



# Yoğun Bakımda Takip Edilen Karbonmonoksit Zehirlenmeli Hastalarda COHb, Troponin I ve Laktat Düzeylerinin Prognoza Etkisi

The Effect of COHb, Troponin I and Lactate Levels on Prognosis in Patients With Carbon Monoxide Poisoning Followed in the Intensive Care Unit

Emine BAŞARAN UYAR<sup>1</sup>, Hasan Gazi UYAR<sup>2</sup>, Ramazan KÖYLÜ<sup>3</sup>, Nazire Belgin AKILLI<sup>3</sup>, Öznur KÖYLÜ<sup>4</sup>

EBU: 0000-0001-6757-5210 HGU: 0000-0003-4291-5017 RK: 0000-0002-7685-8340 NBA: 0000-0001-9329-0964  
ÖK: 0000-0002-6888-6309

<sup>1</sup>Akşehir Devlet Hastanesi Acil Servis, Konya-Türkiye

<sup>2</sup>Meram Devlet Hastanesi Acil Servis, Konya-Türkiye

<sup>3</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Konya Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği, Konya-Türkiye

<sup>4</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Konya Şehir Hastanesi Tıbbi Biyokimya, Konya-Türkiye

## Öz

**Amaç:** Karbonmonoksit ,renği olmayan,kokusuz,tatsız ve tahriş etmeyen bir gazdır ve karbon bazlı yakıtların yetersiz yanmasıyla oluşur.Karbonmonoksit zehirlenmesi ise önemli bir halk sağlığı sorunudur ve tüm zehirlenme vakalarının %8-34 unu oluşturur.Bu çalışmanın amacı; yoğun bakımda karbonmonoksit zehirlenmesi ile takip ettiğimiz hastaların demografik,klinik ve tedavi özelliklerini karşılaştırmak,hastaların COHb,troponin I ve laktat düzeyleri ile klinik seyir ve sonuçları arasındaki ilişkiyi belirlemektir.

**Araçlar ve yöntemler:** Çalışmamızda; 01.01.2018-31.12.2020 tarihleri arasında Konya Meram Devlet Hastanesi ve Konya Şehir Hastanesinde yoğun bakımda karbonmonoksit zehirlenmesi nedeniyle takip edilen 18 yaş üzerinde 214 hasta çalışmaya alındı. Çalışmaya alınan hastaların hastane veri tabanı kullanılarak retrospektif olarak dosya (epikriz, laboratuvar sonuçları, Magnetik rezonans görüntüleme) kayıtları tarandı. Çeşitli demografik,klinik ve laboratuvar özellikleri karşılaştırıldı.İstatistiksel analizler SPSS 19.0 for Windows ile yapıldı. P değeri <0,05 istatistiki olarak anlamlı kabul edildi.

**Bulgular:** Çalışmamızda COHb ortalama değeri 30,1±8,8 olarak geldi.Çalışmamızda kan laktat düzeyi ortalaması 2,9±2,0 mmol/L olarak geldi. Kan troponin I düzeyi 0,7±2,4 ng/ml olarak ölçüldü. Çalışmamızda; hastaların hiperbarik ve normobarik tedavi alıp almayacağını; kan troponin I ve COHb düzeyi etkilemiştir.(p<0,05)Laktat düzeyi ise istatistiki olarak etkilememiştir.Hiperbarik te-

## Abstract

**Purpose:** Carbon monoxide is a colorless, odorless, tasteless, and non-irritating gas and is formed as a result of insufficient combustion of carbon-based fuels. Carbon monoxide poisoning is an important public health problem and accounts for 8-34% of all poisoning cases. This study aims to compare the demographic, clinical, and treatment characteristics of the patients we follow up with carbon monoxide poisoning in the intensive care unit and to determine the relationship between the COHb, troponin I, and lactate levels of the patients and the clinical course and results.

**Materials and Methods:** In our study—between 01.01.2018 and 31.12.2020—214 patients over the age of 18 who were followed up in the intensive care unit at Konya Meram State Hospital and Konya City Hospital due to carbon monoxide poisoning are included in the study. Files (epicrisis, laboratory results, magnetic resonance imaging) records of the patients included in the study are scanned retrospectively using the hospital database. Various demographic, clinical, and laboratory characteristics are compared. Statistical analyzes are performed using SPSS 19.0 for Windows. P value <0.05 was considered statistically significant.

**Results:** The mean COHb value in our study was 30.1 ±8.8. Our study's mean blood lactate level is 2.9±2.0 mmol/L. The blood troponin I level is measured as 0.7±2.4 ng/ml. In our study, whether patients will receive hyperbaric and normobaric therapy, blood troponin I, and COHb levels affected. (p<0.05) Lactate level did not affect statistically. Troponin I and COHb values were higher in those receiving hyperbaric treatment.



davi alanlarda troponin I ve COHb değeri daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda EKG' de iskemi bulgusu olup olmasını; kan troponin I ve laktat düzeyi etkilemiş( $p<0,05$ ) fakat COHb düzeyi istatistiki olarak etkilememiştir. Çalışmamızda MR'da iskemi olup olmasını laktat ve troponin I etkilemiş( $p<0,05$ ) fakat COHb düzeyi istatistiki olarak etkilememiştir. MR'da iskemi olanlarda laktat ve troponin I değeri daha yüksek bulunmuştur. Yatış sürelerini; troponin I, laktat, ve COHb düzeyleri etkilemiştir. Troponin I, laktat ve COHb değeri arttıkça hastanede yatış süresi uzamıştır.

**Sonuçlar:** COHb, troponin I ve laktat düzeyleri karbonmonoksit zehirlenmeli hastalarda hastaların prognozunu etkilemektedir. Daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar kelimeler:** COHb, karbonmonoksit zehirlenmesi, laktat, troponin I

In our study, although ischemia was found in the ECG, blood troponin I and lactate levels were affected ( $p<0.05$ ). However, the COHb level did not affect it statistically. In our study, lactate and troponin I was affected. Despite there was ischemia in MRI ( $p<0.05$ ), COHb level did not affect it statistically. Lactate and troponin I values were found to be higher in patients with ischemia on MRI. The length of stay was affected by troponin I, lactate, and COHb levels. As the troponin I, lactate, and COHb values increased, the duration of the hospital stay was prolonged.

**Conclusions:** COHb, troponin I and lactate levels affect the prognosis of patients with carbon monoxide poisoning. However, further studies are needed.

**Keywords:** carbonmonoxide poisoning, COHb, lactate, troponin I

## GİRİŞ

Karbonmonoksit; rengi olmayan, kokusuz, tatsız ve tahriş etmeyen bir gazdır ve karbon bazlı yakıtların yetersiz yanması ile oluşur (1). CO toksisitesi, ısınma amaçlı kullanılan kömür sobaları, yangınlar, araçlar ve şofbenlere bağlı görülebilmektedir (2).

CO zehirlenmeleri tüm zehirlenme vakalarının %8-34'ünü oluşturur (3). CO Zehirlenmesi tanısı; COHb düzeyi, karbonmonoksit maruziyetinin kanıtı ve klinik semptomlara dayanarak konur. Semptomlar hafif baş ağrısından koma hatta ölüme kadar geniş bir yelpazede değişebilir (4). CO toksisitesine bağlı ölümlerin yarısından fazlası yangınlardan ve intihar nedeniyle solunmasından kaynaklanmaktadır (5, 6). Amerika Birleşik Devletleri'nde, Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezleri yangın dışı karbonmonoksit zehirlenmesinin yılda yaklaşık 21.000 hastanın acil servise başvurmasına ve 450 hastanın da ölümlüyle sonuçlandığını belirtmiştir (7).

Solunum yoluyla alınan CO gazının büyük çoğunluğu akciğerlerden direkt atılır. %10-15'i miyogloblin ve sitokrom proteinlerine bağlanır ve plazmada %1'den azı çözünür. Hemoglobine bağlanma affinitesi oksijenden 250 kat daha fazladır. Böylece CO hemoglobine bağlanarak COHb i oluşturur. COHb kanın oksijen taşıma kapasitesinin düşürerek dokuda hipoksi ve iskemiye neden olur. Dokulara oksijen dağıtımındaki azalma özellikle oksijen ihtiyacının fazla olduğu (kalp, beyin, böbrek, iskelet kası) gibi organlarda laktat oluşuma neden olur. CK düzeyi ve troponin

düzeylerinde artışa neden olabilir(8). Kalp, beyin ve böbrek gibi organların etkilenmesi erken dönem komplikasyonlara ve ölümlere neden olabildiği gibi geç dönem sekelere de sebebiyet vermektedir (9, 10).

Bu çalışmanın amacı, yoğun bakımda karbonmonoksit zehirlenmesi ile takip ettiğimiz hastaların demografik, tıbbi ve tedavi özelliklerini karşılaştırmak, hastaların COHb, troponin I ve laktat düzeyleri ile klinik seyir ve sonuçları arasındaki ilişkiyi belirlemektir.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamıza KTO Karatay Üniversitesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurul kararı sonucu (Tarih: 12.01.2021, Karar No: 2021/037) başlanmıştır. 01.01.2018-31.12.2020 tarihleri arasında Konya Meram Devlet Hastanesi ve Konya Şehir Hastanesi'nde yoğun bakımda karbonmonoksit zehirlenmesi nedeniyle takip edilen 18 yaş üzerinde hastalar çalışmaya alındı.

Çalışmaya alınan hastaların hastane veri tabanı kullanılarak retrospektif olarak dosya (epikriz, laboratuvar sonuçları, elektrokardiyogram) ve görüntüleme (MR) kayıtları tarandı. Hastaların yaş, cinsiyet, hastaneye başvuru şekilleri (ayaktan ya da ambulansla) başvurma zamanları (gündüz-gece), başvurdukları mevsim (ilkbahar-yaz-sonbahar-kış), zehirlenme alt türü (soba, egzoz, nargile vs.), başvuru semptomları (senkop, nörolojik defisit, göğüs ağrısı, baş ağrısı baş dönmesi, koma vs.), geliş SpO<sub>2</sub> değeri, GKS (Glasgow koma skoru), labora-

tuvar sonuçları (laktat, COHb ve troponin I düzeyleri), elektrokardiyografik iskemi bulguları (ST elevasyonu, ST depresyon ve t dalgası negatifliği), varsa beyin MR raporları, uygulanan tedaviler (normobarik oksijen tedavisi veya hiperbarik oksijen tedavisi alması), entübe olup olmaması, hastanede yatış süreleri ve hastaneden taburculuk durumları (ölüm, izinsiz terk, başka sağlık kurumuna sevk, başka servise sevk ya da taburcu) her hasta için hastane veri tabanı kullanılarak veri toplama formuna kaydedildi.

Gebe hastalar, kronik böbrek hastalığı ve kronik karaciğer hastalığı olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

### İstatiksel analiz

İstatistiksel analizler SPSS 19.0 for Windows kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı ölçütler; ortalama ve standart sapma, ortanca ve min-max değerler, yüzde dağılımı olarak sunulmuştur. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Gruplar arasındaki dağılımların karşılaştırılması için ki-kare analizi, parametrik koşulların sağlandığı durumlarda ortalamaların karşılaştırılması için Student-t testi, parametrik koşulların sağlanmadığı durumlarda ise Mann-whitney U testi kullanılmıştır. Çeşitli prognostik çıktılar öngörmede bazı laboratuvar sonuçlarının kestirim değerlerinin değerlendirilmesi için ROC analizi kullanılmıştır. Sürekli değişkenler arasındaki korelasyonun incelenmesi amacıyla parametrik koşullar sağlanmadığından Spearman Korelasyon analizi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi için  $p < 0.05$  olarak alınmıştır.

### Bulgular

Çalışmamıza 01.01.2018-31.12.2021 tarihleri arasında karbonmonoksit zehirlenmesi nedeniyle yoğun bakıma yatan 214 hasta dahil edildi. 214 hastanın çeşitli özelliklerini incelersek; hastaların ortalama yaşı 45 (18-91) idi. Hastaların 115'i kadın (%53.7), 99'u erkek (%46.3) idi. Hastaların hastaneye başvuru şeklini incelersek; 214 hastanın 12'si ayaktan (%5.6) acil servise, 202'si ise ambulansla (%94.4) acil servise başvurmuştur. Hastaların başvuru zamanlarına bakarsak; 92 hasta (%43) gündüz, 122 hasta (%57) ise gece acil servise başvurmuştur. Hastaların mevsimsel olarak başvuruları karşılaştırıldığında; 214 hastanın 121'i kış (%56.5), 66'sı ilkbahar (%30.8), 26'sı sonbahar (%12.1) ve 1'i yaz (%0.5) mevsiminde başvurmuştur. Zehirlenme alt türü karşılaştırıldığında ise;

zehirlenmelerin büyük çoğunluğunun soba zehirlenmesi nedeniyle olduğu görülüyor. Soba zehirlenmesi ile 185 hasta (%86.4), nargileden zehirlenme ile 7 hasta (%3.3), egzoz gazı nedeniyle 2 hasta (%0.9), yangın nedeniyle 14 hasta (%6.5) ve doğalgaz zehirlenmesi nedeniyle 6 hasta (%2.8) başvurmuştur. Hastaneye başvuru semptomları karşılaştırıldığında; en sık semptom baş ağrısı 123 hastada (%57.5), bulantı-kusma 35 hastada (%16.4), baş dönmesi 26 hastada (%12.1), nörolojik defisit 7 hastada (%3.3), göğüs ağrısı 11 hastada (%5.1) ve senkop ile başvuru 12 hastada (%5.6) görüldü.

214 hastanın hastaneye başvuru esnasındaki saturasyon değeri ortalaması 95.1 (65-99) idi. Hastaların GKS düzeyi ortalama değeri 14.2 (3-15), hastaların 154'ünün GKS'si 15 (%71.9) 60'ının (%28.1) GKS'si 15'in altında idi. Hastaların kan laktat düzeyi ortalaması 2.9 (0.7-12.7). Hastaları kan laktat düzeyi 2 mmol/L'nin altı ve üstü olarak ayırdığımızda ise 90 hasta (%42.1)  $< 2$  mmol/L nin altında, 124 hasta (%57.9) ise  $> 2$  mmol/L'nin üstünde olarak ayrılmıştır. Hastaların COHb düzeyi ortalaması 30.1 (5.0-55.0) idi. COHb düzeyini 25'in altı ve üstü olarak ayırdığımızda 49 hasta (%22.9) 25'in altı, 165 hasta (%77.1) üstü olarak ayrıldı. Hastaların troponin I düzeyi ortalaması 0.7 ng/ml (0.0-27.0) idi. Troponin I düzeylerini 0.16'nın altı ve üstü olarak gruplandırdığımızda; 160 hasta (%74.8) 0.16'nın altında, 54 hasta (%25.2) ise 0.16'nın üstünde olarak ayrıldı.

Hastaların EKG'sinde iskemi saptanıp saptanmamasına göre karşılaştırıldığında; 27 hastada (%12.6) EKG iskemi bulgusu mevcuttu, 187 hastada (%87.4) ise EKG'de iskemi bulgusu görülmedi. Beyin MR'da 15 hastada (%7.0) iskemi mevcuttu. 199 hastada (%93.0) ise iskemi bulgusu görülmedi. Verilen tedavi karşılaştırıldığında normobarik oksijen tedavisi alan 55 hasta (%25.7), hiperbarik oksijen tedavisi alan 159 hasta (%74.3) mevcuttu. Hastaların yatış süreleri karşılaştırıldığında ortalama yatış süresi 3.7 (1-50) idi. Hastaların 15'i (%7.0) acil servise entube gelmiş ya da acilde kırmızı alanda entube edilmişti. 199'u entube değildi (%93).

Hastaların taburculuk durumu karşılaştırıldığında ise; 214 hastanın 201'i şifa ile taburcu (%93.9), 5'i imza ile taburcu (%2.3), 5 i başka servise devir (%2.3), 3 hasta da ex (%1.4) oldu.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda laktat düzeyi ile COHb düzeyi arasında düşük, troponin-I düzeyi ile orta düzeyde pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmıştır.

	Ortalama(min-max) Sayı	Standart Sapma %
Yaş	45,0(18-91)	19,3
Cinsiyet		
Kadın	115	53,7
Erkek	99	46,3
Başvuru Şekli		
Ayaktan	12	5,6
Ambulans	202	94,4
Başvuru Zamanı		
Gündüz	92	43,0
Gece	122	57,0
Mevsim		
İlkbahar	66	30,8
Yaz	1	0,5
Sonbahar	26	12,1
Kış	121	56,5
Zehirlenme türü		
Soba	185	86,4
Nargile	7	3,3
Egzos	2	0,9
Yangın	14	6,5
Doğalgaz	6	2,8
Semptom		
Baş Ağrısı	123	57,5
Bulantı Kusma	35	16,4
Baş Dönmesi	26	12,1
Nörolojik Defisit	7	3,3
Göğüs Ağrısı	11	5,1
Senkop	12	5,6
SaO <sub>2</sub>	95,1(65-99)	4,4
Glaskow Koma Skoru	14,2(3-15)	2,1
GKS 15	154	71,9
GKS <15	60	28,1
Laktat	2,9(0,7-12,7)	2,0
Laktat düzeyi gruplandırılmış		
<2 mmol/L	90	42,1
>2 mmol/L	124	57,9
COHb	30,1(5,0-55,0)	8,8
COHb düzeyi gruplandırılmış		
<25	49	22,9
>25	165	77,1
Troponin I	0,7(0,0-27,0)	2,4
Troponin I düzeyi gruplandırılmış		
<0,16	160	74,8
>0,16	54	25,2
EKG İskemi Durumu		
Var	27	12,6
Yok	187	87,4
MR İskemi Durumu		
Var	15	7,0
Yok	199	93,0
Tedavi		
Normobarik	55	25,7
Hiperbarik	159	74,3
Süre	3,7(1-50)	4,6
Entübasyon		
Var	15	7,0
Yok	199	93,0
Taburculuk Durumu		
Vefat	3	1,4
Taburcu	201	93,9
İmza İle Taburcu	5	2,3
Servise Devir	5	2,3

Tablo 1. Araştırmaya alınan hastaların çeşitli özellikleri

<sup>a</sup>Student-t testi <sup>b</sup>Mann-Whitney U testi <sup>c</sup>ki-kare analizi

	Laktat	COHb	Troponin I
<b>Laktat</b>			
Korelasyon Kat Sayısı		0,241	0,334
p değeri		0,001	0,001
<b>COHb</b>			
Korelasyon Kat Sayısı	0,241		0,227
p değeri	0,001		0,001
<b>Troponin I</b>			
Korelasyon Kat Sayısı	0,334	0,227	
p değeri	0,001	0,001	

\*Spearman korelasyon analizi

**Tablo 2.** Laktat, COHb ve troponin I düzeyleri korelasyonu

COHb düzeyi ile troponin-I arasında düşük düzeyde pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmıştır.

Tablo 3'te araştırmaya alınan kişilerde normobarik ve hiperbarik tedavi uygulanan gruplar arasında çeşitli özellikler karşılaştırılmıştır. Yapılan istatistik analiz sonucunda gruplar arasında yaş ortalamaları açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Cinsiyet dağılımları açısından gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Başvuru zamanına göre gündüz başvuran hastalar ile gece başvuran hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Gruplar arasında SaO<sub>2</sub> düzeyi ortalamaları açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Hiperbarik oksijen tedavisi uygulananların GKS'si istatistiki olarak anlamlı düzeyde diğer gruba göre daha düşük olduğu bulundu. Laktat düzeyleri ortalamaları açısından gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Laktat düzeyleri 2 mmol üstü ve altı diye gruplandırılarak karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Hiperbarik oksijen tedavisi uygulanan kişilerde COHb düzeyi ortalaması normobarik oksijen tedavisi uygulanan gruba göre istatiki olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. COHb düzeyi 25'in altı ve üstü olarak gruplandırıldığında hiperbarik tedavi uygulanma 25'in üstü olan grupta istatiki olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. Hiperbarik oksijen tedavisi uygulanan kişilerin troponin I düzeyleri ortancalarının görülmeyenlere göre istatistiki olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulundu. Troponin I düzeyleri 0,16 üstü ve altı olarak gruplandırılarak karşılaştırıldığında hiperbarik oksijen tedavisi uygulananlarda 0,16

mmol üstünde daha yüksek oranda görüldüğü bulundu. CK-MB düzeyleri ortancası iskemi bulgusu görülenlerde görülmeyenlere göre istatistiki olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulundu. Hiperbarik oksijen tedavisi uygulananlarda EKG'de iskemi bulgusu normobarik oksijen tedavisi uygulananlara göre istatistiki olarak anlamlı derecede daha yüksek oranda olduğu bulundu. Hiperbarik ve normobarik oksijen tedavisi uygulanan gruplar arasında MR'da iskemi görülme dağılımları açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Hiperbarik oksijen tedavisi uygulananların tedavi süreleri ortancasının normobarik oksijen tedavisi alan kişilere göre daha yüksek olduğu bulundu. Normobarik ve hiperbarik oksijen tedavisi alanlar arasında ex ya da sağ kalma durumları dağılımları açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda yaş ve yatış süresi arasında pozitif yönde istatistiki olarak anlamlı olarak düşük düzeyde korelasyon bulundu. Laktat, COHb ve troponin I düzeyleri ile yatış süresi arasında pozitif yönde orta derecede istatistiki olarak anlamlı düzeyde korelasyon bulundu. SaO<sub>2</sub> ve GKS ve yatış süresi arasında negatif yönde orta derecede istatistiki olarak anlamlı düzeyde korelasyon bulundu.

Troponin I değerinin hiperbarik oksijen tedavisi ihtiyacı varlığını kestirmedeki ROC analizi sonucunda eğri altında kalan alan 0,66 (%95GA 0,59-0,72), youden indeksi 0,27 p değeri 0,001'dir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda Troponin I değerinin Hiperbarik oksijen tedavisi ihtiyacı varlığını kestirmedeki değerinin istatistiki olarak anlamlı olduğu bulundu. (p<0,001).

	Normobarik Ortalama±SS Ortanca(min-max) Sayı(%)	Hiperbarik Ortalama±SS Ortanca(min-max) Sayı(%)	P değeri
Yaş	42,8±17,6	45,7±19,9	0,33 <sup>a</sup>
Cinsiyet			0,27 <sup>c</sup>
Kadın	26(47,3)	89(56,0)	
Erkek	29(52,7)	70(44,0)	
Başvuru Şekli			0,19 <sup>c</sup>
Ayaktan	5(9,1)	7(4,4)	
Ambulans	50(90,9)	152(95,6)	
Başvuru Zamanı			0,21 <sup>c</sup>
Gündüz	28(50,9)	64(40,3)	
Gece	27(49,1)	95(59,7)	
Mevsim			-
İlkbahar	11(20,0)	55(34,6)	
Yaz	1(1,8)	0(0)	
Sonbahar	14(25,5)	12(7,5)	
Kış	29(52,7)	92(57,9)	
Zehirlenme türü			-
Soba	42(76,4)	143(89,9)	
Nargile	4(7,3)	3(1,9)	
Egzos	1(1,8)	1(0,6)	
Yangın	4(7,3)	10(6,3)	
Doğalgaz	4(7,3)	2(1,3)	
Semptom			-
Baş Ağrısı	41(74,5)	82(51,6)	
Bulanık Kusma	4(7,3)	31(19,5)	
Baş Dönmesi	4(7,3)	22(13,8)	
Nörolojik Defisit	1(1,8)	6(3,8)	
Göğüs Ağrısı	3(5,5)	8(5,0)	
Senkop	2(3,6)	10(6,3)	
SaO <sub>2</sub>	95,6±4,5	94,9±4,3	0,36 <sup>a</sup>
Glaskow Koma Skoru	14,6±1,4	13,9±2,3	<b>0,04<sup>a</sup></b>
Laktat	2,1(0,7-8,1)	2,3(0,7-12,7)	0,09 <sup>b</sup>
Laktat düzeyi gruplandırılmış			0,22 <sup>c</sup>
<2 mmol			
>2 mmol	27(49,1)	63(39,6)	
COHb	28(50,9)	96(60,4)	<b>0,001<sup>a</sup></b>
COHb düzeyi gruplandırılmış			<b>0,001<sup>c</sup></b>
<25			
>25	24(43,6)	25(15,7)	
Troponin I	0,01(0,0-3,2)	0,04(0,0-27,0)	<b>0,001<sup>b</sup></b>
Troponin I düzeyi gruplandırılmış			<b>0,001<sup>b</sup></b>
<0,16			
>0,16	50(90,9)	110(69,2)	
EKG İskemi Durumu			<b>0,02<sup>c</sup></b>
Var	2(3,6)	25(15,7)	
Yok	53(96,4)	134(84,3)	
MR İskemi Durumu			0,26 <sup>c</sup>
Var	2(3,6)	13(8,2)	
Yok	53(96,4)	146(91,8)	
Süre	2(1-25)	3(2-50)	<b>0,001<sup>b</sup></b>
Entübasyon			0,08 <sup>c</sup>
Var	1(1,8)	14(8,8)	
Yok	54(98,2)	145(91,2)	
Taburculuk Durumu			0,97 <sup>c</sup>
Vefat	1(1,8)	2(1,3)	
Taburcu	52(94,5)	149(93,7)	
İmza İle Taburcu	1(1,8)	4(2,5)	
Servise Devir	1(1,8)	4(2,5)	
Ex	1(1,8)	2(1,3)	0,76 <sup>c</sup>
Sağ	54(98,2)	157(98,7)	

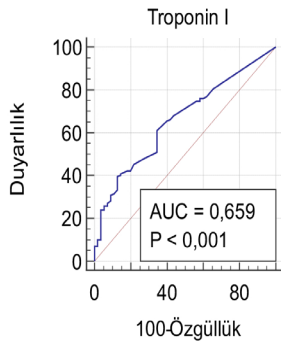
**Tablo 3.** Araştırmaya alınan kişilerde normobarik ve hiperbarik tedavi uygulanan gruplar arasında sosyodemografik özellikler, klinik öykü özellikleri ve laboratuvar bulgularının karşılaştırılması

Yatış Süresi		
	r	p
Yaş	0,21	0,002
SaO <sub>2</sub>	-0,34	0,001
GKS	-0,47	0,001
Laktat	0,41	0,001
COHb	0,35	0,001
Troponin I	0,45	0,001
CK-MB	0,44	0,001

\*Spearman Korelasyon

**Tablo 4.** Yatış süreleri ve çeşitli özelliklerin korelasyonu

**Şekil 1.** Hiperbarik oksijen tedavi ihtiyacı varlığını saptamada troponin I ROC eğrisi

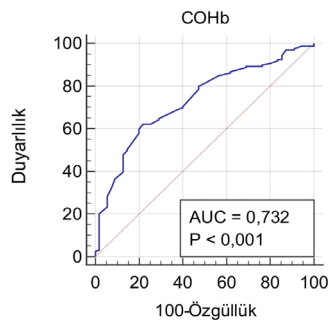


Kestirim Değeri	AUC(%95 GA)	Youden İndeksi	P değeri	Duyarlılık	Seçicilik	PPV	NPV
>0,08	0,66(0,59-0,72)	0,27	0,001	%39,6	%87,3	90,0	33,3

**Tablo 5.** Troponin I değerinin hiperbarik oksijen tedavisi ihtiyacı varlığını kestirmedeki ROC analizi sonuçları

COHb değerinin hiperbarik oksijen tedavisi ihtiyacı varlığını kestirmedeki ROC analizi sonucunda eğri altında kalan alan 0,73 (%95GA 0,67-0,79), youden indeksi 0,41 p değeri 0,001'dir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda COHb değerinin hiperbarik oksijen tedavisi ihtiyacı varlığını kestirmedeki değerinin istatistiki olarak anlamlı olduğu bulundu ( $p < 0,001$ ).

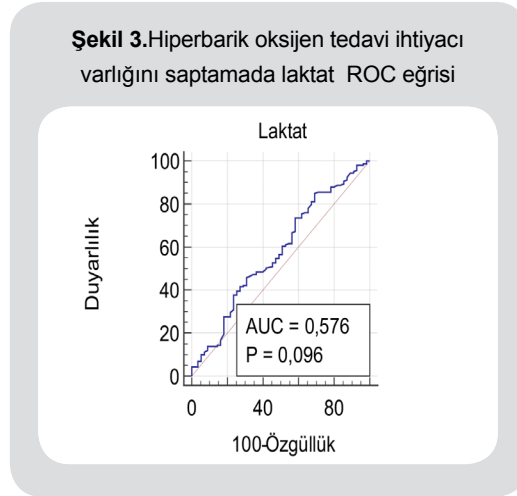
**Şekil 2.** Hiperbarik oksijen tedavi ihtiyacı varlığını saptamada COHb ROC eğrisi



Kestirim Değeri	AUC(%95 GA)	Youden İndeksi	P değeri	Duyarlılık	Seçicilik	PPV	NPV
>0,08	0,66(0,59-0,72)	0,27	0,001	%39,6	%87,3	90,0	33,3

**Tablo 6.** COHb değerinin hiperbarik oksijen tedavisi ihtiyacı varlığını kestirmedeki ROC analizi sonuçları

**Şekil 3.**Hiperbarik oksijen tedavi ihtiyacı varlığını saptamada laktat ROC eğrisi



Laktat değerinin EKG'de iskemi bulgusu varlığını kestirmedeki ROC analizi sonucunda eğri altında kalan alan 0,58 (%95GA 0,51-0,64) p değeri: 0,10 olup Laktat değerinin Hiperbarik oksijen tedavisi ihtiyacı varlığını kestirmede istatistiki olarak anlamlı bir değeri olmadığı bulundu.

## TARTIŞMA

Karbonmonoksit zehirlenmesi acil müdahale gerektiren toksikolojik morbiditenin ve zehirlenmeler nedeniyle olan ölümlerin sık bir nedenidir (11). Uysal ve ark. 2001 ile 2011 yılları arasında Ankara'da yaptıkları çalışmada zehirlenmeye bağlı ölümlerin %61,1'nin CO zehirlenmesinden kaynaklandığı göstermiştir (12).

CO zehirlenmesiyle acil servise başvuran hastalar incelendiğinde, Aksu ve ark.'nın yaptığı ve 16 yaşından büyük 476 hastayı aldığı çalışmasında; ortalama yaş 36,2 iken, kadınların oranı %60,9 olarak bulunmuştur (13). Bizim çalışmamızda ortalama yaşın diğer çalışmalardan büyük olmasının nedeni çalışmaya sadece ağır semptomları olan yoğun bakım yatış ihtiyacı olan hastaların alınmasına bağlanmıştır.

Ülkemizde karbonmonoksit zehirlenmesi nedeniyle acil servise başvuran hastaların 14 yıllık bilgiler incelendiği bir çalışmada kadınların karbonmonoksit zehirlenmelerine daha fazla maruz kaldığı saptanmıştır. Bu çalışmada Arıcı ve ark., karbonmonoksit zehirlenmesi ile acile başvuran hastaların %58,6'sının kadın olduğunu ve kadın/erkek oranınının 1,4 olduğunu bildirmiştir (14). Ülkemizde yapılan başka bir çalışmada

ise Çetin ve ark.'nın acil servise başvuran intoksikasyon olgularının sonuçlarına bakıldığında kadınların erkeklerle göre karbonmonoksit zehirlenmesine daha duyarlı olduğunu düşünülmektedir (15). Bu çalışmada soba zehirlenmesi olan hastalarda kadın/erkek oranı %85 oranında iken diğer intoksikasyon nedenlerine göre bu oranın çok yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar da erkeklerin kadınlara göre karbonmonoksit zehirlenmesine daha dirençli olduğunu düşündürmektedir. Bizim çalışmamızda kadın erkek oranı kadın lehine daha yüksek bulunmuştur.

Hastaların hastaneye geliş şekli ile ilgili Yıldız ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada; hastaneye başvuran 450 hastanın 290'ı (%64,4) kendi imkânlarıyla, 160'ı (%35,6) ise ambulansla başvurmuştur (16). Bizim çalışmamızda ise ambulansla başvuru daha yüksek bulundu. Bunun muhtemel nedeni; çalışmamızın 3. basamak toksikoloji hastaları için yoğun bakımının olması ve hiperbarik tedavi olanağı olduğu için ilçelerden olan ambulansla sevklerin fazla olmasına bağlanmıştır.

Hastaların hastaneye başvuru mevsimi incelendiğinde; Yıldız ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada 450 hastanın 81'i (%18) ilkbahar, 55'i (%12,2) yaz, 202'si (%44,9) kış, 112'si (%24,9) ise sonbaharda başvurmuştur (16). Bizim çalışmamızda ise 66 (%30,8) hasta ilkbahar, 1 (%0,1) hasta yaz, 121 (%56,5) hasta kış, 26 (%12,1) hasta ise sonbaharda başvurmuştur. Kış ve sonbaharda başvuruların fazla olma nedeni havaların soğuk ve rüzgârlı olması ve de soba kullanımının fazla olmasıdır.

Hastaların başvuru zamanı incelendiğinde; Yıldız ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada 450 hastanın 195'i



(%43.3) 07.00-19.00, 255'i (%56.7) ise 19.00-07.00 saatleri arasında başvurmuştur (16). Bizim çalışmamızda da akşam ve gece yarısı başvurusu benzer oranlarda daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni soba kaynaklı zehirlenmelerde şikâyetlerin özellikle sabaha karşı belirginleşmesidir.

Sosyoekonomik ve coğrafi etmeler göz önüne alındığında CO zehirlenmesine neden olan etmenler değişmektedir. Ülkemizde ise kömür sobaları ısınmak ve pişirmek için kullanıldığından zehirlenmelere sıklıkla sebep olmaktadır. Bu nedenle CO kaynakları değerlendirildiğinde istenmeden zehirlenme sebepleri arasında kömür sobası ilk sırada gelmektedir. Hampson ve ark.'nın 1994 yılında ABD'de yaptığı 509 hastalık bir çalışmada %15.5 oranında kömür sobası kaynaklı zehirlenme vakası bildirmiştir (17). Ünsal ve ark. çocuk hastalarda yaptığı 300 CO zehirlenme vakasından 80 hastanın seçtiği bir çalışmada; hastalarının çoğunun sosyoekonomik düzeyinin düşük olan aile mensupları olduğu ve zehirlenme nedenlerinin %71.2 soba zehirlenmesi ve %28.8 şofben zehirlenmesi olduğu belirtilmiş (18). Bizim çalışmamızda hastaların zehirlenmelerinin ana nedeni sobaydı. 185 hastada (%86.4) soba, 14 hastada (%6.5) yangın, 7 hastada (%3.3) nargile dumanı, 6 hastada (%2.8) doğalgaz kaçağı ve 2 hastada (%0.9) egzoz dumanı zehirlenme alt nedeniydi.

Hastaların başvuru şikâyetleri incelendiğinde ise; hastalar acil servise non-spesifik semptomlarla başvurmaktadır. Aksu ve arkadaşlarının yakın zamanlı yaptığı bir çalışmada; baş ağrısı ve sersemlik şikâyeti %62.6 ile ilk sırada yer alırken, bulantı/kusma %16.6 ve senkop %16 olarak saptanmıştır (13). Bizim çalışmamızda en çok başvuru semptomu baş ağrısıdır. 123 hastada (%57.5) görülmüştür. Bulantı-kusma 35 hastada (%16.4), baş dönmesi 26 hastada (%12.1), nörolojik defisit 7 hastada (%3.3), göğüs ağrısı 11 hastada (%5.1) ve senkop ile başvuru 12 hastada (%5.6) görüldü. Nörolojik defisit görülen 7 hastanın 4'ünde idrar ve gaita inkontinansı görüldü.

Hastaların bilinç durumunu değerlendirmede Glasgow koma skoru kullanılmaktadır. Yıldız ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise karbonmonoksit zehirlenmeli 450 hastanın sadece 22'sinin GKS'u (%22.9) 15'in altındadır. Bizim çalışmamızda GKS 15'in altında 60 hasta (%28,1) mevcuttu. Bizim çalışmamızda GKS 15'in altı hastanın çok olma nedeni, alınan hastaların çoğunluğunun yoğun bakım ihtiyacı olan ve hiperbarik oksijen tedavisi alan hastalar olmasıdır.

Hastaların EKG'leri karşılaştırıldığında; Satran ve ark.'nın 230 hastanın elektrokardiyografik değişikliklerini değerlendirdikleri bir çalışmada hastaların %16'sında normal, %41'inde sinüs taşikardisi, %30'unda iskemik değişiklikler (%4 ST elevasyonu, %26 ST ya da T dalga değişikliği), %41'inde nonspesifik ST değişikliği ve %27'sinde hiçbir iskemik değişiklik saptanmadığı bildirmişler (11). İçme ve ark.'nın yaptığı 201 hastalık bir çalışmada; 6 hastada (%3) ST segment elevasyonu veya depresyonu veya da t dalgası değişikliği görülmüştür (19). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde; hastaların EKG'de iskemi olup olmamasına göre karşılaştırıldığında; 27 hastada (%12.6) EKG iskemi bulgusu (ST elevasyonu-St depresyonu, t dalgası negatifliği) mevcut, 187 hastada (%87.4) ise EKG'de iskemi bulgusu görülmedi.

EKG'de iskemi olanlarda olmayanlara göre; yaş ortalaması daha yüksek, saO<sub>2</sub> daha düşük, GKS daha düşük, laktat daha yüksek, literatüre uygun şekilde ve troponin I, MR'da iskemi daha çok, hiperbarik tedavi alma daha çok, yatış süresi daha uzun ve ex oranı daha yüksek tespit edilmiştir. CoHb düzeyi ile iki grup arasında anlamlı farklılık tespit edilmedi.

Difüzyon MR yöntemi ile iskemik dokulardaki erken dönem değişiklikler görülür ve sitotoksik ve vazojenik ödemi tespit etmekte oldukça hassastır (20). Literatürde karbonmonoksit zehirlenmesinde difüzyon MR bulgularını araştıran birçok sayıda araştırma bulunmaktadır. Yayınlanan olgu sunumlarında akut karbonmonoksit zehirlenmesi sonrası yapılan difüzyon MR sonucunda beyaz cevherde erken dönemde değişikliklerin saptandığı ve difüzyon MR yönteminin akut karbonmonoksit zehirlenmelerinin erken dönem etkilerini tespit etmede kullanışlı bir yöntem olduğu bulunmuştur (21-23). Ülkemizde 2003 yılında Şener tarafından bildirilen olgu sunumunda karbonmonoksit zehirlenmesi olan bir hastanın 8 gün sonraki difüzyon MRG'de beyaz cevherde hiperintens alanlar olduğu görülmüştür. Aynı zamanda, Şener karbonmonoksit zehirlenmesi olan hastalarda iskemiye beyaz cevherin erken dönemde gri cevherden daha duyarlı olduğunu belirtmiştir (24). Jeon ve ark. 2018 yılında yaptıkları çalışmada acil servise akut karbonmonoksit zehirlenmesi nedeniyle başvuran 387 hastanın difüzyon MRG bulgularını incelemiştir. Bu çalışmada hastaların %26,9'unun difüzyon MR'ında patolojik bulgu saptanmıştır. Difüzyon MR'da patoloji saptanan hastaların %74'ünde globus pallidusda difüzyon kısıtlan-

ması saptanmıştır (25). Bizim çalışmamızda; hastalardan difüzyon MR çekimi hasta acil servise gelir gelmez yapılmıştır. MR'da iskemi bulgusu olan hasta sayısı 15 (%7.0) olup 199 (%93.0) hastada MR'da iskemi bulgusu görülmemiştir. İskemi olan hastalarda da lezyonlar literatüre uygun bir şekilde çoğunlukla globus pallidus ve substantia nigra'dır.

MR'da iskemi olan hastalarda, iskemi olmayanlara göre; ortalama yaş daha büyük, SaO<sub>2</sub> daha düşük, GKS daha düşük, laktat düzeyi daha yüksek, troponin I düzeyi daha yüksek, iskemi bulgusu daha çok, yatış süresi daha uzun, entubasyon ihtiyacı daha çok, ex oranı daha çok tespit edilmiştir. Tedavi tipi (HBOT ya da NBOT) ve COHb düzeyi iki grup arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Hastaların geliş kan COHb düzeyleri incelendiğinde; Chan ve arkadaşlarının akut CO zehirlenmesi olan hastalar üzerine yapmış olduğu çalışmada 93 hastanın ortalama COHb düzeyleri 21,8±14,5 olarak saptanmıştır (26). Yurtseven ve ark., CO zehirlenmesi olan 171 hastanın ortalama COHb değerlerini 16,6 ± 13,4 olarak bildirmişlerdir (27). Doğruyol ve ark.'nın yaptığı 404 olguluk bir çalışmada; ortalama COHb değeri 21,2±8 olarak geldi (28). Doğruyol ve ark.'nın yaptığı 653 hastanın olduğu bir çalışmada ise ortalama COHb düzeyleri 11,5±0,4 olarak bildirilmiştir (29). Bizim çalışmamızda ise COHb ortalama değeri 30,1 ± 8,8 olarak geldi. Diğer çalışmalardan daha yüksek gelme nedeni, alınan hastaların çoğunluğunun yoğun bakım ihtiyacı olan ve hiperbarik oksijen tedavisi alan hastalar olmasıdır.

Hastaların geliş kan laktat düzeylerine bakıldığında; Lee ve ark.'nın yaptığı 84 hastayı içeren bir çalışmada ortalama kan laktat düzeyi 4,7±3,5 mg/dl olarak bildirilmiştir (30). Marchewka ve ark.'nın yaptığı 75 hastayı içeren bir çalışmada ise ortalama kan laktat düzeyi 2.1 mmol/L olarak bildirilmiştir (8). Doğruyol ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada 201 hastada kan laktat düzeyi ortalaması 1,9 olarak bulmuşlardır (28). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde kan laktat düzeyi ortalaması 2,9±2,0 mmol/L'dir.

Hastaların geliş kan troponin I düzeyine bakıldığında; Marchewka ve ark.'nın yaptığı 75 hastayı içeren bir çalışmada ise ortalama kan troponin I düzeyi 0,001 olarak bildirilmiştir (8). Bizim çalışmamızda ise kan troponin I düzeyi 0,7±2,4 ng/ml olarak ölçülmüştür. Diğer çalışmadan daha yüksek değerler olma nedeni

hastaların çoğunluğunun yoğun bakım ihtiyacı olan ve hiperbarik oksijen tedavisi alan hastalar olmasıdır.

Hastaların hiperbarik ya da normobarik oksijen tedavisi alıp almamasına göre yapılan çalışmalarda Yıldız ve ark.'nın yaptığı çalışmada; laktat, troponin ve COHb düzeyleri sırayla 2.20 (IQR 1.55-3.75), 0,001 (IQR 0.000-0.040) ve 19.20 (IQR 10.00-22.50) olarak bulunmuş ve NBOT alanlara göre istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (p:0,012, p<0,001, p:0,006) (16). İçme ark.'nın yaptığı bir çalışmada ise; 201 hastanın 35'i (%17.4) HBOT'si almıştır. 166 hasta (%82.6) ise NBOT'si almıştır. İki grup arasında HBOT'si alanlarda COHb, laktat ve troponin I düzeyleri istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur (COHb 27±7 vs 18±7 p:0,001 Laktat 35±28 vs 17±8 p:0,001 p:0,044 troponin I 0,7±1 vs 0,06±1 p:0,047) (19). Doğruyol ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada 653 hastanın 352'si (%53.9) HBOT almıştır. HBOT alan hastalarda COHb düzeyini 13,9±0,6 ve laktat düzeyini 2,1±0,1 olarak bulmuşlardır. Laktat ve HBOT'si için yapılan ROC eğrisinde; AUC 0,577 (%95 güven aralığında 0,53-0,62 p<0,001) bulmuşlardır. Laktat düzeyi >2 mmol/L'de %40 sensitivite ve %75 spesifitede HBOT'si ihtiyacı olabileceğini bulmuşlardır (29). Repplinger ve ark., laktat düzeyini HBOT'si için kullanılabileceğini belirtti (31). İçme ve ark.; kan laktat ve COHb arasında korelasyon olduğunu, HBOT'si endikasyonu için COHb gibi laktatın da kullanılabileceğini bulmuşlardır (19).

Bizim çalışmamızda; HBOT'si alanlar almayanlarla karşılaştırıldığında; GKS daha düşük, COHb literatüre uygun olarak daha yüksek, troponin değeri daha yüksek, CK-MB düzeyi daha yüksek, EKG'de iskemi bulgusu daha yüksek ve yatış süresi daha uzun bulunmuştur. İki grup arasında; kan laktat düzeyi, hastanın ex ya da sağ olması ve de difüzyon MR'da iskemi olup olmaması yönünden istatistiki olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir.

Kan troponin I ve COHb düzeyinde yükseklikler her ne kadar HBOT için yol gösterici olsa da HBOT için hastanın klinik durumuna göre karar verilir. Tek başına COHb düzeyi yeterli olmayabilir (32). Bilinç değişikliği, fokal nörolojik belirtiler, kardiyak iskemik durum ve şiddetli asidoz gibi durumlarda HBOT'ne başvurulabilir (33). COHb düzeyi hastanın transportu esnasında düşebileceği için bizim çalışmamızda her ne kadar istatistiki olarak anlamlı bulunsada HBOT endikasyonlarında kullanımı tartışmalıdır.

Hastaların yatış süreleri karşılaştırıldığında; Doğruyol ve ark.'nın yaptığı çalışmada, HBOT'si alanlar NBOT'si alanlara göre istatistiki olarak daha uzun süre hastanede yatmıştır (29). Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmamızda; yaş, kan laktat, troponin I ve COHb düzeyi arttıkça yatış süresi uzamıştır. SaO<sub>2</sub> ve GKS düzeyi düştükçe yatış süresi uzamıştır.

Satran ve ark.; miyokardial iskemi için COHb düzeyinin değerini risk faktörü olarak belirlemişler (11).Yelken ve ark. COHb düzeyi ile troponin I düzeyi ve CK-MB düzeyi arasında bir ilişki belirlediler (34). Aslan ve ark. ise COHb düzeyi ile CK-MB düzeyi arasında bir ilişki tespit edememişlerdir (35).

Çalışmamızda troponin I, laktat ve COHb kendi arasında korelasyona bakıldığında; laktat düzeyi ile COHb düzeyi arasında düşük, COHb düzeyi ile troponin I arasında düşük düzeyde pozitif yönde istatistiki olarak anlamlı bir korelasyon saptanmıştır

Çalışmamızdaki kısıtlılıklar; taburculuk durumu 214 hastadan ex sayısı 3 olduğu istatistiki analiz yapılamamıştır. Retrospektif olduğu için sigara içimi bilgisi yetersiz kalmaktadır. Hastaların maruziyet kalım süresi konusunda yetersiz kalınmaktadır. Olay yerinde ölen hastalar çalışmaya ne yazık ki eklenememiştir.

Sonuç olarak; karbonmonoksit zehirlenmesi önemli bir halk sağlığı sorunudur. Acil serviste önemsenmesi gereken ve yoğun bakım yatışı olabilecek bir sağlık sorunudur. Çalışmamız karbonmoksit zehirlenmeli hastaların bazı demografik, klinik ve terapötik özelliklerini yansıtmaktadır. Çalışmamızda; hastaların hiperbarik ve normobarik tedavi alıp almayacağını; kan troponin I ve COHb düzeyi etkilemiştir. Laktat düzeyi ise istatistiki olarak etkilememiştir.

Çalışmamızda EKG'de iskemi bulgusu olup olmamasını; kan troponin I ve laktat düzeyi etkilemiş fakat COHb düzeyi istatistiki olarak etkilememiştir.

Çalışmamızda MR'da iskemi olup olmamasını laktat, ve troponin I etkilemiş fakat COHb düzeyi istatistiki olarak etkilememiştir. Yatış sürelerini; troponin I, laktat ve COHb düzeyleri etkilemiştir. Daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Received/Geliş Tarihi: 12.12.2022

Accepted/Kabul Tarihi: 16.01.2023

## KAYNAKÇA

1. Sykes OT, Walker E. The neurotoxicology of carbon monoxide - Historical perspective and review. *Cortex; a Journal Devoted to The Study of The Nervous System and Behavior*. 2016;74:440-8.
2. Hampson NB, Piantadosi CA, Thom SR, Weaver LK. Practice recommendations in the diagnosis, management, and prevention of carbon monoxide poisoning. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2012;186(11):1095-101.
3. A.Denizbaşı. Zehirlenmiş Hastaya Yaklaşım. Kekeç.Z., editor. Adana2014.
4. Chang YC, Lee HY, Huang JL, Chiu CH, Chen CL, Wu CT. Risk Factors and Outcome Analysis in Children with Carbon Monoxide Poisoning. *Pediatrics and Neonatology*. 2017;58(2):171-7.
5. Rose JJ, Wang L, Xu Q, McTiernan CF, Shiva S, Tejero J, et al. Carbon Monoxide Poisoning: Pathogenesis, Management, and Future Directions of Therapy. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2017;195(5):596-606.
6. Sircar K, Clower J, Shin MK, Bailey C, King M, Yip F. Carbon monoxide poisoning deaths in the United States, 1999 to 2012. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2015;33(9):1140-5.
7. Christensen GM, Creswell PD, Meiman JG. Carbon Monoxide Exposure and Poisoning Cases in Wisconsin, 2006-2016. *WMJ : Official Publication of the State Medical Society of Wisconsin*. 2019;118(1):21-6.
8. Marchewka J, Gawlik I, Dębski G, Popiolek L, Marchewka W, Hydzik P. Cardiological aspects of carbon monoxide poisoning. *Folia Medica Cracoviensia*. 2017;57(1):75-85.
9. Goldbaum LR, Orellano T, Dergal E. Mechanism of the toxic action of carbon monoxide. *Annals of Clinical and Laboratory Science*. 1976;6(4):372-6.
10. Oh S, Choi SC. Acute carbon monoxide poisoning and delayed neurological sequelae: a potential neuroprotection bundle therapy. *Neural Regeneration Research*. 2015;10(1):36-8.
11. Satran D, Henry CR, Adkinson C, Nicholson CI, Bracha Y, Henry TD. Cardiovascular manifestations of moderate to severe carbon monoxide poisoning. *Journal of the American College of Cardiology*. 2005;45(9):1513-6.
12. Uysal C, Celik S, Duzgun Altuntas A, Kandemir E, Kaya M, Karapirli M, et al. Carbon monoxide-related deaths in Ankara between 2001 and 2011. *Inhalation Toxicology*. 2013;25(2):102-6.
13. Aksu NM, Akkaş M, Çoşkun F, Karakiliç E, Günalp M, Akkücüük H, et al. Could vital signs predict carbon monoxide intoxication? *The Journal of International Medical Research*. 2012;40(1):366-70.
14. Akgün Arıcı A, Demir Ö, Özdemir D. Acil Servise Başvuran Karbonmonoksit Maruz Kalımları: On Dört Yıllık Analiz. 2010.
15. Çetin NG, Beydilli H, Tomruk Öjstfd. Acil servise başvuran intoksikasyon olgularının geriye dönük analizi. 2004;11(4).



16. Yildiz MN, Eroglu SE, Ozen C, Yildiz HA, Sektioglu BK, Alkan C. Analysis of the effects of COHb, lactate, and troponin levels on the clinical process and outcome in patients who were admitted to the emergency service due to carbon monoxide poisoning. *Northern Clinics of Istanbul*. 2019;6(2):141-5.
17. Hampson NB, Kramer CC, Dunford RG, Norkool DM. Carbon monoxide poisoning from indoor burning of charcoal briquets. *Jama*. 1994;271(1):52-3.
18. Unsal Sac R, Taşar MA, Bostancı İ, Şimşek Y, Bilge Dallar Y. Characteristics of Children with Acute Carbon Monoxide Poisoning in Ankara: A Single Centre Experience. *J Korean Med Sci*. 2015;30(12):1836-40.
19. Icme F, Kozaci N, Ay MO, Avci A, Gumusay U, Yilmaz M, et al. The relationship between blood lactate, carboxy-hemoglobin and clinical status in CO poisoning. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2014;18(3):393-7.
20. Chu K, Jung KH, Kim HJ, Jeong SW, Kang DW, Roh JK. Diffusion-weighted MRI and 99mTc-HMPAO SPECT in delayed relapsing type of carbon monoxide poisoning: evidence of delayed cytotoxic edema. *European Neurology*. 2004;51(2):98-103.
21. Kim DM, Lee IH, Park JY, Hwang SB, Yoo DS, Song CJ. Acute carbon monoxide poisoning: MR imaging findings with clinical correlation. *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2017;98(4):299-306.
22. Lin WC, Lu CH, Lee YC, Wang HC, Lui CC, Cheng YF, et al. White matter damage in carbon monoxide intoxication assessed in vivo using diffusion tensor MR imaging. *AJNR American Journal of Neuroradiology*. 2009;30(6):1248-55.
23. Teksam M, Casey SO, Michel E, Liu H, Truwit CL. Diffusion-weighted MR imaging findings in carbon monoxide poisoning. *Neuroradiology*. 2002;44(2):109-13.
24. Sener RN. Acute carbon monoxide poisoning: diffusion MR imaging findings. *AJNR American Journal of Neuroradiology*. 2003;24(7):1475-7.
25. Jeon SB, Sohn CH, Seo DW, Oh BJ, Lim KS, Kang DW, et al. Acute Brain Lesions on Magnetic Resonance Imaging and Delayed Neurological Sequelae in Carbon Monoxide Poisoning. *JAMA Neurology*. 2018;75(4):436-43.
26. Chan MY, Au T, Leung KS, Yan WW. Acute carbon monoxide poisoning in a regional hospital in Hong Kong: historical cohort study. *Hong Kong Medical Journal = Xianggang yi Xue Za Zhi*. 2016;22(1):46-55.
27. Yurtseven S, Arslan A, Eryigit U, Gunaydin M, Tatli O, Ozsahin F, et al. Analysis of patients presenting to the emergency department with carbon monoxide intoxication. *Turkish Journal of Emergency Medicine*. 2015;15(4):159-62.
28. Doğruyol S, Akbaş İ, Tekin EJEJoT. Plasma Lactate Levels in Carbon Monoxide Intoxication, Can be Used at First Step? 2018;1(2):57-60.
29. Doğruyol S, Akbaş İ, Çakır ZjeJoT. Demographic and clinical characteristics of carbon monoxide poisoning: Data between 2014 and 2018 in Erzurum. 2018;1(1):15-20.
30. Lee JH, Kim HS, Park JH, Kim MS, Sun BJ, Ryu S, et al. Incidence and Clinical Course of Left Ventricular Systolic Dysfunction in Patients with Carbon Monoxide Poisoning. *Korean Circulation Journal*. 2016;46(5):665-71.
31. Repplinger DJ, Slomer A, Nolan B, Su MK. Lactate and carbon monoxide poisoning: More questions regarding its prognostic role. *Human & Experimental Toxicology*. 2016;35(7):794.
32. Altıntop I, Akcin ME, Tatli M, Ilbasmis MS. Factors that influence the decision for hyperbaric oxygen therapy (HBOT) in cases of carbon monoxide poisoning: a retrospective study. *Annals of Burns and Fire Disasters*. 2018;31(3):168-73.
33. Kandış H KY, Karapolat B. Karbonmonoksit Zehirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2009;11(3):54-60.
34. Yelken B, Tanriverdi B, Cetinbaş F, Memiş D, Süt N. The assessment of QT intervals in acute carbon monoxide poisoning. *Anadolu kardiyoloji dergisi : AKD = The Anatolian Journal of Cardiology*. 2009;9(5):397-400.
35. Aslan S, Erol MK, Karcioğlu O, Meral M, Cakir Z, Katirci Y. [The investigation of ischemic myocardial damage in patients with carbon monoxide poisoning]. *Anadolu kardiyoloji dergisi : AKD = the Anatolian Journal of Cardiology*. 2005;5(3):189-93.