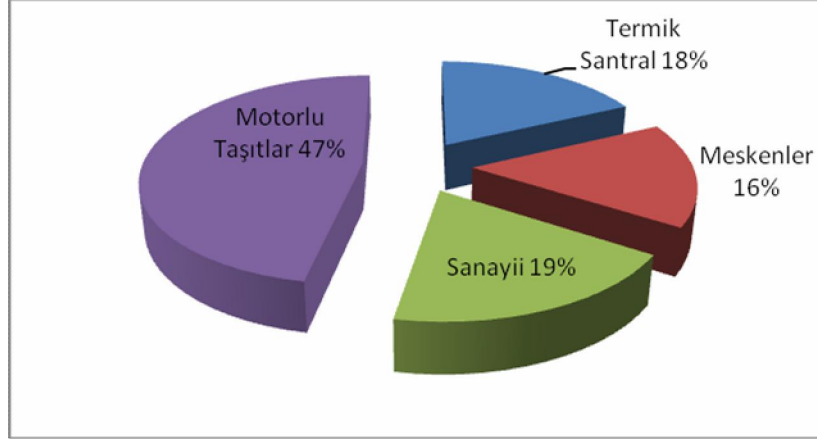
Bu çalışmanın ana amacı (1) bu çalışmada kullanılan donanım ve yazılımlar hakkında kısa bilgi vermek (2) aracın çalıştığı her saniye toplanan GPS ve gaz ölçüm verilerinin coğrafi bilgi sistemine aktarılmasını gerçekleştirilmesi (3) verilerin CBS ortamında analiz edilebilmesi için düzenlemeler yapılması (4) trafik işaretlerinin çevreye yayılan emisyonlara etkisini araştırmak (6) aynı yol koşullarında LPG ve ULP kullanan farklı tip ve model araçlardan çevreye yayılan emisyon miktarların analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesidir.

## 2. ÇEVRE KİRLİLİĞİ, GAZLAR VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Çevre sorunlarından biri olan ve özellikle büyük şehirlerde insan sağlığı için tehlikeli boyutlara ulaşan hava kirliliği, günümüzün en güncel tartışma konularından biri haline gelmiştir. Hızla gelişen teknoloji, sanayileşme ve şehirleşme birçok problemi de beraberinde getirmiştir. İnsanlık bir yandan sanayileşmenin getirdiklerinden yararlanmayı ve tam bir refah içinde yaşamayı hedeflerken diğer taraftan ihmal ettiği bazı değerlerin bedeli olarak doğal dengenin bozulması ve çevrenin kirlenmesi ile karşı karşıya kalmıştır. Günümüzde, her geçen gün artan çevre sorunlarının başında gelen hava kirliliği, geleceğin dünyasını ciddi bir şekilde tehdit ederek, ekolojik tehlikelerle karşı karşıya bırakmaktadır. Hava kirliliği dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak, artan enerji kullanımı, sanayinin gelişimi ve şehirleşmeyle ortaya çıkmakta, insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Hava kirliliği sonucu; akciğer kanseri vakaları, kronik astım krizi, göğüs daralması, öksürük sıklığında ve göz, burun, boğaz tahribatında artış, üst solunum sistemi akut bozukluğu, soluk alma kapasitesinde düşme, ölümlerde artış gibi sağlık problemlerinin yanı sıra, iş veriminde ve üretimde de düşüş gözlenmektedir. Hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme sonucunda atmosfere bırakılan kirleticiler, zaman içinde belli oranlara ulaşmakta ve havanın doğal yapısını değiştirmekte, yani havayı kirletmektedirler. İçindeki zararlı maddelerin yoğunlaşması ile hava, insan ve insanın doğal ve yapay çevresi üzerinde olumsuz etkiler yaratmaya başlamaktadır (Özen M. 2006).

Ülkemizde de özellikle son yıllardaki hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve sanayileşmeye paralel olarak çevre kirliliği sorunları önem kazanmış, bunun yanında hava kirliliği de özellikle büyük şehirlerimizde kendini hissettirmeye başlamıştır.

Dünyada 1,1 milyardan daha fazla insan, hava kalitesi düşük şehirlerde yaşamaktadır. Şehirlerdeki hava kirliliğinin ana nedenleri; endüstriyel gazlar, araçlar ve enerji üretiminin neden olduğu kirlenmedir. Ulaşım araçlarından kaynaklanan kirlenme özellikle, büyük kentlerde önemli bir yer tutmaktadır. Hava kirliliğine sebep olan kirleticilerin dağılımına baktığımızda sanayinin %19, meskenlerin %16, termik santrallerin %18, motorlu taşıtların ise %47'lik paya sahip olduğunu görülmektedir (Şekil 1.) (Karakuş, S. 2002).



Şekil 1: Hava kirliliği kaynakları (Karakuş, S.2002)

## 2. 1. Karayolu Ulaşımının Hava Kirliliğine Etkileri

Ülkemizde demiryolu, deniz yolu, boru hattı gibi diğer ulaştırma alt sistemlerinin yetersiz olması nedeni ile kent içi ve kentler arası yolcu ve yük ulaşımı %95'lerin üstüne çıkan oranlarda kara yolu ağırlıklı olarak yapılmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artan nüfusa bağlı olarak taşıt trafiğinde meydana gelen yoğunluklar her ne kadar sosyal açıdan bireysel olarak bir gelişme sağlasa da; toplumsal ve ekolojik olarak çevreye etkileri küçümsenmeyecek kadar fazladır. Dünyanın diğer büyük şehirlerinde olduğu gibi ülkemizde de başta Ankara, İstanbul, İzmir olmak üzere, pek çok kentimizdeki hava kirliliğinin sağlığını tehdit edici boyutlara ulaşmasının, özellikle ısınma dışında süreklilik göstermesinin temel nedeninin motorlu taşıtların egzost gazları olduğu kuskusuzdur. Konutların ısınması ve endüstri gibi sabit emisyon kaynaklarından ileri gelen hava kirliliğinin yanı sıra motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzost kirliliği de aynı derecede önemli bir sorundur. Benzin ve dizel taşıtların çıkardığı egzost gazlarında bulunan zararlı maddelerin özellikle nüfus ve trafiğin yoğun olarak yaşandığı kent merkezinde çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlar oldukça fazladır.

Tüm karbon monoksit (CO) emisyonlarının % 70-90'ından, azot oksit (NO<sub>x</sub>) emisyonlarının % 40-70'inden, hidrokarbon(HC) emisyonlarının yaklaşık % 50'sinden ve şehir bazında kurşun emisyonlarının % 100'ünden özellikle motorlu taşıtlar sorumludur (Özen, M. 2006).

### 2.2.1. Egzost Gazları

Nitrojen oksitler (NO<sub>x</sub>) : Nitrojen oksitlerin kirliliğinin yüzde 50'si taşımacılıktan kaynaklanmaktadır ve bu oksitler asit yağmurlarının ana nedenidir. Karayolu taşıtları bu oranın hemen hemen tamamını üretmektedir ve bu oranın yüzde 80'i kent-içi yörelerde oluşmaktadır. Pek çoğu kokusuz ve renksiz bir gaz olan azot oksitler tüm fosil yakıtların yanmasından ortama verilmektedir. Belirli bir sıcaklıkta atmosferik azot ve oksijenden oluşabilmektedir. Gerek atmosferdeki konsantrasyonu gerekse özelliği nedeni ile insan sağlığına en fazla olumsuz etki gösteren azot bileşiği azot dioksittir. NO<sub>x</sub> canlılar için zehirlidir. Göz ve kulak rahatsızlığı yapar, sinir sistemini etkiler (Hasançebi, A. 2002). Atmosfere atıldıktan sonra havanın oksijeni ile birleşerek zararlı azot dioksit oluşmaktadır. Taşıtlarda motor içindeki yüksek sıcaklık nedeniyle havadaki oksijen ve azotun birleşmesi ortaya çıkar. Azot oksit konsantrasyonları hızlanma ve seyir esnasında en yüksek değere ulaşmaktadır (Özen, M. 2006).

Karbon monoksit (CO) : Karayolu taşıtları karbon monoksitlerin yaklaşık yüzde 90'nini yaymaktadır. Bu da sınırlı mekânlarda sağlık için zararlı olmaktadır.

Karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) : CO<sub>2</sub> hacim olarak sera etkisinde en önemli gazdır. Karayolu taşımacılığı bu gazın oluşumunun yaklaşık yüzde 20'sinden ve de son yıllardaki hızlı artışından doğrudan sorumludur.

Diğer kimyasal kirleticiler: Bu kirleticiler dizellerin yanmasıyla ortaya çıkan sülfür dioksit, kanserojen benzen, özellikle küçük çocukların beyinlerine zarar veren kurşun olarak sıralanabilir. Gelişmiş ülkelerde kurşunsuz benzinin piyasaya çıkartılması ile kurşun emisyonunda azalma görülmektedir. Renksiz, kokusuz ve tatsız bir gaz olan CO motorlu taşıtlarda kullanılan yakıtın eksik yanması sonucu oluşmaktadır. Özellikle benzinli araçlarda motor rölantide çalışırken ortama verilmektedir. Atmosferde kendiliğinden havanın oksijeni ile birleşerek karbon dioksite dönüşür. Havadaki erişimi binde üç sınır değerine eriştiğinde öldürücüdür. Kapalı bir ortamda çalışan bir otomobilin egzost undan çıkan karbon monoksit orada bulunanlar için öldürücüdür. Karbon monoksit, kanda oksijeni bağlayan ve dokulara taşıyan hemoglobinin ile kalıcı bileşikler oluşturur (Hasançebi, A. 2002). Bunun sonucunda kanın dokulara oksijen taşıma kapasitesi azalır. Konsantrasyona bağımlı olarak kandaki karbon monoksit artışı, oksijen azalmasından kaynaklanan yorulma, çalışma veriminin düşmesi, baş ağrısı, baş dönmesi, nefes darlığı hatta ölümlerle sonuçlanabilir. WHO tarafından da toplumun sağlığının korunması için kandaki karbon monoksit miktarının % 2,5-3,0 olması önerilmektedir (Mimarlar Odası, 2005). Taşıtlardan kaynaklanan gaz emisyonları içinde en zararsızlarından biri olarak görülmekte ise de dünya çapında ölçekte atmosferde karbon dioksitin sürekli olarak artması iklim değişikliklerine neden olmaktadır. CO<sub>2</sub> 'in artışı ile güneşten kaynaklanan uzun dalga boylu radyasyonun tekrar uzaya yansması engellenmekte ve yeryüzünün sıcaklığı sürekli olarak artmaktadır. Bu sıcaklık artışı son yıllarda 4-5 °C 'ye kadar yükselmiş bu mertebe de sıcaklık artışı ve iklim değişikliği olarak bilim adamlarının ve kamuoyunun ilgisini çekmiştir (Acar, H. 1996).

Hidrokarbonlar (HC): Hidrokarbonlar, havadaki diğer kirleticilerin birbirleri arasındaki reaksiyonlarda rol oynamaları nedeni ile kirleticiler olarak önem kazanmaktadır. Yakıtın tam yanmaması ve benzinin depodan çıkışı veya dolum sırasında buharlaşması ile ortaya çıkarlar.

Aromatik hidrokarbonların mukozada tahrişe yol açtığı, buharlarının solunması durumunda sistemik etki gösterdikleri ve bu etki limitinin 25 ppm olduğu belirlenmiştir. HC'ların sağlık üzerine önemli ölçüde etki gösteren Polinükleer Aromatik Hidrokarbon (PAH)'in ise kanserojenik etkisi kesin olarak belirlenmiştir. Yüzlerce çeşit PAH arasında en çok bilineni benzopiren(BAP)'dir. BAP, motorlu araçlardan atmosfere yayılır. Solunum aracılığı ile vücuda alınan PAH'ların akciğer kanserine neden olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca Hidrokarbonlar, azot oksit ve güneş ışığı etkisi ile ozon oluşumuna neden olurlar. HC'lar hava sıcaklığının yüksek olduğu zamanlarda ve gün ışığının etkisi ile azot oksitle reaksiyona girerek yer seviyesinde ozon oluşumunu sağlarlar (Özen, M. 2006). Yer seviyesi ozonunun oluşması, birçok sağlık problemine, madde bozulmalarına, canlı ve bitki örtüsünde zararlara sebebiyet vermektedir.

### 3. UYGULAMADA İZLENEN YÖNTEM (METHODOLOGY)

Çalışmada amaçlanan karayolundaki hareketli taşıtların yakıt cinslerine göre belirli güzergâhlardaki davranışlarını ve saldıkları gazların analizlerinin yapılması, anlamlı ve karşılaştırmalı bir sonuç elde edilmesidir. Bunun nedenle test için 2006 model LPG yakıt kullanan bir araç ile 2008 model ULP yakıt kullanan araçların trafikte hareket halindeyken egzostlarına yerleştirilen emisyon ölçüm cihazı ile ölçülen emisyon miktarları analiz edilmiştir.

Verilerin hazırlanması, düzenlenmesi ve analiz yapılması için kullanılan yazılımlar;

- Microsoft Office 2007
- Esri ARCGIS Desktop 9. 2

#### 2.1 Uygulama Bölgesi

Uygulama bölgesi İstanbul'un Haliç köprüsü civarında bir bölgedir. Şekil 2'de uygulama bölgesinin konumu görülmektedir.



Şekil 2: Uygulama Bölgesi

Test verilerini karşılaştırmak için test amacına uygun bir güzergah seçildi. Güzergah, Haliç köprüsünden Mecidiyeköy istikametinde sinyalizasyon işareti bulunmayan %4 eğimli ve 1800 m uzunluğunda olan bir yoldur

## 2.2 Veri Toplama

Trafikte hareket halindeki araçların her saniye egzostlarından çıkan emisyonlar SEMTECH (Emisyon ölçümü) aleti ile ölçölüp kaydedilmiştir. Ölçüm yapılan her noktanın enlem ve boylam değeri Laipac Tech GD30L GPS aleti ile ölçölümüştür. (Embarq, 2008). GPS ile ölçölülen enlem boylam değeri kullanılarak ölçölüm yapılan noktaların harita üzerinde nerede olduğunu görmek mümkün olmaktadır. Bunun içinde ArcGIS programının arayüzlerinden yararlanılmıştır.

## 2.3 Veri Analizi

Verilerin aktarılması için ArgGIS yazılımında ArcCatalog'da geodatabase oluşturulmuştur. Excel formatında toplanan veriler ilk olarak Access programına transfer edilmiştir. Transfer edilen bu verilerden tablolar yaratılmıştır. Bu tablolarda GPS ile toplanan enlem ve boylam değerilerinden oluşmaktadır. Bu veriler WGS 84 datumundadır. ArcMap'in içerisindeki Tools menüsü içerisindeki "Add XY data" seçilerek ekranda çizim gerçekleştirilir. WGS 84 datumunda olan verilerin ED 50 datumuna dönüşümü için "ArcToolBox" içerisinde "Project" arayüzünden yararlanılmıştır. Daha sonra yapılacak analizlerde ED 50 datumun da gerçekleştirilmiştir.

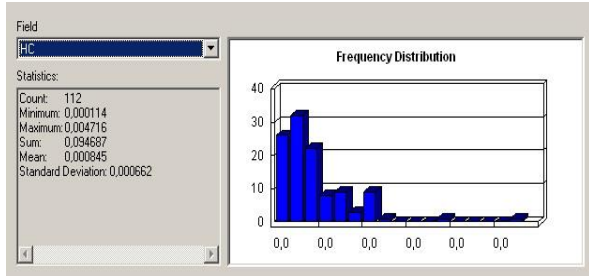
Grafik ortamda emisyon verilerinin analizi proje alanında gerçekleştirilen işlemlerin denetlenmesinde kolaylıklar sağlamaktadır. Bazı noktalarda GPS verilerinin kayıtlarının olmadığı edilmediği görölmüştür. CBS ortamında yapılmayan çalışmada bunun nedenini somut olarak görmek mümkün olmamaktadır. CBS ortamında bölgenin halihazır haritaları CBS programına getirilmek suretiyle ölçölüm yapılan bölgede yolun üstünün kapalı olduğu görölmekte bu nedenle bu bölgede GPS sinyalleri alınmadığı için GPS kayıtları da yapılamamış olduğu kolay bir şekilde tespit edilebilmektedir. CBS programları grafik ve sözel verilerin analizinin yapılabilmesini de mümkün kılmaktadır.

CBS ortamına aktarılan konum verileri ile uygulama bölgesinde ölçölülen emisyon verileri birbiri ile ilişkilendirilerek CBS programında analizlerin yapılabilmesine olanak verecek hale getirilmektedir.

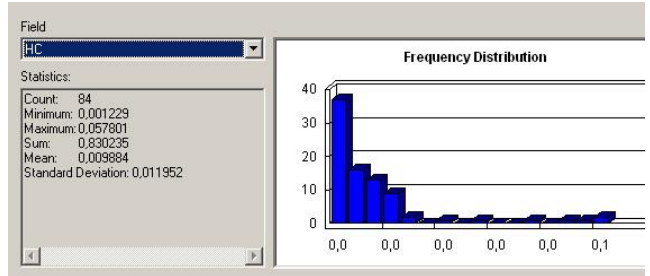
Çalışmada amaçlanan karayolundaki hareketli taşıtların yakıt cinslerine göre belirli güzergâhlardaki emisyonların analizlerinin yapılması, anlamlı ve karşılaştırmalı bir sonuç elde edilmesidir.

## 3. CBS PROGRAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ANALİZ SONUÇLARI

Seçilen güzergahda LPG'li araç ile ULP aracın hidrokarbon (HC) miktarının analizi



Şekil 3: Birinci güzergâhda LPG aracın HC'lar için frekans dağılım tablosu



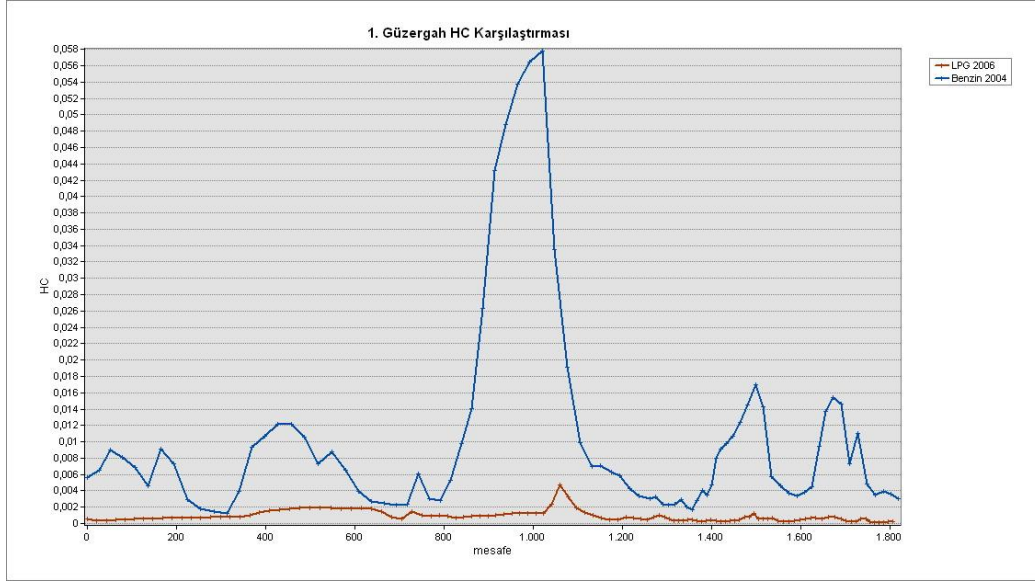
Şekil 4: Birinci güzergâhda ULP aracın HC'lar için frekans dağılım tablosu

LPG'li aracın HC miktarlarının istatistik analizi sonucunda;

Söz konusu güzergâh üzerinde 112 noktada emisyon ölçölümü yapılmıştır. Bu ölçölümler sonucunda Minimum HC miktarı 0.000114 gr/sn, Maksimum HC miktarı 0.004716 gr/sn, güzergâh boyunca Toplam HC miktarı 0.094687 gr/sn, Ortalama HC miktarı 0.000845 gr/sn ve bu verilerin Standart Sapması 0.000662 elde edilmiştir (Şekil 3).

ULP'li aracın HC miktarlarının istatistik analizi sonucunda;

Söz konusu güzergâh üzerinde 84 noktada emisyon ölçölümü yapılmıştır. Bu ölçölümler sonucunda Minimum HC miktarı 0.001229 gr/sn, Maksimum HC miktarı 0.057801 gr/sn, güzergâh boyunca Toplam HC miktarı 0.830235 gr/sn, Ortalama HC miktarı 0.009884 gr/sn ve bu verilerin Standart Sapması 0.011952 elde edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 5: Seçilen güzergâhta LPG ve ULP kullanan aracın HC emisyon grafiği

Seçilen güzergâhta CBS programı ile hazırlanan HC'in istatistik analizi sonucunda LPG kullanan araca göre ULP kullanan aracın yaklaşık 8 kat daha fazla HC emisyonu yaydığı görülmektedir (Şekil 5).

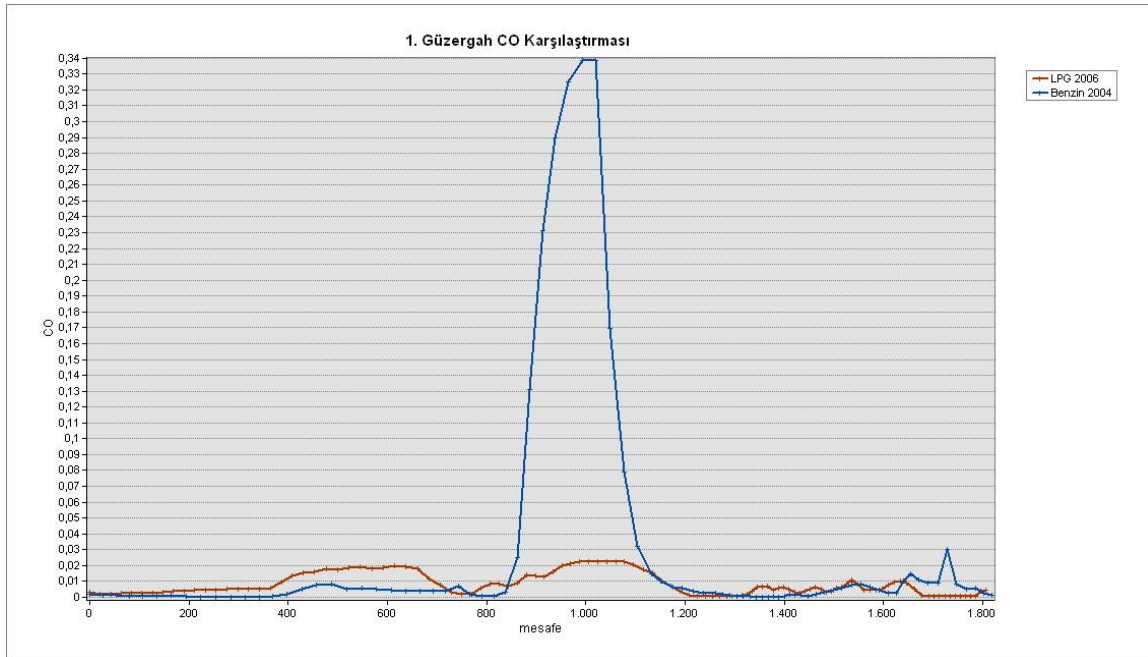
Seçilen güzergâhta LPG'li araç ile ULP aracın Karbon Monoksit (CO) miktarının analizi

LPG'li aracın CO miktarlarının istatistik analizi sonucunda;

Söz konusu güzergâh üzerinde 112 noktada emisyon ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler sonucunda Minimum CO miktarı 0.00323 gr/sn, Maksimum CO miktarı 0.022726 gr/sn, güzergâh boyunca Toplam CO miktarı 0.866503 gr/sn, Ortalama CO miktarı 0.007737 gr/sn ve bu verilerin Standart Sapması 0.007737 elde edilmiştir (Şekil 6.).

ULP'li aracın CO miktarlarının istatistik analizi sonucunda;

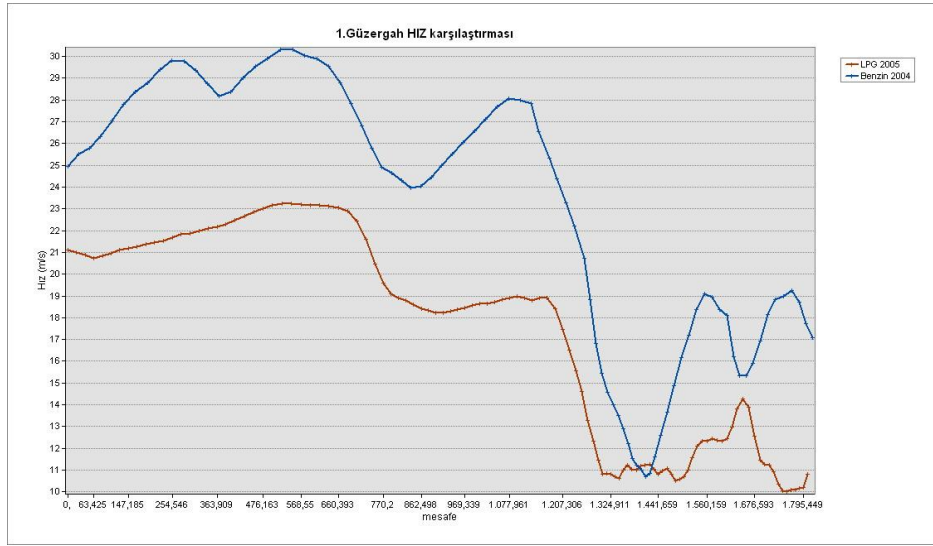
Söz konusu güzergâh üzerinde 84 noktada emisyon ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler sonucunda Minimum CO miktarı 0.0 gr/sn, Maksimum CO miktarı 0.338581 gr/sn, güzergâh boyunca Toplam CO miktarı 2.256296 gr/sn, Ortalama CO miktarı 0.026861 gr/sn ve bu verilerin Standart Sapması 0.074676 elde edilmiştir (Şekil 7.).



Şekil 7: Seçilen güzergâhta LPG ve ULP kullanan aracın CO emisyonunun karşılaştırılması

Seçilen güzergâh da CBS programı ile hazırlanan CO'nin istatistik analizi sonucunda LPG kullanan araca göre ULP kullanan aracın yaklaşık 3 kat daha fazla CO emisyonu yaydığı hesaplanmıştır. Grafik çizimde de bu görülmektedir (Şekil 7).

Seçilen güzergah üzerinde hareket eden araçların hız karşılaştırması:



Şekil 8: Seçilen güzergâhda LPG ve ULP kullanan aracın hız karşılaştırılması

ULP kullanılan araç yol boyunca daha yüksek hızla seyir etmiş olduğu görülmektedir (Şekil 14). Yukarıda açıklanan analiz sonuçlarıyla birleştirildiğinde ani yüksek hıza ulaşan araçların daha fazla çevreyi kirlettikleri ortaya çıkmıştır.

#### 4. SONUÇLAR

Verilerin sisteme aktarılması ile yapılan her türlü grafik analiz ve sorgu işlemlerinde CBS'nin çok etkin bir sistem olduğu görülmüştür. Test sonuçlarının analizi sayesinde, karayolunda hareket halinde olan motorlu taşıtların yakıt cinslerine göre egzozlarının saldıkları gaz miktarları ile araçların seyir durumu ve yol koşullarıyla olan ilişkisi kurulmuş, grafikler ile detaylandırıp ortaya konmuştur. Bu grafikler göstermiştir ki, testler farklı saatlerde farklı sürücüler tarafından da yapılmış olsa eşit yol koşullarında araç motorlarının davranışları çok yakın ve emisyonları etkileyen faktörler; hız, dolayısıyla ivme ve bunların belirli noktalarda trafik akıcılığını engelleyen trafik sinyalleridir. Araçların kullandıkları yakıt tiplerine göre ayrıldığı bu teste LPG'li aracın hemen hemen her koşulda benzinli araca göre çok daha az zararlı gaz saldırdığı görülmüştür. Her iki araçta gaz grafikleri ile hız grafikleri karşılaştırıldığında, ani hızlanma ve yavaşlama yapan sürücülerin araçlarında ki zehirli gaz salınımları o anlarda büyük artışlar göstermiştir. Dolayısıyla çıkartılacak bir başka sonuç ise, çevreye daha az zarar vermek için araçların yakıt tipi ve modeli ne olursa olsun temkinli, hız limitlerine uyararak ve ani ivmelenmelerden kaçınarak kullanılması gerekliliğidir.

#### KAYNAKLAR

P., Prince at al., 2004, "Performance of an evaporator for LPG powered vehicle" Applied Thermal Engineering. Elsevier, 1179-1194.

Gümüşay,M.Ü., Ünal, A., Aydın, R., 2008, "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. Beijing

A.,Ünal., at al, 2004. "Quantification of Highway Vehicle Emissions Hot Spots Based upon On-Board Measurements" Air&Waste Manage. Assoc. 130-140

Özen M., 2006, "Karayolu Ulaşımının Hava Kirliliğine Etkileri ve Çözüm Önerileri", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Karakuş, S. Z., 2002, "Benzinli araçlardan kaynaklanan hidrokarbonların ozon oluşumuna etkisinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

*Karayolunda Hareket Halindeki Araçların Egzost Gazlarının Cbs Ortamında Analiz Edilmesi*

Yozgatlıgil, A., 1998 "Türkiye Genelinde Kara Ulaşım Sektöründeki Araçların Yarattığı Hava Kirliliğinin Boyutlarının Belirlenmesi ve Kirliliği Azaltıcı Öneriler", Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Hasançebi, A., 2002 "İstanbul Atatürk Havalimanı pat sahasında HC ve CO emisyonlarının ölçüm ve değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Acar, H. A., 1996 "Motorlu taşımacılığın Ortaya Çıkarttığı Çevre kirliliği ve Önlemler", Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul.

URL1, Mimarlar Odası İnternet sitesi, Katlı Kavşaklar Trafik Gürültüsü ve İnsan Sağlığı Üzerine etkileri, <http://www.mimarlarodasiankara.org?=381> (2005)