

EGZOS KİRLİLİĞİNE MARUZ KALAN KİŞİLERDE KAN KARBOKSİHEMOGLOBİN DÜZEYİ

The blood carboxyhemoglobin levels of individuals occupationally exposed to traffic-related air pollution

Gülin GÜVENDİK,* Ayşegül YILMAZ**

Güvendik G, Yılmaz A. Egzoz kirliliğine maruz kalan kişilerde kan karboksihemoglobin düzeyi. Adli Tıp Bülteni 2001; 6 (2): 65-69.

ÖZET

Bu çalışmada, karbonmonoksit (CO) meslekleri nedeni ile maruz kalan trafik polisleri, taksi şoförleri ve benzin dağıtıcılarının kan karboksihemoglobin (COHb) düzeylerinin araştırılması amaçlanmıştır. Kan örneklerinde COHb saturasyon yüzdelerinin tayini için spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre; trafik polislerinde sigara içme alışkanlığı olanlarda (n=11) ortalama 8.5 ± 0.90 COHb, sigara içmeyenlerde (n=10) ortalama 5.32 ± 0.26 COHb; taksi şoförlerinde sigara içenlerde (n=13) ortalama 6.75 ± 0.68 COHb, sigara içmeyenlerde (n=7) ortalama 4.47 ± 0.44 COHb; benzin dağıtıcılarında sigara içenlerde (n=11) ortalama 7.12 ± 0.58 COHb, sigara içmeyenlerde (n=9) ortalama 5.51 ± 0.30 COHb; kontrol grubunda ise sigara içenlerde (n=30) ortalama 3.43 ± 0.16 COHb, sigara içmeyenlerde (n=20) ortalama 0.88 ± 0.05 COHb bulunmuştur. İstatistiksel değerlendirmeler sonucu; egzoz kirliliğine meslekleri nedeni ile maruz kalan kişilerde, sigara içen ve içmeyen grupların kan COHb değerleri arasında anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Kontrol grubu kan COHb değerleri, diğer gruplarla ayrı ayrı karşılaştırıldığında aralarında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p < 0.001$).

Anahtar kelimeler: karbonmonoksit, karboksihemoglobin, spektrofotometri, hava kirliliği

SUMMARY

The aim of this study was to determine the blood carboxyhemoglobin (COHb) levels of traffic policemen, taxi drivers and gas station employees who are exposed to traffic-related air pollution. Spectrophotometric method was used for the determination of carboxyhemoglobin saturation percent in blood samples.

The mean COHb level of blood samples from traffic policemen was found to be 8.5 ± 0.90 % for smokers (n=11), 5.32 ± 0.26 % for nonsmokers (n=10). In taxi drivers, it was found to be 6.75 ± 0.68 % for smokers (n=13), 4.47 ± 0.44 % for nonsmokers (n=7) and in gas station employees carboxyhemoglobin levels of smokers (n=11) and nonsmokers (n=9) were 7.12 ± 0.58 % and 5.51 ± 0.30 % respectively. Carboxyhemoglobin saturations in control group were 3.43 ± 0.16 % for smokers (n=30) and 0.88 ± 0.05 % for nonsmokers (n=20).

According to the results of statistical evaluation, significant differences were found between COHb values of the control group and policemen, taxi drivers, gas station employees when compared separately ($p < 0.001$). Carboxyhemoglobin levels found in smokers were consistently higher than those in nonsmokers ($p < 0.05$).

Key words: carbonmonoxide, carboxyhemoglobin, spectrophotometry, air pollution

GİRİŞ

Çevre kirliliği ve bunun insan sağlığına etkileri, üzerinde önemle durulması gereken sorunların başında gelmektedir. Çevre kirliliği araştırmalarında, trafikten kaynaklanan hava kirliliği ise kendine özgü özellikler gösterir. Taşıtların, sürekli olarak, yerden yüksekliği 50 cm'yi geçmeyen seviyede egzoz atıklarını bırakması egzoz kirliliğini diğer kirlleticilerden ayırır. Özellikle büyük şehirlerde motorlu taşıt kaynaklı hava kirliliğinin, toplam kirlilikteki payının %70'leri aştığı ve ısınma kaynaklı hava kirliliğinin en az 2 kat daha fazla bu kirliliğe neden ol-

* Prof. Dr. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı

** Uzm. Dr. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı

Geliş tarihi: 15.04.2002

Kabul tarihi: 22.07.2002

duğu gösterilmiştir (1). Kentsel alanlarda, hava kirliliğinin ısınma mevsimi dışında da süreklilik göstermesinin temel nedeni, motorlu taşıtların egzoz gazlarıdır. Benzinli motorlu taşıtlarda rölanti ve yavaşlama halinde, karbonmonoksit (CO) ve hidrokarbon emisyonları; hızlanma ve normal seyir halinde ise azot oksit emisyonları önem kazanmaktadır (2). CO emisyonunun egzoz hacminin %1-14 oranına ulaştığı gösterilmiştir.

Benzinli motorlu taşıtların egzozlarından oluşan ve major kirleticilerden en önemlisi olan CO, inhalasyon yolu ile kan dolaşımına geçerek toksisitesini gösterir. Renssiz ve kokusuz bir gaz olan CO'in başlıca toksik etkisi, hemoglobine birleşmesinden ileri gelmektedir. CO'in, hemoglobin (Hb)'e olan ilgisinin oksijenden en az 220 kere daha fazla olduğu gösterilmiştir. Böylece CO, Hb ile karboksihemoglobin (COHb) oluşturarak, Hb'in dokulara oksijen taşıma kapasitesini düşürür (3). COHb saturasyon yüzdesi, zehirlenmenin şiddeti için bir göstergedir. Kısa süreli olarak CO'e maruz kalındığında, %10 COHb saturasyonuna kadar solunumda hızlanma gözlenirken, %10-20 COHb seviyesinde, baş ağrısı, yorgunluk, cilt damarlarında genişleme, %20-30 COHb seviyesinde bilinç bulanıklığı, başdönmesi, halsizlik, %30-40 COHb seviyesinde bulantı, kusma, görme bozukluğu, ciltte kızarıklık, %40-50 COHb seviyesinde, derin koma hali, taşikardi, nabız ve solunum hızında artma, %50-60 COHb seviyesinde konvulziyon, refleks değişiklikleri, nabız ve solunum hızının artması, Cheyne-Stokes sendromu, %60-70 COHb seviyesinde kalp ve solunumda yavaşlama, koma, %70-80 COHb seviyesinde zayıf nabız, solunum yetersizliği ve ölüm görülür (4).

Kentsel alanlarda motorlu taşıtların her geçen gün artması, özellikle trafiğin yoğun olduğu bölgelerde CO'e maruziyeti artırmaktadır. Trafik polisleri, taksi şoförleri ve benzin dağıtıcıları, inhalasyon ile en fazla CO'e maruz kalan riskli popülasyonu oluşturmaktadır. Trafik yoğunluğundan kaynaklanan hava kirliliğinin tehlikeli boyutlara ulaştığı kentlerde yaşayanlarda CO'e maruziyetin derecesini belirleyen çalışmaların az olması, bu konuda bilimsel olarak bir değerlendirme yapılamamasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, duyarlı, kesin, saha çalışmasına uygun bir yöntem seçilerek, Ankara'da egzoz gazlarına meslekleri nedeni ile maruz kalan kişilerin (trafik polisleri, taksi şoförleri ve benzin dağıtıcıları) ve kontrol grubu olarak seçilen kişilerin kan COHb düzeyleri tayin edilmiş ve bu grupların karşılaştırılmaları so-

nucu, CO'e maruziyet derecelerinin araştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Kan Örneklerinin Sağlanması:

Bu çalışmada, meslekleri nedeni ile egzoz gazlarına maruz kalan kişilerden ve kontrol grubu olarak seçilen kişilerden kan örnekleri alınarak COHb miktarı tayin edilmiştir. Kan örnekleri, cam kapaklı, heparinize edilmiş *pyrex* tüplere 5 ml olarak alınmıştır. Alman numuneler, analize kadar +4°C'de buzdolabında saklanmıştır.

Kan örnekleri alınan kişilere yaş, meslek, içilen günlük sigara miktarı, çalışma yeri ve süresi ile ilgili sorular yöneltilerek alınan cevaplar anket halinde düzenlenmiştir.

Taksi Şoförleri:

Ankara'nın trafiği yoğun bölgelerinde taksi şoförlüğü yapan ve Ankara Şoförler Federasyonu'na bağlı 20 kişiden kan örnekleri alınmış, kan COHb düzeyleri tayin edilmiştir.

Benzin Dağıtıcıları:

Ankara Beşevler Petrol Ofisi, Mobil Petrol ve Küçükkesat Mobil Petrol benzin istasyonlarında benzin dağıtımında en az 10 saat süre ile görev yapan kişilerden kan örnekleri alınmış, kan COHb düzeyleri tayin edilmiştir.

Trafik Polisleri:

Ankara trafiğinin yoğun olduğu kavşaklarda ortalama 8 saat süre ile çalışan trafik polislerinden, Cebeci Trafik Ekipler Amirliği'nde, 21 kişiden kan örneği sağlanmıştır.

Kontrol Grubu:

Bu amaçla, Ankara Yüksek İhtisas Hastanesi'ne biyokimyasal tetkikler için gelen erkek, kan bulguları normal olan, mesleksel nedenlerle CO'e maruz kalmayan, sigara içen ve içmeyen kişilerden kan örnekleri alınmıştır.

Kan örneklerinde COHb kantitatif tayini için spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır(5). Yöntemin prensibi, kan örneklerinin, amonyum hidroksit çözeltisiyle dilüe edilmesinden sonra, 10 mg sodyum ditiyonit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) ilave edilmesi ve ultraviyole spektrofotometresinde absorbans değerlerinin okunmasına dayanır. Dilüe edilmiş hemolize kana sodyum ditiyonit ilavesiyle methemoglobin ve oksihemoglobin redüklenirken, karboksihemoglobin bu durumdan etkilenmemektedir. 541 ve 555 nm'de okunan absorbans değerleri oranlanarak (A_{541}/A_{555}) kalibrasyon eğrisine uygulanmış ve numunedeki %COHb düzeyleri bulunmuştur.

Sonuçların değerlendirilmesinde, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel yönden anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için Mann Whitney-U testi uygulanmıştır.

BÜLGULAR

Taksi Şoförleri:

Ankara'nın trafiği yoğun bölgelerinde taksi şoförlüğü yapan kişilerden alınan kan örneklerinde, sigara içme alışkanlığına göre COHb düzeylerinin dağılımına ait istatistiksel değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Taksi şoförlerinin sigara içme alışkanlığına göre kan COHb düzeylerinin dağılımına ait istatistiksel değerler

Değişken	Sigara İçen	Sigara İçmeyen
Örnek sayısı (n)	13	7
Ortalama (x) (%COHb)	6.75	4.47
Ortalamanın Güven Sınırları	8.23-5.26	5.57-3.38
Standart Sapma (SD)	2.46	1.18
Standart Hata (SE)	0.68	0.44
Dağılım Genişliği	4.2-11.8	2.9-6.5

Benzin Dağıtıcıları:

Ankara Beşevler Petrol Ofisi, Mobil Petrol ve Küçükkesat Mobil Petrol benzin istasyonlarında benzin dağıtımında görevli kişilerden devriye değişimi esnasında alınan kan örneklerinde, sigara içme alışkanlığına göre COHb düzeylerinin dağılımına ait istatistiksel değerler, Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Benzin dağıtıcılarının sigara içme alışkanlığına göre kan COHb düzeylerinin dağılımına ait istatistiksel değerler

Değişken	Sigara İçen	Sigara İçmeyen
Örnek sayısı (n)	11	9
Ortalama (x) (%COHb)	7.12	5.51
Ortalamanın Güven Sınırları	8.42-5.82	6.21-4.81
Standart Sapma (SD)	1.94	0.91
Standart Hata (SE)	0.58	0.30
Dağılım Genişliği	5.4-11.0	4.6-7.2

Trafik Polisleri:

Ankara trafiğinin yoğun olduğu kavşaklarda ortalama 8 saat süre ile çalışan trafik polislerinden alınan kan örneklerinde, sigara içme alışkanlığına göre COHb düzeylerinin dağılımına ait istatistiksel değerler, Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Trafik polislerinin sigara içme alışkanlığına göre kan

COHb düzeylerinin dağılımına ait istatistiksel değerler

Değişken	Sigara İçen	Sigara İçmeyen
Örnek sayısı (n)	11	10
Ortalama (x) (%COHb)	8.50	5.32
Ortalamanın Güven Sınırları	10.51-6.49	4.74-5.90
Standart Sapma (SD)	3.00	0.81
Standart Hata (SE)	0.90	0.26
Dağılım Genişliği	4.9-14.5	3.5-6.2

Kontrol Grubu:

Ankara Yüksek İhtisas Hastanesi'ne biyokimyasal tetkikler için gelen erkek, kan bulguları normal olan, mesleksi nedenlerle CO'e maruz kalmayan, sigara içen (n=30) ve içmeyen (n=20) kişilerden alınan kan örneklerinde sigara içme alışkanlığına göre istatistiksel değerlendirmeler, Tablo 4'te gösterilmiştir.

Taksi şoförleri, benzin dağıtıcıları, trafik polisleri ve

Tablo 4: Kontrol grubunda sigara içen ve içmeyen kişilerin kan COHb düzeylerinin dağılımına ait istatistiksel değerler

Değişken	Sigara İçen	Sigara İçmeyen
Örnek sayısı (n)	30	20
Ortalama (x) (%COHb)	3.43	0.88
Ortalamanın Güven Sınırları	3.09-3.76	0.98-0.78
Standart Sapma (SD)	0.90	0.22
Standart Hata (SE)	0.16	0.05
Dağılım Genişliği	1.95-4.80	0.50-1.34

kontrol grubunun sigara içme alışkanlığına göre istatistiksel değerlendirmeleri, Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Taksi şoförleri, benzin dağıtıcıları, trafik polisleri ve kontrol grubunun sigara içme ve içmeme durumlarına göre istatistiksel değerlendirilmesi

	Sigara içen (%COHb)	Sigara içmeyen (%COHb)
Taksi Şoförleri	x = 6.75 ± 0.68 p < 0.05	x = 4.47 ± 0.44
Benzin Dağıtıcıları	x = 7.12 ± 0.58 p < 0.05	x = 5.51 ± 0.30
Trafik Polisleri	x = 8.50 ± 0.90 p < 0.01	x = 5.32 ± 0.26
Kontrol Grubu	x = 3.43 ± 0.16 p < 0.001	x = 0.88 ± 0.05

TARTIŞMA

Benzin ve dizel motorlu taşıtların çıkardığı egzoz gazlarında bulunan zararlı maddelerin özellikle trafiğin yoğun olarak yaşandığı büyük kent merkezlerinde çevreye verdiği zararlar oldukça fazladır. Trafikten kaynaklanan hava kirliliğinde, en önemli toksik etki gösteren major kirlenici, CO'tir. İnhalasyon ile en fazla CO'e maruz kalan riskli popülasyonu, trafik polisleri, taksi şoförleri ve benzin dağıtıcıları oluşturmaktadır.

Bu araştırmada, meslekleri nedeni ile egzoz gazlarına maruz kalan ve kontrol grubu olarak seçilen kişilerin kan COHb düzeyleri tayin edilmiştir. Bu grupların istatistiksel olarak karşılaştırılmaları sonucu, CO'e maruziyet dereceleri araştırılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre; Ankara'da trafiğin yoğun olduğu bölgelerde çalışan taksi şoförlerinde, sigara içenlerde kan COHb düzeyi ortalama 6.75 ± 0.68 COHb, sigara içmeyenlerde ortalama 4.47 ± 0.44 COHb; benzin dağıtımını yapan istasyonlarda çalışanlarda sigara içenlerde ortalama 7.12 ± 0.58 COHb, sigara içmeyenlerde ortalama 5.51 ± 0.30 COHb; Ankara trafiğinin yoğun olduğu kavşaklarda görev yapan trafik polislerinde, sigara içenlerde ortalama 8.50 ± 0.90 COHb, sigara içmeyenlerde ortalama 5.32 ± 0.26 COHb ve kontrol grubunda, sigara içenlerde ortalama 3.43 ± 0.16 COHb, sigara içmeyenlerde ortalama 0.88 ± 0.05 COHb bulunmuştur. İstatistiksel değerlendirmeler sonucu, benzin dağıtıcıları ile taksi şoförleri, benzin dağıtıcıları ile trafik polisleri, taksi şoförleri ile trafik polislerinin kan COHb düzeyleri karşılaştırıldığında anlamlı fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Ancak, kontrol grubunun kan COHb düzeyi, maruziyet gruplarının kan COHb düzeyi ile ayrı ayrı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.001$).

Egzoz kirliliğine maruziyetin bir göstergesi olarak özellikle trafiğin yoğun olduğu kavşaklarda görev yapan trafik polisleri, taksi şoförleri ve benzin dağıtıcılarında kan COHb düzeyi ile ilgili diğer ülkelerde yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (6-9).

Londra'da taksi şoförlerinin kan COHb düzeyi ölçülmüş, gündüz çalışanlarda ve sigara içenlerde, gece çalışan ve sigara içmeyenlere göre yüksek bulunmuştur. Bütün gruplarda kan COHb aralığı %0.4 ile %9.7 arasında değişirken, sigara içmeyenlerde gece-gündüz değerlerinin sırasıyla %0.4 ve %3.0 COHb olduğu gözlenmiştir (10).

Trafik polisleri üzerinde Bulgaristan'ın 4 büyük kentinde yapılan çalışma(11), Paris'te (12) bu konuda elde

edilen değerlere benzer iken, İsveç'te Göthe ve arkadaşları (13) Stockholm, Malmö ve Orebro'da trafik polislerinde daha düşük seviyede kan COHb düzeyini tespit etmişlerdir.

Egzoz gazından kaynaklanan CO'e maruz kalan kapalı garaj işçilerinde yapılan bir çalışmada ise havada ortalama 59 ppm (68 mg/m^3) konsantrasyonda CO'e maruz kalanlarda, COHb düzeyinin %1.5'ten %7.3'e yükseldiği, aynı ortamda sigara içenlerde kan COHb düzeyi başlangıçta %2.9 iken 8 saat sonra % 9.3 olduğu, kontrol grubunda ise bu değerlerin % 3.9 COHb olduğu gösterilmiştir(14). Araştırmacı, bu çalışmada yükselen COHb seviyesinde mesleki maruziyetin sigara içiminden daha fazla rolü olduğunu ileri sürmektedir. Bununla birlikte, Buchwald (15), Kanada'da garaj ve benzin istasyonlarında çalışan kişilerde yaptığı çalışmada sigara içiminin kan COHb seviyesine etkisinin önemli bir faktör olduğunu, sigara içenlerin %70'inde COHb düzeyinin %5'ten fazla olduğunu ve sigara içmeyenlerde benzer sonuca ancak %30 oranında rastlandığını göstermiştir. Bu tezi destekleyen birçok çalışma bulunmaktadır (16-19).

Araştırmamızda elde edilen bulgular, mesleki nedenlerle yükselen kan COHb değerlerine, sigara içiminin önemli bir etken olduğunu göstermektedir. İstatistiksel değerlendirmeler sonucu, sigara içen ve içmeyen trafik polisleri, benzin dağıtıcıları ve taksi şoförlerinde kan COHb değerleri arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ankara'da Atımtay ve arkadaşları (20) tarafından yapılan, trafik yoğunluğu fazla olan kavşaklardan alınan hava örneklerinde CO ölçümlerini ve trafik polislerinin nefesindeki CO miktarını bildiren çalışmada, CO'in sağlık üzerine ve sigara içme alışkanlığının nefes CO miktarına etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarının bizim çalışmamızla uyum gösterdiği görülmüştür.

Sonuç olarak, bu çalışmada, meslekleri nedeni ile egzoz gazı CO emisyonuna maruz kalan kişilerde (trafik polisleri, benzin dağıtıcıları ve taksi şoförleri) kan COHb düzeyinin, kontrol grubundaki kişilerin kan COHb düzeyine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kan COHb düzeyinin yüksekliğine egzoz gazına maruziyetle beraber, önemli bir etkenin de sigara içimi olduğu görülmüştür. Bu kişilerde, CO'e maruziyetin sonucu olarak başağrısı, bulantı gibi şikayetlerin arttığı gözlenmiştir.

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan zararlı egzoz gazla-

rının etkilerinin azaltılması gerekmektedir. Ülkemizde, son yıllarda artan motorlu taşıt sayısı ile birlikte, bu konu, önlem alınması gereken boyutlara ulaşmıştır. Bu önlemler çerçevesinde egzoz emisyonlarını azaltmak için yasal yaptırımların, teknik ve ekonomik araçların Türkiye'de uygulanabilirliği konusu büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. U.S.Environmental Protection Agency, Air quality criteria for carbonmonoxide.EPA/600 P-99-001 National Center for Environmental Assessment. Research Triangle Park, NC 1999.
2. Bates, D.V. Air pollution: Time for more clean air legislation? *Br. Med. J.*, 1996, 312: 649-650.
3. Meredith, T.,Vale, A. Carbonmonoxide poisoning. *Br. Med. J.*, 1988, 296: 77-78.
4. Thorn, S., Keim, L. Carbonmonoxide poisoning:A review.Epidemiology, pathophysiology, clinical findings and treatment options including hyperbaric therapy. *Clin. Toxicol.*, 1989, 27:141-156.
5. Sato, J.J., Rieders, F. Determination of carboxyhemoglobin in presence of other blood hemoglobin pigments by visible spectrophotometry, *J. Foren. Sci.*, 1984, 29(1): 39-54.
6. Bisby, J.A., Ouw, K.H., Humpries, M., Shandar, A.G. Absorption of lead and carbonmonoxide in Sydney traffic policemen. *Med. J. Aus.*, 1977, 1:437-439.
7. Farsam, H., Salari, G.H., Nadim, A. Absorption of lead in Tehran traffic policemen. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1982, 43:373-376.
8. Kamal, A.A., Eldamaty, S.E., Faris, R. Blood lead level of Cairo traffic policemen. *Sci. Total Environ.*, 1991, 105:165-170.
9. Flachsbar, P.G. Long-term trends in United States highway emissions, ambient concentrations, and in-vehicle exposure to carbonmonoxide in traffic. *Expo. Anal. Environ. Epidemiol.*, 1995, 4: 473-495.
10. Jones, R.D., Commins, B.T., Cernik, A.A. Blood lead and carboxyhaemoglobin levels in London taxi drivers. *Lancet* 1972, 2:302-303.
11. Balabaeva, L., Kalpazanov, I. Effect of smoking and length of service on the content of carboxyhaemoglobin in blood of traffic policemen. *Hig. i Zdraveo.*, 1974, 5: 490-493.
12. Chovin, P. Carbonmonoxide: Analysis of exhaust gas investigations in Paris. *Environ. Res.*, 1967, 1:198-216.
13. Göthe,C.J., Fristedt, B., Sundell, L., Kolmodin, B., Ehrner Samuel, H., Göthe, K. Carbonmonoxide hazard in city traffic-an examination of traffic policemen in three Swedish town. *Arch. Environ. Health*, 1969, 19:310-364.
14. Ramsey, J.M. Carboxyhaemoglobinemia in parking garage employees. *Arch. Environ. Health*, 1967, 15:580-583.
15. Buchwald, H. Exposure of garage and service station operatives to carbonmonoxide-a survey based on carboxyhaemoglobin levels. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1969, 30: 570-575.
16. Wald, N.G., Idle, M., Boreham, J. Bailey, A. Carbonmonoxide in breath in relation to smoking and carboxyhaemoglobin levels. *Thorax*,1981, 36:366-369.
17. Jarvis, M.J., Belcher, M., Vesey, C., Hutshison, D.C.S. Low cost carbonmonoxide monitors in smoking assessment. *Thorax*, 1986, 41:886-887.
18. Vural, N., Kahraman, R. Karbonmonoksit (CO) zehirlenmesi ile ölenlerde ve sigara içenlerde karboksihemoglobin (COHb) ve methemoglobin düzeyleri. *AÜ Ecz. Fak. Der.*,1994,23(1-2):11-19.
19. Güvendik, G., Gündüzer, S., Tümtürk, N. Meslekleri nedeni ile karbonmonoksit maruz kalan itfaiye erlerinde kanda karboksihemoglobin düzeyi, *Adli Tıp Bülteni*, 1997, 2(1):7-11.
20. Atımtay, A.T., Emri, S., Bağcı, T., Demir, A.U. Urban CO exposure and its health effects on traffic policemen in Ankara. *Environ. Res.*, 2000, 82(3):222-230.

Yazışma Adresi: Prof.Dr. Gülin GÜVENDİK
Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi
Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı,
06100 Tandoğan-ANKARA
Tel: 0 312 212 68 05/2325
Fax: 0 312 213 10 81
E-posta: guvendik@pharmacy.ankara.edu.tr