

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

KARBONMONOKSİT ZEHİRLENMESİ OLAN ÇOCUK OLGULARDA
GÖRSEL UYARILMIŞ POTANSİYELLER (VEP) VE OPTİK
KOHERENS GÖZ TOMOGRAFİSİ (OCT) İNCELEMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. DİDEM YILMAZ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. ERCAN DEMİR

ANKARA

Nisan 2023

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

KARBONMONOKSİT ZEHİRLENMESİ OLAN ÇOCUK OLGULARDA
GÖRSEL UYARILMIŞ POTANSİYELLER (VEP) VE OPTİK
KOHERENS GÖZ TOMOGRAFİSİ (OCT) İNCELEMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. DİDEM YILMAZ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. ERCAN DEMİR

ANKARA

12.04.2023

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Uzmanlık Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 12/04/2023

BAŞKAN
Prof. Dr. Aysun BİDECİ
Gazi Üniversitesi

ÜYE
Prof. Dr. Ercan DEMİR
Gazi Üniversitesi

ÜYE
Prof. Dr. Okşan GÜLERYÜZ
Gazi Üniversitesi

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanımız değerli hocam Prof. Dr. Aysun BİDECİ başta olmak üzere tüm hocalarıma,

Yanında çalışmaktan onur duyduğum; tez çalışmamın planlanması, yönlendirilmesi ve hazırlanmasında katkı, emek ve sabrından dolayı danışman hocam Prof. Dr. Ercan DEMİR'e,

Hayatımın her döneminde yolumu aydınlatan, bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan, bu zorlu süreçte hep yanımda olan, desteğini hep hissettiğim sevgili annem, babam ve abime,

Birlikte çalışmaktan mutlu olduğum tüm uzman ve asistan arkadaşlarıma teşekkür etmeyi borç bilirim.

Dr. Didem YILMAZ

Ankara, 2023

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Karbonmonoksit Zehirlenmesi	4
2.1.1. Epidemiyoloji.....	4
2.1.2. Karbonmonoksit Metabolizması ve Patofizyoloji.....	5
2.1.3. Klinik Belirti ve Bulgular.....	10
2.1.4. Karbonmonoksit Zehirlenmesinde Tanı ve Tedavi.....	19
2.1.4.1. Karboksihemoglobin düzeyi	19
2.1.4.2. Biyokimyasal Tetkikler	21
2.1.4.3. Görüntüleme Yöntemleri.....	22
2.1.4.4. Tedavi	25
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	27
3.1. Hasta Seçimi.....	27
3.1.1. Yaş ve Cinsiyet.....	28
3.1.2. Karbonmonoksit Kaynağı Etkilenim Yolu/Maruziyeti	28
3.1.3. Çocuk Acil Servise Başvuru Şekli	28

3.1.4. Başvuru Anındaki Semptomları	28
3.1.5. Başvuru Anında Massimo Cihazındaki CO düzeyi ve Kan Gazındaki CO-Hb Yüzdesi.....	28
3.1.6. Taburculuk Öncesi CO-Hb Yüzdesi	28
3.1.7. Hiperbarik Tedavisi İhtiyacı Olup Olmadığı	28
3.1.8. Tam Kan Sayımı, Böbrek ve Karaciğer Fonksiyon Testleri	29
3.1.9. Venöz Kan pH ve Laktat Düzeyi	29
3.1.10. Görsel Uyarılmış Potansiyel (VEP) ve Optik Koherens Tomografi (OCT) Ölçümleri	29
3.2. Hasta Dışlanma Kriterleri	30
3.3. Kontrol Grubu Seçimi	30
3.4. Kullanılan Yöntemler	31
3.4.1. Görsel Uyarılmış Potansiyeller (VEP)	31
3.4.2. Optik Koherens Tomografi (OCT).....	38
3.5. İstatistiksel Analizler.....	40
4. BULGULAR.....	41
4.1. Hasta Özellikleri.....	41
4.2. Etkilenim Yolu/Maruziyet Şekli.....	42
4.3. Başvuru Anındaki Semptomların Dağılımı.....	43
4.4. CO Zehirlenmesi Tedavisinde Hiperbarik Oksijen Tedavisi (HBOT) İhtiyacı ile Nörolojik Semptom Varlığının Karşılaştırılması	45
4.5. Başvuru Anındaki Massimo Cihazı ile Bakılan CO Düzeyi (SpCO) ve Başvuru Anında Alınan İlk Kan Gazındaki Karboksihemoglobin (CO-Hb) Yüzdesi ile Taburculuk Öncesi Alınan Son Kan Gazındaki Karboksihemoglobin (CO Hb) Yüzdeleri	46
4.6. Laboratuvar Bulguları.....	47
4.7. CO Zehirlenmeli Olgulara Yapılan VEP Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	49
4.8. CO Zehirlenmeli Olgulara Yapılan OCT Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	52

5. TARTIŞMA.....	53
6. SONUÇLAR.....	69
7. KAYNAKLAR.....	73
8. ÖZET.....	84
9. ABSTRACT.....	87
10. EKLER.....	90
11. ÖZGEÇMİŞ.....	99



KISALTMALAR

OCT	: Optik Koherens Tomografi “Optical Coherence Tomography”
RNFLT	: Retinal Alanda Optik Sinir Lif Ağının Kalınlığı “Retinal Nerve Fiber Layer Thickness”
VEP	: Görsel Uyarılmış Potansiyel “Visual-Evoked Potentials”
P100 ve P2	: Görsel uyarılmış olaya ilişkin potansiyel
CO	: Karbonmonoksit
Hb	: Hemoglobin
Htc	: Hematokrit
CO-Hb	: Karboksihemoglobin
SpCO	: Karboksihemoglobin(massimo)
HBOT	: Hiperbarik Oksijen Tedavisi
NBOT	: Normobarik Oksijen Tedavisi
GKS	: Glasgow Koma Skorlaması
EKO	: Ekokardiyografi
EKG	: Elektrokardiyografi
EEG	: Elektroensefalografi
BT	: Beyin Tomografi
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme

CK-MB : Kreatin Kinaz Myokardiyal İzoenzim

CK : Kreatin Kinaz

Tn – I : Troponin I

AST : Aspartat aminotransferaz

ALT : Alanin aminotransferaz

BUN : Kan Üre Azotu

Kre : Serum Kreatinin

μV : Mikrovolt

msn : Milisaniye

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1 : Karbonmonoksit Zehirlenmesinde Sistemik Bulgular.....	12
Tablo 2 : Karboksihemoglobin(CO-Hb) Doygunluk Saturasyonu ve Semptomlar.....	20
Tablo 3 : Hiperbarik Oksijen İçin Önerilen Endikasyonlar.....	26
Tablo 4 : Hastaların Klinik ve Laboratuvar Değerlendirilmesi.....	27
Tablo 5 : Hasta Dışlanma Kriterleri.....	30
Tablo 6 : VEP Testinin Klinikte Kullanım Alanları.....	32
Tablo 7: Çalışmaya Katılan Hastaların Özellikleri.....	41
Tablo 8: Etkilenim Yolu/Maruziyet Şekli.....	42
Tablo 9 : Sistemlere Göre Semptomların Dağılımı.....	44
Tablo 10: HBOT alma Durumu ile Nörolojik Semptom Varlığı.....	45
Tablo 11: Başvuru Anı ve Taburculuktaki CO-Hb İle SpCO Yüzdelерinin Karşılaştırılması.....	46
Tablo 12 : Laboratuvar Bulguları	48
Tablo 13 : CO Etkilenen ile Sağlıklı Kontrol Grubun VEP Ölçümlerinin Karşılaştırılması....	50
Tablo 14:VEP Ölçümlerinin NBOT ve HBOT Alma Durumuna Göre Karşılaştırılması.....	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 : Hem Katabolizması Sırasında İntrensek Karbonmonoksit Üretimi.....	5
Şekil 2 : Karbonmonoksit Etkisindeki Hücresel Metabolizmadaki Fizyolojik Etkileri.....	6
Şekil 3 : CO Toksisitesinin İnflamatuvar Mekanizmaları.....	7
Şekil 4 : Karbonmonoksit Zehirlenmesindeki Belirti ve Klinik Bulgular.....	11
Şekil 5 : Pattern VEP Değerlendirilmesinde Kullanılan Görsel Uyaran Şeması.....	33
Şekil 6: Kayıt Elektrotlarının Yerleşimi.....	34
Şekil 7 : Normal Pattern VEP.....	35
Şekil 8 : Normal Flash VEP.....	36
Şekil 9: Çalışmamız Sırasında Pattern VEP Kayıt Anı Görüntüsü.....	37
Şekil 10: Çalışmamız Sırasında Flash VEP Kayıt Anı Görüntüsü.....	37
Şekil 11: Çalışmamızdaki CO zehirlenmeli hastalara çekilmiş OCT örneği.....	39

1.GİRİŞ

Çocukluk çağı hasta grubunda akut zehirlenme vakaları tüm dünyada çocuk acil servislerine başvuruda oldukça yaygındır. Karbonmonoksit (CO) inhalasyon yoluyla maruz kalınan zehirlenmelerde acil servise en sık başvuruları oluşturmaktadır (1-5). CO hem doğrudan hem de oksijenizasyon dağılımını bozması ile enerji metabolizmasını etkilemesiyle hücrel hasara yol açar. CO hücreye doğrudan girerek hücre içindeki hemoglobinin (Hb) dokulara oksijen sunum kapasitesini azaltır. Dokuda oksijenasyonu bozarak hipoksiye neden olur. Hipoksiye duyarlılığı yüksek olan bazal gangliyonlar, talamus ve optik sinir, CO zehirlenmesinde en çok hasarlanan dokulardır (18-21).

Karbonmonoksit zehirlenmesi ile acil servise başvuruda hastalarda akut dönemde iştahsızlık, bulantı, kusma, halsizlik, şiddetli baş ağrısı, göğüs ağrısı, titreme, dispne-takipne, görmede bulanıklık, dikkat dağınıklığı, konuşma bozukluğu, denge ve yürüme bozuklukları, nöbet, koma ve solunum arresti görülebilmektedir. Geç dönem izleminde rabdomyoliz, non-kardiyojenik pulmoner ödem, çoklu organ yetmezliği, yaygın damar içi pıhtılaşma, akut tübüler nekroz, inkontinans, fasial paralizi ve nöropsikiyatrik bozukluklar gelişebilmektedir (19-22,40,41). Karbonmonoksit intoksikasyonunu olan olguların % 3-20'sinde gecikmiş nörolojik sekel görülmektedir (27). Karbonmonoksite 12 saatten fazla maruz kalanlarda retina ve optik sinirlerinde iskemik değişiklikler gelişebilir. İskemik retinopati ve nöropatinin sonucu olarak retinal hemorajiler, venöz tortisioz değişiklikler, atılmış pamuk odakları, bilateral papilödem, optik atrofi ve retinal ödem gibi fizik muayene bulguları tespit edilebilir (32,33).

CO zehirlenmesinde görme bozuklukları sık görülür ve belirti göstermeyen hastalarda dahi muayenede anormallikler saptanabilmektedir. Bu nedenle akut karbonmonoksit zehirlenmesi geçirenlerde ayrıntılı göz muayenesi yapılarak görme fonksiyonlarının incelenmesi önerilmektedir.

Literatürde yetişkin olgularda yapılan sadece bir çalışmada CO zehirlenmesi sonrası Görsel Uyarılmış Potansiyel (VEP) incelemesi yapılmış ve P100 latansında uzama görüldüğü bildirilmiştir. Ancak çocukluk yaş grubunda CO zehirlenmesinde VEP veya Optik Koherens Tomografi (OCT) incelemesi saptanmamıştır.

Bu çalışmada 5-18 yaş arasında, Gazi Üniversitesi Çocuk Acil Polikliniği'ne CO zehirlenmesi nedeniyle başvurmuş çocuklardan seçilmiş 20 hasta zehirlenmeden ortalama 3,85 yıl sonra araştırılmıştır. Kontrol grubu olarak bilinen bir hastalığı olmayan, sağlıklı 20 çocuk çalışmaya dahil edilmiştir. Hastalara Pattern ve Flash VEP testleri ve OCT uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Çocuklarda CO zehirlenmesinden sonra uzun dönemde bile optik sinir ve retina üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı belirtilmiştir. Hastaların OCT incelemeleri normal bulunmuştur. CO zehirlenmesi geçiren nörolojik belirtisi ve bulgusu ve görmeyle ilgili yakınması olmayan hastaların optik sinir ve retina fonksiyonlarında bozulmalar olduğu VEP ölçümleri aracılığıyla gösterilmiştir.

2.GENEL BİLGİLER

Karbonmonoksit, renksiz, kokusuz, iritan olmayan ve tatsız bir gazdır.

Karbonmonoksit zehirlenmelerine günlük yaşamda ev dışında motorlu araç egzoz gazları, doğal afetlerden sonra oluşan yangınlardan kaynaklanan dumanlar, sanayide kullanılan metilen klorür içeren boyalar, ev içinde hatalı yanan fırınlar, karbonlu yakıt tüketen ısıtma araçları ve sigara dumanı yol açabilir. CO havadan ağır bir gaz olup, iyi havalandırılan kapalı ortamlarda bile hızlı bir şekilde birikebilir. CO zehirlenmelerinin birçok ülkede ölümcül zehirlenmelerin yarısından fazlasına yol açtığı bildirilmiştir. Aslında CO zehirlenmesinin neden olduğu ölümler ya olduğundan az tanı almış ya da olduğundan az gösterilebilmektedir. Bu nedenle CO zehirlenmesinden ölenlerin sayısı tam olarak bilinmemektedir (1-5,17,18).

2.1.Karbonmonoksit Zehirlenmesi

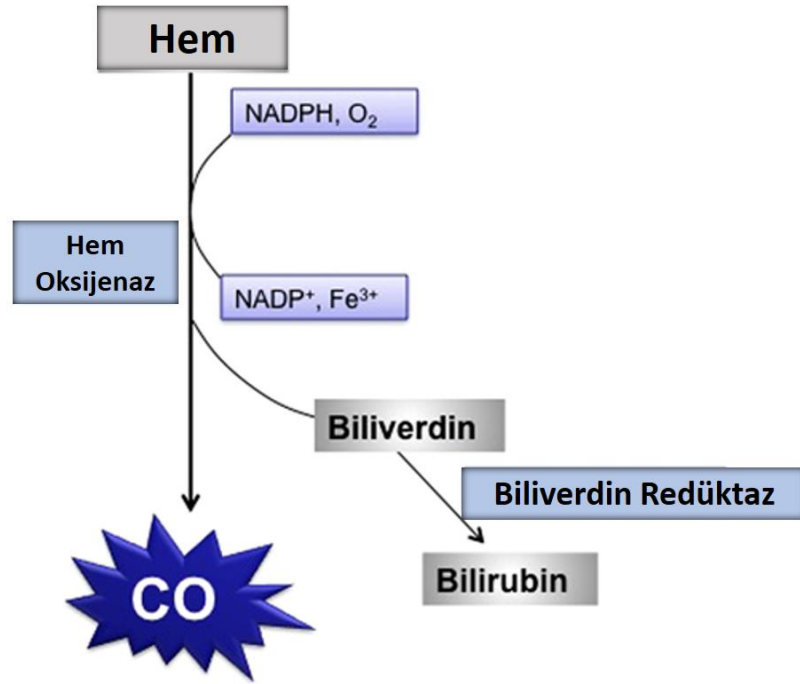
2.1.1.Epidemiyoloji

Amerika Birleşik Devletleri'nde acil servislere CO zehirlenmesi nedeniyle yılda yaklaşık 50,000 hasta başvurmaktadır (6). Çocukluk çağı hasta grubunda akut zehirlenme vakaları tüm dünyada çocuk acil servislerine başvuruda oldukça siktir. Literatürde çocuk yaş grubunda CO zehirlenmesiyle ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır. Ancak CO zehirlenmesi vakalarının üçte birinin çocuk yaş grubunda olduğu bilinmektedir (7,8).

Ülkemizde CO zehirlenmesinin sıklığı konusunda yapılan çalışmalar kısıtlı sayıdadır. Sağlık Bakanlığı verilerine göre Türkiye'de 2010 yılında toplam 10154 CO zehirlenmesi başvurusu olduğu ve bu vakaların 39'unun ölüm ile sonuçlandığı kayıtlardan tespit edilmiştir. Bölge dağılımında zehirlenmelerin en çok Marmara Bölgesi'nde (3.426 vaka) olduğu ölüm oranlarına göre incelendiğinde en yüksek sayıda ölümlü vakanın Bursa'da (18 vaka) kaydedildiği görülmüştür. CO zehirlenmesi vakalarının mevsimlere göre değerlendirildiğinde zehirlenme oranlarının en sık kış aylarında ve ay olarak şubat ayında olduğu dikkati çekmiştir. Karbonmonoksit kaynaklarına göre vakalar incelendiğinde vakaların % 46,5'inin sobadan ve % 4,7'sinin doğal gazdan zehirlendiği, % 48,7'sinin ise kaynağının kayıtlara geçmediği saptanmıştır. Ölüm vakalarının % 46,1'inin soba zehirlenmesinden kaynaklandığı görülmüştür (9). Özdemir ve ark. gerçekleştirdiği 33 yıllık zehirlenme vakalarının değerlendirildiği çalışmada, en ölümcül ilaç dışı maddenin CO olduğu gösterilmiştir (10). CO ile zehirlenme sayısında 1998'den 2008'e doğru artış olduğu, en fazla zehirlenme vakasının 2007 yılında görüldüğü de yine ülkemize ait kayıt edilen bilgiler arasında yer almaktadır (11).

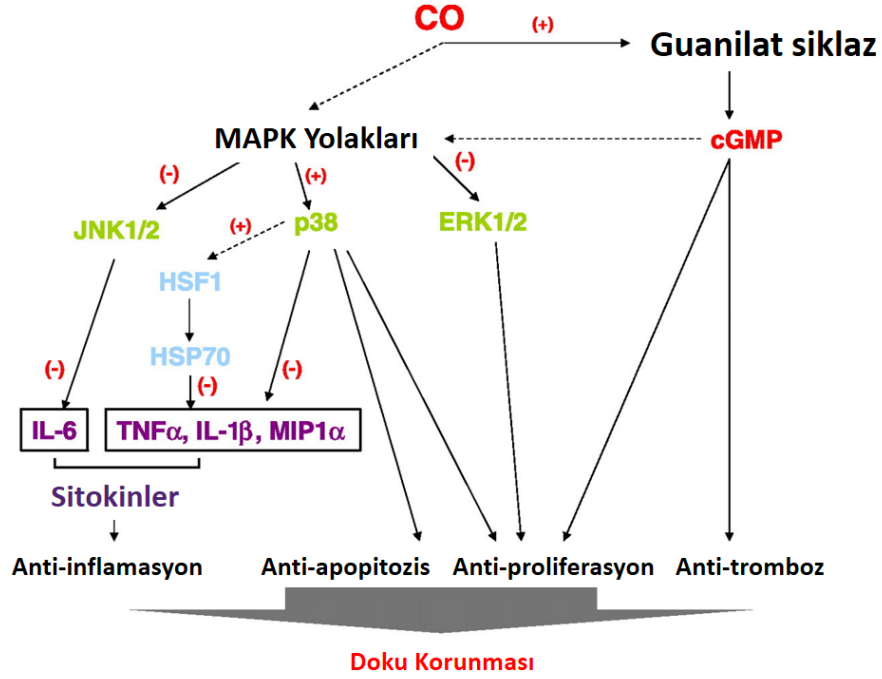
2.1.2.Karbonmonoksit Metabolizması ve Patofizyoloji

Karbonmonoksit ölümcül olabilen bir ekzojen zehir ve aynı zamanda endojen metabolizmada görev alan bir aracı nörotransmitterdir (12). Fizyolojik işleyişte CO'nın "Hem" metabolizmasının bir parçası olduğu ve Hem bileşiğinin, safra pigmentlerine Hem oksijenaz aracılı katabolizması sırasında CO'nun ortaya çıktığı saptanmıştır (**Şekil 1**) (13).



Şekil 1 : Hem katabolizması sırasında intrinsek karbonmonoksit üretimi (13)

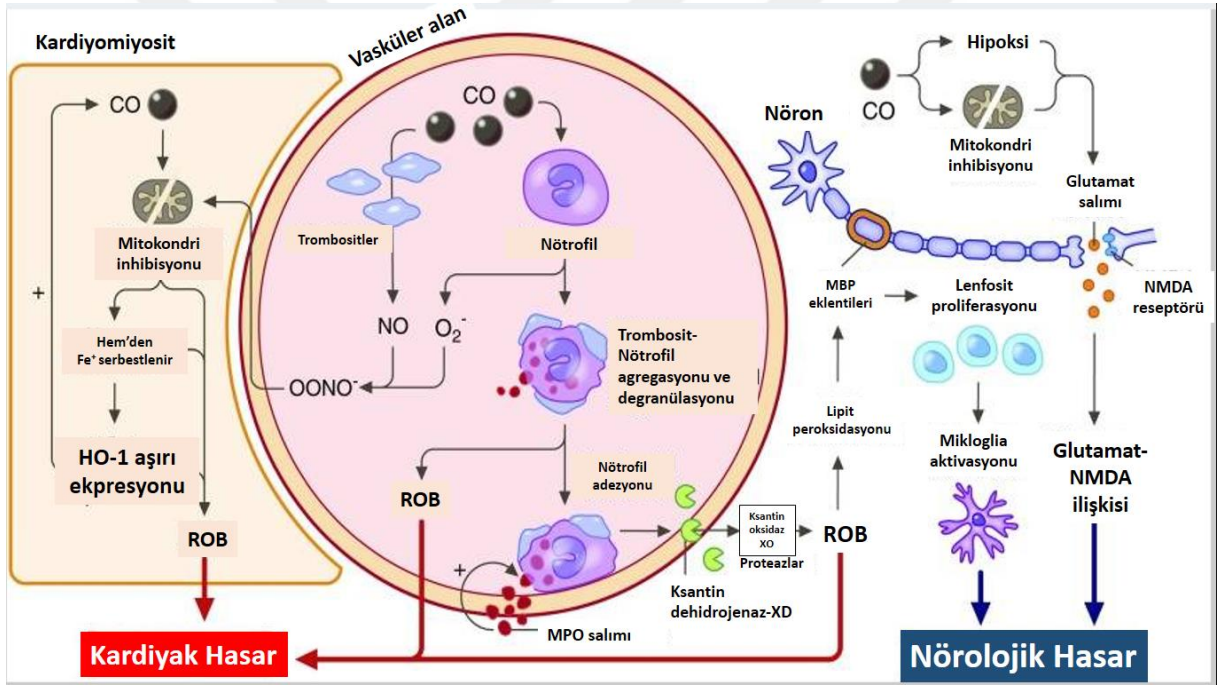
Ancak endojen CO üretiminin %3'e ulaşmadığı ve buna bağlı zehirlenme bulgularının ortaya çıkmadığı bilinmektedir. Fizyolojik düzeyde endojen kaynak olarak ortaya çıkan CO; inflamasyon, proliferasyon ve apoptoz gibi birçok hücrel fonksiyonda görev almaktadır (**Şekil 2**) (14).



Şekil 2 : Karbonmonoksit Etkisindeki Hücresel Metabolizmadaki Fizyolojik Etkileri (14).

Karbonmonoksit doğrudan ve/veya oksijenizasyon dağılımını bozarak ve buna bağlı enerji metabolizmasının etkilenmesiyle hücresel hasara neden olur. Karbonmonoksit hücreye doğrudan girerek hücre içindeki hemoglobinin dokulara oksijen sunum kapasitesini azaltır. Dokuların perfüzyonunda oksijenizasyonunu bozarak hipoksiye neden olur. Hipoksik dolaşımdan öncelikli olarak etkilenen santral sinir sistemine dağıtılan oksijen miktarındaki bu azalma; solunum merkezinin uyarılması ile solunan CO'nun artmasına, karboksihemoglobin (CO-Hb) yükselmesine ve bunların sonucunda respiratuvar alkalozu neden olur. CO'nin hemoglobine bağlanma kapasitesi oksijenden 200-250 kat daha fazladır. Dolaşımda CO-Hb varlığında, dokulara oksijen sunulması sırasında normal fizyolojik koşullarda denge halinde olan Hb-Oksijen (O₂) dissosiyasyon eğrisi sola kayar ve dolaşımda periferik dokuya salınan O₂ miktarı azalır. CO-Hb miktarındaki artış, doğrudan hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesinin azalması yanında dokuda oksijenin CO-Hb den ayrılmasını da azaltarak hipoksinin daha da derinleşmesine neden olur (Şekil 3) (18-21).

Karbonmonoksit toksisitesi sonrasında Nitrik Oksit (NO) ve Reaktif Oksijen Bileşikleri (ROB) üzerinden işleyen inflamatuvar kaskad, ilk CO zehirlenmesinden sonra uzun süre devam eder ve çoğunlukla CO-Hb seviyesiyle direkt ilişkisi yoktur. Aktive olan yollar CO zehirlenmesinden kaynaklanan nörolojik ve kardiyak hasarın artmasına ve uç organ hasarının büyümesine neden olmaktadır (19,20). CO aktive ettiği endojen ve ekzojen yollar ile Siklik Guanozin Monofosfat (cGMP) ve doymamış yağ asit düzeyinde artışa ikincil miyelin kılıf hasarı sonucunda demiyelinizasyona yol açmaktadır. Bunun sonucunda subkortikal beyaz cevher ve lateral genikülat cisim hasarı gelişmektedir (86).



Şekil 3 : CO toksisitesinin inflamatuvar mekanizmaları (21).

Karbonmonoksit, trombositleri yüzeylerindeki hemoproteinlerinden nitrik oksidi (NO) uzaklaştırarak aktive eder. Nitrik oksit, mitokondriyal fonksiyonu inhibe eden ve trombositleri ve nötrofillerin kendisini aktive eden peroksinitrit (ONOO⁻) üretmek için serbest oksijen

radikalleri (O_2^-) ile reaksiyona girer. Mitokondrinin inhibisyonu, reaktif oksijen bileşiklerinin (ROB) daha fazla üretilmesine yol açar ve serbest “Hem” salımına ve ardından “Hem oksijenaz” (HO)-1'in artmasına neden olarak oksidatif strese neden olur. HO-1, serbest Hem'i daha fazla endojen CO üretmek için metabolize eder ve lokal olarak bir pozitif geri besleme döngüsü yaratır. Aktive edilmiş nötrofiller, Miyeloperoksidazın (MPO) degranüle edilmesine ve serbest bırakılmasına, bu da daha fazla nötrofil aktivasyonunun yanı sıra adhezyona neden olur. Nötrofillerden salınan proteazlar, endotel hücre ksantin dehidrojenazını (XD) proteazlar ile ksantin oksidaza (XO) dönüştürerek ROS oluşturmaya ile hücre hasarını yanı sıra özellikle miyelin bazik protein (MBP) üzerinde lipid peroksidasyonuna neden olabilir. Miyelin bazik protein perokside olduğunda lenfosit proliferasyonu, mikroglia aktivasyonu ve nihayetinde nörolojik hasara neden olan metabolitleri oluşturur. Hipoksinin genel etkileri ve CO toksisitesinin doğrudan mitokondri üzerindeki etkisiyle glutamat salınır, bu da N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörlerini aktive ederek nörolojik hasara yol açar (21).

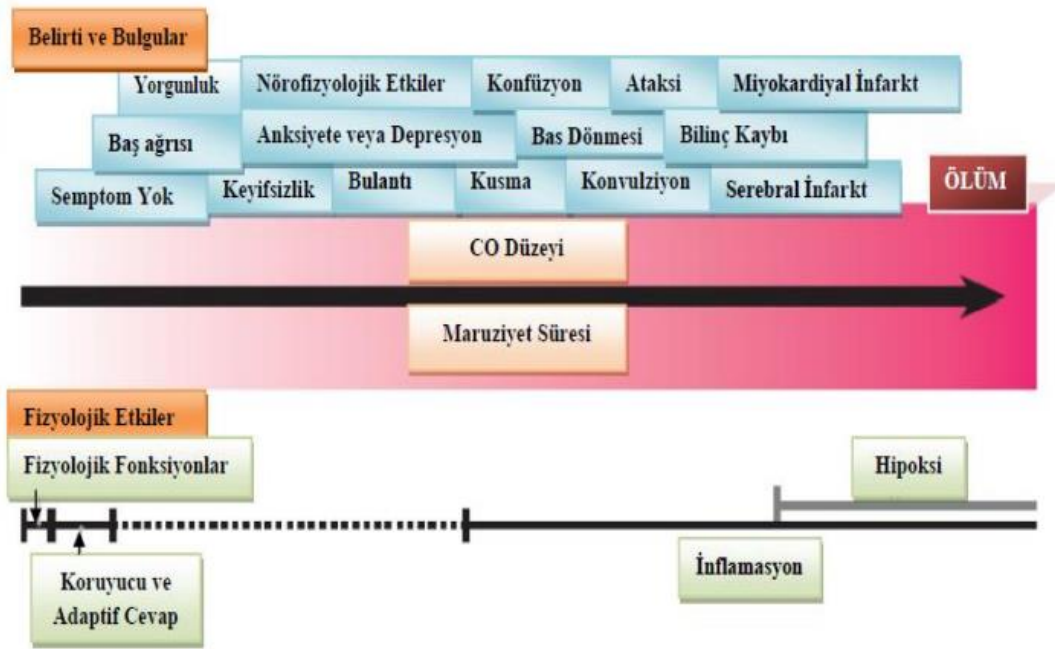
Satran ve ark. erişkin yaş grubundaki CO zehirlenmesi olan hastalarda 2005 yılında yapmış olduğu çalışmada, 230 hastada orta-ağır CO zehirlenmesi sonrası kardiyolojik etkilerin incelenmesi sonucunda, hastaların %30'unda iskemik elektrokardiyografi (EKG) değişiklikleri (T dalga değişikliği, ST segmenti elevasyonu), %35'inde kardiyak biyobelirteçlerle (kreatinin kinaz-miyokardiyal, CK-MB; Troponin C, Tn-C) desteklenen miyokard hasarı olduğu gösterilmiştir. Çalışmada hastaların mortalitesi %5 olarak saptanmıştır. Karbonmonoksit zehirlenmesi sonrası kardiyak sekelin anlamlı düzeyde sık olduğu ve hastaların izleminde EKG ve seri kardiyak biyobelirteçler ile yakından takip edilmesiyle morbidite ve mortaliteyi önleyebileceği öne sürülmüştür (24). Çocuklarda kardiyak etkilenme erişkinlerle karşılaştırıldığında daha az sıklıkta görülmektedir. Bunda altta yatan neden ise kronik kardiyak hastalıkların erişkinlere kıyasla daha az olmasıdır.

Çocuklarda CO zehirlenmesi sonrasında kardiyak etkilenmenin değerlendirildiği Tekşam ve ark. çalışmasında, 2004-2007 yılları arasında çocuk acil polikliniğine CO zehirlenmesi ile başvuran 107 hastada EKG ve kardiyak belirteçler (kreatinin kinaz-miyokardiyal, CK-MB; Troponin T, Tn-T) ile de gösterilen miyokard hasarı sıklığının %15 olduğu; kardiyak fonksiyon bozukluğu görülme sıklığının başvuru sırasında Glasgow Koma Skalası (GKS) skoru 14 ve altında olan çocuklar ile hipotansiyonu olan çocuklarda daha yüksek olduğu görülmüştür (25).



2.1.3.Klinik Belirti ve Bulgular

Karbonmonoksit zehirlenmesi belirti ve bulguları nonspesifik yakınma ile hafif soğuk algınlığından mortaliteye sebep olacak ağır koma ve ölüme kadar değişkenlik gösterebilmektedir. Karbonmonoksite maruz kalan kişilerin yaklaşık yarısında halsizlik, bulantı, hafıza kaybı, baş ağrısı, baş dönmesi, konfüzyon ve nefes darlığı, daha nadir olarak karın ağrısı, görmede bulanıklık, göğüs ağrısı ve bilinç kaybı görülebilmektedir. Daha eski tarihli yayınlarda not edilmekle birlikte deride tipik olarak kiraz kırmızısı renk değişimi ve siyanoz günümüzde daha nadir görülmektedir. Farklı seviyede bilişsel bozukluklar bildirilebilir. Çocuk yaş grubundaki hastalar fizyolojik olarak erişkine kıyasla yüksek oksijen metabolizma hızları, yüksek kalp atım hızları ve immatür santral sinir sistemleri nedeniyle CO zehirlenmesinden etkilenmeleri açısından daha hassas gruptadırlar. **Şekil 4**'de gösterildiği gibi CO-Hb düzeyi ile semptomların şiddetinin arttığı bilinse bile yapılan çalışmalarda mutlak denecek seviyede bir ilişki gösterilememiştir. Yüksek metabolik hızları ve hipoksiye olan hassasiyetleri nedeniyle beyin ve kalp dokusundaki CO toksisitesine bağlı uç organ hasarı beklenildiği üzere diğer dokulardan fazladır. Klinik belirti ile CO maruziyeti süresi ve CO-Hb düzeyi arasındaki ilişki **Şekil 4**'de özetlenmektedir (19,20,22,40,41).



Şekil 4 : Karbonmonoksit Zehirlenmesindeki Belirti ve Klinik Bulgular(19,20,22,40)

Tablo 1: Karbonmonoksit Zehirlenmesinde Sistemik Bulgular(19,20)

Etkilenen Sistemler	Klinik Bulgular
Kardiyovasküler Sistem	EKG değişiklikleri (T dalgası ve ST segmenti), kardiyomegali, anjina pektoris, miyokard enfarktüsü, taşikardi, bradikardi, A-V blok, atriyal fibrilasyon, prematüre ventriküler kontraksiyon, ventriküler fibrilasyon, şok
Solunum Sistemi	Pnömoni, pulmoner ödem, Akut Respiratuar Distres Sendromu
Nörolopsikiyatrik Sistem	Koma, konvülziyon, ajitasyon, serebral ödem, davranış bozuklukları, kognitif bozukluk, fekal ve idrar inkontinansı, ataksi, musküler rijidite, parkinsonizm, periferik nöropati, psikoz, hafıza bozuklukları, kişilik değişiklikleri
Oftalmolojik ve Otolojik	-Retinal hemoraji, papilödem, retinopati, optik atrofi, ambliyopi, skotom, hemianopsi, kalıcı görme kaybı - Kohlear ve vestibüler sistem bozuklukları, sensörinöral tipte işitme kaybı

Gastrointestinal Sistem	Hazımsızlık, bulantı-kusma, gastrointestinal kanamalar, gastrik ülser, hepatomegali
Genitoüriner Sistem	Glikozüri, proteinüri, hematüri, miyoglobinüri, akut böbrek yetmezliği, abortus, ölüdoğum, menstrüel bozukluklar, fertilite fonksiyonlarında azalma
Hematolojik Sistem	Lökositoz, eritrositoz, anemi, pernisiyöz anemi, trombotik trombositopenik purpura
Endokrinolojik Sistem	Hiperglisemi, azalmış T3 seviyesi, akut hipertiroidizm
Deri ve İskelet Sistemi	Kas nekrozu, Volkman'ın İskemik Kontraktürü, osteomyelit

Kardiyak bulgular

Kalp, yüksek oksijen tüketim ihtiyacı sebebiyle karbonmonoksitin toksik etkilerine karşı beyinden sonra en hassas organlardan biridir. Hücresel hipoksiye bağlı etkileri kompanse etmek için santral merkezin uyarılması ile başlangıçta respiratuar alkaloz gelişir. Takipne ile birlikte geişen taşikardi kardiyak debiyi arttırır. Etkilenen kişinin hücresel hipoksiye yanıtını zehirlenme öncesi altta yatan kronik kalp ve damar hastalığı veya akciğer hastalığı varlığı etkileyebilir. Kronik hastalığı olan bireyler hafif hipoksiyi dahi tolere edemeyebilirler. Karbonmonoksit diğer dokularda olduğu gibi miyokard hücresinde de oksijenin mitokondri düzeyinde transferini ve enerji metabolizmasındaki işlevini bozarak miyokardiyal fonksiyon bozukluğuna neden olur (34,35). Elektrokardiyografi, miyokardiyal hasarı değerlendirmek için en ulaşılır ve en güvenilir yöntemlerdendir. CO zehirlenmesinde saptanan sık EKG değişiklikleri arasında; çeşitli düzeyde T dalgasında inversiyon kaybını takiben T dalgalarında düzleşme ve ST segmentinde elevasyon, atriyal fibrilasyon, prematüre ventriküler kontraksiyon ve intraventriküler blok sayılabilir (24, 25,37).

Solunum sistemi bulguları

Karbonmonoksit zehirlenmesindeki akciğer hasarı CO'in aero-iritan etkisinden çok alveolar düzeyde oksijen sunumu üzerindeki etkisinden kaynaklanır. Solunum sisteminde en sık görülen klinik durum pnömoni benzeri tablo ou bunu pulmoner ödem takip eder. Akut CO zehirlenmesinin pulmoner düzeydeki etkisi öncelikle devam eden hipoksiyle açıklanmaya çalışılmaktadır. Uç organdaki hipoksiye sekonder gelişen venöz konjesyona ek vazodilatasyon ile kapiller geçirgenlikteki artış ve miyokardiyal hasara bağlı pulmoner ödem gelişir. Nadir olmakla birlikte CO zehirlenmesi sonrasında izleminde akut respiratuvar distres sendromu kliniği de görülebilmektedir (19,20,36).

Nörolojik bulgular

Akut CO zehirlenmesinden sonra oldukça farklı nörolojik belirti ve bulgular gelişebilmektedir. Nörolojik etkilenme erken ya da gecikmiş dönemde görülebilmektedir. Karbonmonoksit zehirlenmesinin en önemli sonucu olan doku hipoksisi; intrakraniyel basınç artışı ve serebral ödeme neden olarak bilinç kaybı, nöbet ve komayla erken dönemde belirti ve bulguya yol açabilir (26). Geç dönemdeki nörolojik sekelin sebebi tam olarak açıklanamasa da ratlarda yapılan deneyler sonucunda lipid peroksidasyonu ile gliosis mekanizmaları ve demiyelinizasyonun sorumlu olabileceği hakkında birçok hipotez oluşturulmuştur. Ancak demiyelinizasyon gerçekleştiği tam olarak kanıtlanamamış olsa da ratlarda hafıza ve öğrenmedeki azalma gözlenmiştir (27,30). Gecikmiş dönemde karbonmonoksite bağlı ensefalopatinin klinik triadı; mental durum değişikliği, idrar ve/veya dışkı inkontinansı ve denge bozukluğudur. Belirti ve bulgular klinik seyir boyunca durağan kalmayıp dalgalanma gösterebilmektedir. Akut zehirlenme sonrasında nörolojik ve psikiyatrik bulgusu olmayan hastalarda kişilik değişiklikleri ve hafif bilişsel bozukluktan ağır demans, psikoz, parkinsonizm, inkontinans gibi semptomlara kadar geniş klinik farklılıkta bulgular ortaya çıkabilir. Beyin Bilgisayarlı Tomografi (BT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ve MR- Spektroskopi, nöropsikiyatrik değerlendirme testlerinin; CO toksisitesinin santral etkilenim düzeyinin saptanmasında kullanılması önerilmektedir. Bunlara ek Pozitron Emisyon Tomografi (PET) ve “Single Photon Emission Tomography” Tek Foton Emisyonlu Tomografi (SPECT) de uç organ hasarının ortaya konmasında ve izleminde katkı sağlayabilir (31). Karbonmonoksit ensefalopatisi çeşitli davranış bozukluğu tablolarına da yol açabilir. Bunlar dikkat, hareket, konuşma akıcılığında bozulma, motor ve/veya ince motor becerilerde kayıp, öğrenme zorluğu, kısa süreli hafızada ve duygudurumda bozukluklar olarak sıralanabilmektedir. Bu bozukluklar nöropsikolojik testlerle doğrulanabilir (26).

Karbonmonoksit zehirlenmesi nadir olarak serebral dolaşımında santral venöz tromboza neden olabilmektedir (97).

Parkinson ve ark. yaptığı çalışmada CO zehirlenmesi olan 73 erişkin yaştaki hastanın nörogörüntüleme sonuçları ve bilişsel fonksiyonları CO maruziyetini takip eden 6 ay boyunca prospektif olarak izlenmiştir. Çalışmada hastalara zehirlenmenin birinci gününde, ikinci haftasında ve altıncı ayında MRG ve nörobilişsel test yapılmıştır. Hastaların %30'unda bilişsel sekel, %12'sinde beyaz cevherde hiperintensiteler saptanmıştır. Birinci günden altıncı aya kadar MRG lezyonlarının değişiklik göstermediği, sentrum semiovale hiperintensitesi saptananların nörobilişsel testlerde kötü bilişsel performans gösterdiği saptanmıştır. Bilinç kaybı süresinin her üç değerlendirmede de bilişsel bozuklukla korele olduğu görülmüştür. Karboksihemoglobin değerlerinin bilinç kaybıyla anlamlı ilişkili gösterdiği, ancak MRG değişikliği veya bilişsel sekelle doğrudan öngörülebilir bir ilişkinin olmadığı gösterilmiştir (28). Nai-Ching Chen ve ark. 49 erişkin yaştaki hastanın bilişsel fonksiyon ile PET görüntülemelerinin karşılaştırıldığı çalışmada, hastalar bilişsel-demans durumlarına göre üç gruba ayrılmıştır. Hastaların bilişsel durum bozukluğu arttıkça PET ile gri cevherdeki atrofi ve hipometabolizmanın daha şiddetli olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada hastalardaki CO-Hb düzeyleri ile bilişsel kaybın şiddeti arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (29).

Oftalmolojik ve Otolojik etkileri üzerindeki bulgular

Karbonmonoksit zehirlenmesinden sonra kortikal etkilenmeye bağlı olarak çeşitli görme bozuklukları ortaya çıkabilir. Bunlar arasında görme alanı defektleri, geçici veya kalıcı körlük, homonim hemianopsi ve parasantral skotomlar görülebilmektedir. Karbonmonoksitin uç organda hipoksisi ve sekonder etkilerine bağlı papilödem, venöz konjesyon, retinal hemoraji ve optik atrofi gibi bulguların geliştiği bildirilmiştir. Karbonmonoksit vestibulokohlear sinir ve beyin sapı üzerinde de toksik etkilere sahiptir. CO zehirlenmesine maruz kalan kişilerde sensorinöral işitme kaybı gelişebildiği gösterilmiştir. Etkilenim sonrası tedavi olarak hiperbarik oksijen tedavisi alan hastalarda tedavinin komplikasyonlarına bağlı olarak da iletim tipi işitme kayıpları bildirilmiştir (32,33).

Gastrointestinal sistem üzerine etkiler

Karbonmonoksit zehirlenmelerinde iştahsızlık, hazımsızlık ve bulantı-kusma sıklıkla görülmektedir. Daha az sayıda vakalarda gastrointestinal kaynaklı kanama ve gastrik ülser de görülebilmektedir (19,36).

Genitoüriner sistem üzerine etkiler

Karbonmonoksit zehirlenmesi sonrasında mesane irritabilitesi, noktüri, dizüri, pollaküri, idrar inkontinansı; kadınlarda dismenore, menoraji, amenore ve libido azalması gibi genitoüriner semptomlar gözlenebilir. Ayrıca kas dokusundaki hipoksi ve yıkıma ikincil akut böbrek yetmezliği gelişebilmektedir. Hematüri, miyoglobininüri, proteinüri ve glikozüri saptanan vakalar da bildirilmiştir (19,36,38).

Hematolojik sistem üzerine etkiler

Karbonmonoksitten etkilenen bireylerde hipoksiye ikincil polisitemi ve anemi gelişebilir. Karbonmonoksitin koagülasyon mekanizmasında; doku trombokinaz ve eritrosit fragilitesi üzerine etkisi olabileceğini savunan yayınlar yanında etkisi olmadığını savunan yayınlar da bulunmaktadır (39).

Endokrin sistem üzerine etkiler

Karbonmonoksit zehirlenmesinin etkilediği birçok endokrin organ bulunmaktadır. Bunlar arasında tiroid bezi, adrenal bezler ve testisler sayılabilir. Karbonmonoksit zehirlenmesi sırasında hiperglisemi ve glukozüri de gözlenebilmektedir. Hayvan deneylerinde CO maruziyetinden sonra hiperglisemi geliştiği gösterilmiştir. On iki erişkin yaştaki hastayla yapılan bir çalışmada ise CO zehirlenmesinden sonra kan glukozunun hızla yükseldiği daha sonra progresif olarak düşerek beş günde normal düzeye döndüğü bildirilmiştir (19,36).

Deri ve iskelet sistemi üzerine etkiler

Karbonmonoksit kaynağına da bağlı olarak ağır CO zehirlenmesi çok farklı cilt lezyonları ile birliktelik gösterebilmektedir. Eritem, ödem, bülloz oluşumlar ve veziküller sıklıkla bildirilmiştir. Miyoglobinin CO afinitesi ve ayrışma katsayısı hemoglobin (Hb) ile karşılaştırıldığında Hb'den 8 kat daha düşüktür. Buna bağlı olarak kas dokusunda CO birikmesi sonucunda miyoglobin fonksiyonunu kaybeder. Karbonmonoksit zehirlenmesinden sonra eklemlerde ağrı ve hassasiyet ve nadir de olsa eklem şişliği, iskelet kası nekrozu görülebilmektedir. Nekrozun ilerleyen döneminde eklemde kontraktürler ve osteomyelit geliştiği bildirilmiştir (19,36).

2.1.4.Karbonmonoksit Zehirlenmesinde Tanı ve Tedavi

2.1.4.1.Karboksihemoglobin düzeyi

Karbonmonoksit zehirlenmesi klinik belirti ve bulguları çok değişkenlik gösterebilmekte ve birçok hastalığın ayırıcı tanısında akla gelmektedir. Karbonmonoksit zehirlenmesi tanısı aslında klinisyenin aklına gelmesi ve çoğu zaman şüphelenmesi üzerine konan bir tanıdır. Başvuran hasta dışında yangın dumanı, doğalgaz kaçağı vs olaydan etkilenmiş olabilecek diğer kişilerin de sorgulanması unutulmamalıdır. Karboksihemoglobinin yarı ömrü 4-5 saat olduğundan maruziyetten sonra mümkün olan en kısa zamanda CO-Hb düzeyine bakılmalıdır. Kan CO-Hb düzeyi, CO zehirlenmesi şüphesi olan hastalarda mutlaka yapılması gereken en önemli incelemedir. Karboksihemoglobin düzeyinin sigara vb tütün ürünleri kullanmayan kişilerde %3'ün, kullananlarda ise %10'un üzerinde olması CO maruziyetini gösterirken, düzeyin normal olması ise tanıyı ekarte ettirmez. Karboksihemoglobin düzeyi dışındaki diğer bütün tetkiklere hastanın klinik durumuna göre vaka özelinde karar verilmelidir (19,20). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün uzman paneli raporuna göre %2,5- 4 arasındaki CO-Hb düzeylerinde egzersiz sürelerinde kısalma, göğüs ağrısı; %2- 20 arasındaki düzeylerde görmede bulanıklık, duyu-motor işlevlerinde fonksiyon kaybı ve davranışlar üzerine etkiler görülebileceği bildirilmiştir. Sonuç olarak ortam havasındaki CO oranının kan CO-Hb düzeyini %2,5'in altında tutacak düzeyde olması pekçok çalışmada önerilen düzey olarak not edilmiştir. Karboksihemoglobin düzeyi sadece solunan havadaki CO düzeyine bağlı değildir, maruz kalma süresi de CO-Hb düzeyini etkileyebilir. DSÖ rehberlerine göre solunan havadaki parsiyel CO basıncının 100 ppm den yüksek olması insan ve çevre sağlığı için zararlı bulunmaktadır (43). Nabız oksimetre kolorimetrik bir yöntem olması sebebiyle oksihemoglobin ile CO-Hb ayırımında güvenilir değildir. Arteriyel oksijenizasyonun tam olarak belirlenmesi ancak arteriyel yol ile alınmış kan gazı ile mümkündür. Karbonmonoksit maruziyeti olduğu düşünülen tüm hastalara pulse oksimetre değerlerine bakılmaksızın yüksek konsantrasyonda normobarik

oksijen(NBO) desteği ile tedavi verilmelidir (44). Ülkemizdeki kaydedilen verilere bakıldığında kesin sayı verilememekle birlikte bildirilen vakalardan daha fazla CO zehirlenmesi olduğu düşünölmektedir. Mevsimsel olarak karşılaştırıldığında kış aylarında özellikle rüzgarlı hava şartlarında uygunsuz veya bakımı yapılmamış kullanılan ısınma araçları en önemli CO zehirlenmesi nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Kronik olarak CO maruziyeti altındaki kişilerin baş ağrısı, halsizlik gibi nonspesifik yakınmalar ile sağlık kurumlarına başvurdıklarında tanı konulmasında zorluk yaşanmaktadır (19,20,42). CO-Hb doygunluk saturasyonlarına göre klinikte beklenen yakınmalar **Tablo 2'** de özetlenmiştir.

Tablo 2: Karboksihemoglobin(CO-Hb) Doygunluk Saturasyonu ve Semptomlar(45)

CO-Hb (%)	Semptom
<1	Normal aralık (endojen üretim nedeniyle)
<10	Sigara içen kişinin kanı (semptomsuz)
10-20	Baş ağrısı, yorgunluk, kulak çınlaması
20-30	Baş ağrısı, halsizlik, bulantı, kusma
30-40	Şiddetli baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı, kusma
40-50	Senkop, kafa karışıklığı, takipne, taşikardi
50-60	Koma, konvülsiyonlar, solunum depresyonu
60-70	Koma, konvülsiyonlar, kardiyopulmoner depresyon, genellikle ölümcül
70<	Solunum yetmezliği, ölüm

2.1.4.2.Biyokimyasal Tetkikler

Biyokimyasal tetkiklerin her hasta özelinde kliniklerine göre bireyselleştirilerek planlanması gerekir. Anormal böbrek ve/veya karaciğer fonksiyon değerleri, hiperglisemi, artmış anyon açığı, hipopotasemi, CK, CK-MB ve Troponin-I yüksekliği belirteç olarak değerlendirilmektedir. Hemogramda hipoksiye bağlı hafif lökositoz, trombositopeni ve pıhtılaşma süresinde uzama tespit edilebilir. Hafif derecedeki zehirlenmelerde solunumsal alkaloz; şiddetli zehirlenmelerde metabolik veya laktik asidoz beklenmektedir. CO-Hb değerleri normal sınırlar içinde olsa bile artmış serum laktat düzeyi doku düzeyinde hipoksinin yansıması olarak düşünülmektedir. Tam idrar tahlilinde hematüri, proteinüri ve/veya glukozüri saptanabilir. Şiddetli zehirlenme miyoglobininüri, albüminüri, oligürik veya nonoligürik akut böbrek yetmezliğine yol açabilir. Konjestif kalp yetmezliği veya hipotansiyon görülebildiği gibi miyokardiyal hasarlanma Beyin Natriüretik Peptid (BNP) ile değerlendirilebilir (41). Beyin Natriüretik Peptid gibi endojen natriüretik peptidler, sol ventrikül fonksiyonunun göstergesi olarak kullanılmaktadır (47,48). Yapılan çalışmalar ile yüksek BNP seviyeleri ile CO zehirlenmesi arasında bir ilişki olduğunu ve bu nedenle CO zehirlenmesinde kardiyotoksisitenin erken bir belirteci olarak kullanılabileceği gösterilmiştir (46).

2.1.4.3.Görüntüleme Yöntemleri

Elektrokardiyografi (EKG) ve Ekokardiyografi(EKO); şiddetli CO maruziyeti olan semptomatik hastalarda iskemi veya disritmileri belirlemek için kardiyak izlemlerinin EKG ile yapılması gereklidir. İskemik değişiklikler kadar sık beklenmemesine rağmen CO zehirlenmesinde kardiyak aritmilerle de karşılaşılabilir. Karbonmonoksit zehirlenmesi olan hastalarda EKG'de spesifik olmayan kardiyak repolarizasyon değişiklikleri ve aritmilerin yanı sıra, prematüre atriyal ve ventriküler kasılmalar, atriyal ve ventriküler fibrilasyon gibi elektrokardiyografik anormallikler, ST elevasyonu ve T dalgası değişiklikleri tanımlanmıştır (24,25,37). Zehirlenme öncesinde kronik kalp-damar hastalığı olmayanlarda bile CO zehirlenmesi sonrasında sağ ve sol ventrikül disfonksiyonu ortaya çıkabilmektedir. Akut CO maruziyeti, doğrudan negatif inotropik etkiye neden olarak, sol ventrikül diyastol sonu basınçlarında artışa ve atım hacminde azalmaya neden olur (49). Kalay ve ark. yaptığı CO zehirlenmesi olan erişkin yaştaki 20 hastanın katıldığı çalışmada, tüm hastalara başvuru anında, 24. saatte ve ilk hafta içinde yapılan EKO görüntülemeleri ile eş zamanlı BNP ve CO-Hb seviyeleri ölçüldüğünde Sol Ventrikül Ejeksiyon Fraksiyonları (LVEF) ile CO-Hb seviyesi ve CO maruziyet süresi değerlendirildiğinde negatif korelasyon gösterdiği saptanmıştır (34). Tekşam ve ark. yaptığı çalışmada çocuk yaş grubundaki 107 hastada CO maruziyeti sonrasında kardiyak etkilenim düzeyi değerlendirilmiştir. Aynı çalışmada kardiyak biyobelirteçlerle eş zamanlı yapılan EKO görüntülemelerinde azalmış ejeksiyon fraksiyonu ve bozuk sol ventrikül fonksiyonları saptanmıştır (25).

Nöro-Görüntüleme;

Günümüzde CO zehirlenmesi sonrasında sıklıkla Beyin Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) kullanılmaktadır. Akut ayırıcı tanı amacıyla ilk başvuru anında daha ulaşılabilir olması ve hızlı sonuç alınabilmesi nedeniyle Beyin Tomografi (BT)' de kullanılabilmektedir. Beyin Tomografi'de karbonmonoksit maruz kaldıktan sonra ilk 12 saat içindeki akut değişiklikler gösterilebilmektedir. Globus pallidus, putamen ve kaudat çekirdekler bölgesindeki bilateral simetrik dansite kaybı kötü prognoz ile ilişkilendirilmektedir. Şiddetli CO zehirlenmelerinde, beyin sapı ve beyincik gibi kortekse kıyasla iskemiye daha dirençli yapılar da etkilenebilmektedir (50-53).

Manyetik Rezonans Görüntüleme'nin, CO zehirlenmesinden sonra bazal gangliyon lezyonlarının saptanmasında BT'den üstün olduğu gösterilmiştir. Yapılan bir çalışmada, maruziyetten sonraki ilk gün içinde yapılan MRG'lerde periventriküler değişiklikler, globus pallidus lezyonlarından daha yaygın saptanmış ve CO zehirlenmesi ile ilişkisinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Tüm bunlarla birlikte nörogörüntüleme çoğunlukla hasta yönetimini değiştirmeden şüphede kalınan hastalarda kullanılabılır (51).

Tek Foton Emisyonlu BT (Single-Photon Emission Computerized Tomography SPECT), iyot veya teknesyum ilişkili, bölgesel kan akışının noninvaziv olarak ölçümünde kullanılabilmektedir. CO maruziyetine bağlı perfüzyondaki değişiklikler, zehirlenmeden bir gün sonra ortaya çıkar ve esas olarak temporoparietookipital bölgeyi etkiler. Ancak bu görüntüleme yöntemi her zaman ulaşılabilir olmadığı ve bu konuda yapılmış az sayıdaki çalışmanın olması nedeniyle tedavi ve prognoz belirlenmesinde kullanımı kısıtlıdır (54).

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), CO zehirlenmesi sonrasındaki etkilerin gösterilmesinin yanı sıra zehirlenme sonrasındaki bölgesel kan akışını değerlendirmek için de kullanılabilmektedir. Ağır CO zehirlenmelerinin incelendiği bir çalışmada, Hiperbarik Oksijen Tedavisi (HBOT)'nden sonra PET incelemesi, frontal ve temporal kortekslerde

artmış oksijen ekstraksiyonu ve azalmış kan akımı gösterilmiştir. PET taraması, hastanın nihai sonucunu tahmin etmek için kullanılsa da, kalıcı nörolojik sekeli olan hastaların belirlenmesinde kullanılabilir. Zehirlenmeden sonra fokal Elektroensefalografi (EEG) anormallikleri gösterilmesine rağmen, bunların gecikmiş veya kronik dönemde nörolojik açıdan prognostik değerinin olup olmadığı konusunda sonuca varılamamıştır (41).



2.1.4.4.Tedavi

Karbonmonoksitin toksik etkisi altındaki bir hastanın öncelikle maruziyetinin kesilip ortamdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Oksijen, kimyasal ve patofizyolojik verilere göre CO ile hemoglobin üzerinde yarışmalı bir antidot olduğu için tedavide derhal başlanmalıdır. CO-Hb vücuttaki yarı ömrü (yaklaşık olarak 320 dakika olarak kabul edilir) atmosfer basıncında yani normobarik %100 oksijen (NBO) tedavisi uygulanmasıyla yaklaşık olarak beş kat daha azaltılmış olur. Atmosfer basıncından daha yüksek basınçlarda %100 oksijen tedavisi olan Hiperbarik Oksijen (HBO) CO-Hb eliminasyonunu daha da hızlandırır. Atmosferik basınçta verilen oksijen tedavisiyle CO-Hb'nin yarı ömrü 5 saatten (2-7 saat) 1 saate indirilir. Hiperbarik Oksijen 2,5-3 atm basınçta verildiğinde, CO-Hb'nin yarı ömrünü 20 dakikaya indirir (55). CO zehirlenmesinin klinik bulgu ve belirtileri spesifik olmadığından, bütün şüpheli vakalar CO-Hb düzeyi için kan alındıktan hemen sonra nabız oksimetredeki değerine bakılmaksızın öncelikle normobarik oksijen ile tedavi edilmeye başlanmalıdır. Normobarik oksijen tedavisi güvenli, kolay ulaşılabilir ve ucuz olduğundan CO-Hb düzeyi %5'in altına düşene ve hasta asemptomatik olana kadar devam edilmeli, tedavi en az altı saat sürdürülmelidir (19,20). Hiperbarik oksijen, deniz seviyesindeki atmosfer basıncının 2-3 katı basınca sahip %100 oksijendir. Hiperbarik oksijen bakterisidal ve bakteriyostatik olup toksin üretimini azaltarak enfeksiyonlara karşı koruyucu etki gösterir. Hiperbarik oksijen iskemik damarların duvarına nötrofil adezyonunu engelleyerek; serbest radikal üretimini ve uç organda oluşabilecek hasarı azaltır (89). Hiperbarik oksijen sıklıkla tek kişilik bir kabinlerde, daha büyük merkezlerde veya aynı anda tedavi verilmek istenmesi durumunda birçok kişinin oturabileceği kabinlerde verilebilmektedir. Karbonmonoksit zehirlenmesi için bir tedavi seansı yaklaşık olarak 45 dakikadır. Üç atm basınçta HBO tedavisinin önerilen en uzun süresi 120 dakikadır. Hiperbarik oksijen tedavisinin olası yan etkileri arasında geri dönüşlü miyopi, katarakt, trakeobronşiyal semptomlar, kendini sınırlayan nöbetler ile orta kulak, kranial

sinüsler ve nadiren diş ve akciğerlere barotravma sayılabilir (56).Türkiye’de aktif olarak HBOT verebilen merkezler 22 ilde (57) olup merkezlerin hangi gereklilikler altında çalışabileceği mevzuat ile belirlenmiştir (58).

Tablo 3: Hiperbarik Oksijen İçin Önerilen Endikasyonlar (41)

-
- Senkop (bilinç kaybı)
 - Koma
 - Nöbet
 - Değişmiş zihinsel durum (GKS <15)
 - Karboksihemoglobin düzeyinin>% 25
 - Anormal serebellar fonksiyon
 - Hastanın Yaşının ≥ 36 üstünde olması
 - Uzun süreli CO maruziyet varlığı (≥ 24 saat)
 - Şiddetli metabolik asidoz (pH <7,1)
 - Uç organ hasar bulgusu varlığı (EKG değişiklikleri, göğüs ağrısı veya değişken zihinsel durum)
-

Hiperbarik O₂ tedavisinin bilinen tek kesin kontrendikasyonu hastada pnömotoraks varlığıdır. Pnömotorakslı bir hastada hiperbarik O₂ tedavisi uygulamak tansiyon pnömotoraks gelişmesine neden olabilmektedir (59).

3.GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmaya Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Çocuk Acil Polikliniği'ne Ekim 2017-Ocak 2022 tarihleri arasında karbonmonoksit zehirlenmesi şüphesi ile ayaktan veya 112 aracılığı ile başvuran 5-18 yaş aralığındaki 20 hasta dahil edilmiştir. Kontrol grubu olarak bilinen bir görme bozukluğu olmayan, sağlıklı 20 çocuk alınmıştır. Toplam 40 deneğin katıldığı bu çalışma Aralık 2021–Eylül 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma için Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kurumsal Araştırma Değerlendirme Komisyonu'ndan 27 Aralık 2021 tarihinde Karar No:205 etik kurul onayı alınmıştır.

3.1.Hasta Seçimi

Karbonmonoksit zehirlenmesi olan hastaların klinik bilgileri, laboratuvar bulguları ve tedavi planları endikasyonu varsa hiperbarik oksijen tedavisi alıp almadığı, hastanın Çocuk Acil Polikliniği'ne başvurusundaki verilen anamnezlerinden ve Adli Vaka Kayıt Dosyalarından yararlanılarak kaydedilmiştir (**Tablo 4**).

Tablo 4 : Hastaların Klinik ve Laboratuvar Değerlendirilmesi

Yaş-cinsiyet	Başvuru Anında Massimo Cihazındaki CO düzeyi	Tam Kan Sayımı, Böbrek ve Karaciğer Fonksiyon Testleri
Etkilenim Yolu/Maruziyeti	Başvuru Anında Kan Gazındaki CO-Hb Yüzdesi	Venöz Kan pH ve Laktat Düzeyi
Acile başvuru şekli(ayaktan/112 ile)	Taburculuk Öncesi CO-Hb Yüzdesi	Görsel Uyarılmış Potansiyel (VEP) Ölçümleri
Başvuru Anındaki Semptomları	Hiperbarik Tedavisi İhtiyacı Olup Olmadığı	Optik Koherens Tomografi (OCT) Ölçümleri

3.1.1. Yaş ve cinsiyet

Çalışmamızda CO zehirlenmesi tanısı olan, 5-18 yaş aralığındaki kız veya erkek cinsiyette çocuklar değerlendirmeye alınmıştır.

3.1.2. Karbonmonoksit Kaynağı Etkilenim Yolu/Maruziyeti

Çalışmamıza katılan hastaların CO ile ev içi veya ev dışı etkileniminin hangi şekilde olduğu not edilmiştir.

3.1.3. Çocuk Acil Servise Başvuru Şekli

Çalışmamıza katılan hastaların Çocuk Acil Servisi'ne ayaktan veya 112 ile başvurduğu kaydedilmiştir.

3.1.4. Başvuru Anındaki Semptomları

Çalışmamıza katılan hastaların asemptomatik veya semptomatik olup olmadığı, semptomatik ise hangi sistemin nasıl etkilendiği kaydedilmiştir.

3.1.5. Başvuru Anında Massimo Cihazındaki CO düzeyi ve Kan Gazındaki CO-Hb Yüzdesi

Çalışmamıza katılan hastaların Çocuk Acil Servisi'ne ilk gelişlerindeki Massimo cihazında ölçülen CO düzeyi ile CO-Hb yüzdesi değerlendirilmeye alınmıştır.

3.1.6. Taburculuk Öncesi CO-Hb Yüzdesi

Çalışmamıza katılan hastaların Çocuk Acil Servisi'nden taburculuk öncesi alınan son CO-Hb yüzdesi değerlendirilmeye alınmıştır.

3.1.7. Hiperbarik Tedavisi İhtiyacı Olup Olmadığı

Çalışmamıza katılan hastaların hiperbarik oksijen tedavisi alma ihtiyacı olup olmadığı kaydedilmiştir.

3.1.8. Tam Kan Sayımı, Böbrek ve Karaciğer Fonksiyon Testleri

Çalışmamıza katılan CO zehirlenmeli hastaların hemogloblin değeri yaşa göre normalin altındaysa anemi, yaşa göre normalin üzerindeyse polisitemi; platelet değeri 150.000/mm³ altındaysa trombositopeni, 400.000/mm³ ise trombositoz; beyaz küre sayısı 4000/mm³ altındaysa lökopeni, 10.000/ mm³ üzerinde ise lökositoz; serum sodyum düzeyi 135 mmol/L altındaysa hiponatremi, 150 mmol/L üzeri ise hipernatremi; serum potasyum düzeyi 3,5 mmol/L altındaysa hipopotasemi, 5,5 mmol/L üzeri ise hiperpotasemi; serum kalsiyum düzeyi 8,5 mg/dl altındaysa hipokalsemi, 10,5 mg/dl üzeri ise hiperkalsemi olarak değerlendirilmiştir. Çalışmamıza katılan hastaların karaciğer fonksiyon testlerinden ALT (alanin aminotransferaz), AST (aspartat aminotransferaz) ,böbrek fonksiyon testlerinden kreatinin(kre) ve kan üre azotu (BUN) yaşlara göre normal aralığında olup olmamasına göre değerlendirilmiştir. Ayrıca hastaların tamamına Elektrokardiyografi (EKG) çekilmiştir. Kardiyak semptom varlığında hastalar kardiyak belirteçlerden Kreatin Kinaz (CK-Total),Kreatin Kinaz Miyokardiyal kaynaklı (CK-MB) ve Troponin I (Tn-I) ile değerlendirilmiştir.

3.1.9. Venöz Kan pH ve Laktat Düzeyi

Çalışmamıza katılan hastaların venöz kan pH değeri ve laktat düzeyleri değerlendirilmeye alınmıştır.

3.1.10.Görsel Uyarılmış Potansiyel (VEP) ve Optik Koherens Tomografi (OCT)

Ölçümleri

Çalışmamıza katılan hastaların Pattern VEP ve Flash VEP olmak üzere 2 tür VEP ölçümleri yapılmıştır. Aynı zamanda hastaların Göz Hastalıkları Anabilim Dalı tarafından yapılan oftalmolojik muayenelerine ek olarak çekilen Optik Koherens Tomografi (OCT) ölçümleri değerlendirilmiştir.

3.2.Hasta Dışlanma Kriterleri

Görsel Uyarılmış Potansiyel (VEP) ve Optik Koherens Tomografi (OCT) değerlendirilmelerini etkileyebilecek özellikleri olanlar **Tablo 5** ile özetlenmiştir. Bu özellikleri olanlar çalışma dışı bırakılmıştır.

Tablo 5 : Hasta Dışlanma Kriterleri

Kronik hastalık varlığı
Kronik ilaç kullanımı
Kafa travması öyküsü
Diğer metabolik bozukluklar
Nörolojik anormallikler
Psikolojik sorunlar
Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu
Renk körlüğü varlığı
Sağırılık veya körlük gibi fiziksel engelilik durumu
Öncesinde bilinen optik nöropati varlığı
VEP ve OCT çekimi sırasında oryante olamayan uyumsuz hastalar

3.3. Kontrol Grubu Seçimi

Kontrol grubu 5-18 yaş aralığında, okur-yazar olan, bilinen hiçbir hastalığı ve ilaç kullanım öyküsü olmayan, sağlıklı 20 çocuk ile oluşturulmuştur. Kontrol grubuna da hasta grubuna uygulanan Pattern VEP ve Flash VEP testleri uygulanmıştır.

3.4.Kullanılan Yöntemler

3.4.1. Görsel Uyarılmış Potansiyeller (VEP)

Uyarılmış potansiyeller; dışarıdan gönderilen ses, ışık veya elektrik uyarılara yanıt olarak beynin elektriksel olarak verdiği aktivitenin kaydedilebildiği ölçümlerdir. Görsel Uyarılmış Potansiyeller (VEP) non-invaziv olarak kaydedilebilmesi ve milisaniyeler düzeyinde bir zamansal çözünürlüğe ulaşabilir olmasıyla optik sinirin uzanım gösterdiği yolda olan değişiklikleri aktif olarak saptamada kullanılmaktadır. Bir başka deyişle VEP, retinadan başlayarak optik sinir aracılığıyla görsel kortekse kadar olan yolağın fonksiyonel bütünlüğünü değerlendirir (60). VEP’ de amplitüd kaybı varlığı optik sinirdeki aksonal hasarı düşündürürken, latanstaki uzama ise miyelin kılıf hasarına bağlı gelişmektedir (86).

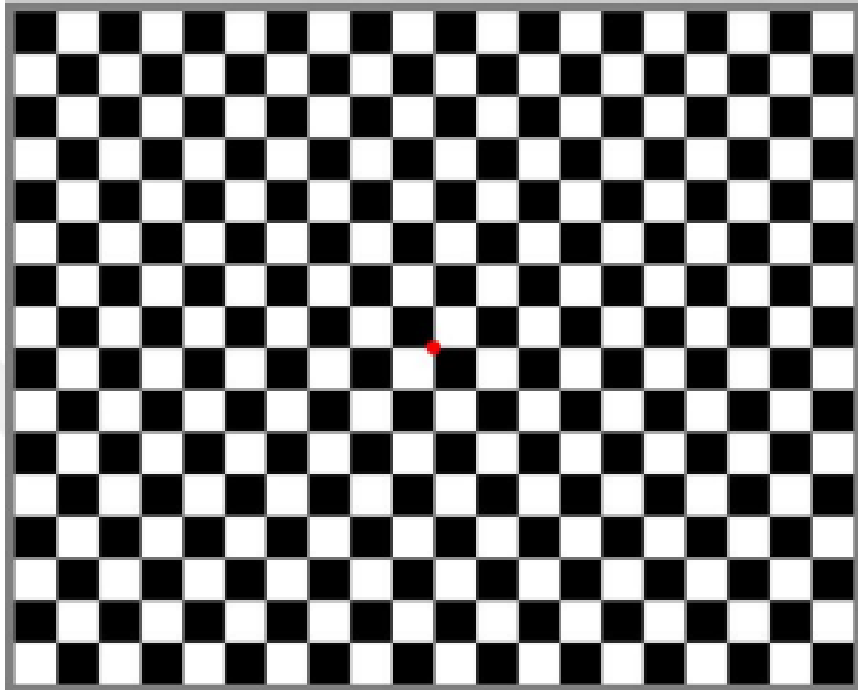
Görsel Uyarılmış Potansiyel (VEP), Elektroensefalografi’nin (EEG) duyuşal uyarılar dizisi boyunca kaydedilmiş olan, bilgisayar aracılı planlı uyarı öncesi ve sonrası EEG dilimlerinin sayısal olarak örneklenmesi ve örneklenen verilerin uyarı anı ile ilişkilendirilmesi ve ayrışması esasına dayanmaktadır. Bu potansiyellerin kaydedilmesi, sinir sistemindeki fonksiyonların normal veya patolojik olduğunun değerlendirilmesini sağlamaktadır. Tek taraflı anormallikler optik siniri işaret ederken retrokiyazmal veya çift taraflı optik sinir lezyonları bilateral anormallikleri işaret etmektedir (61,62). VEP ile görüntülemenin klinikteki kullanılabildiği hastalıklar **Tablo 6** ile özetlenmiş olup bunlar arasında akut retrobulber nörit, optik sinir üzerinde basıya neden olan tümörler, iskemik optik nöropatiler, optik siniri ve oksipital korteksi etkileyen toksik ve metabolik ensefalopatiler sayılabilmektedir(63).

Tablo 6: VEP Testinin Klinikte Kullanım Alanları

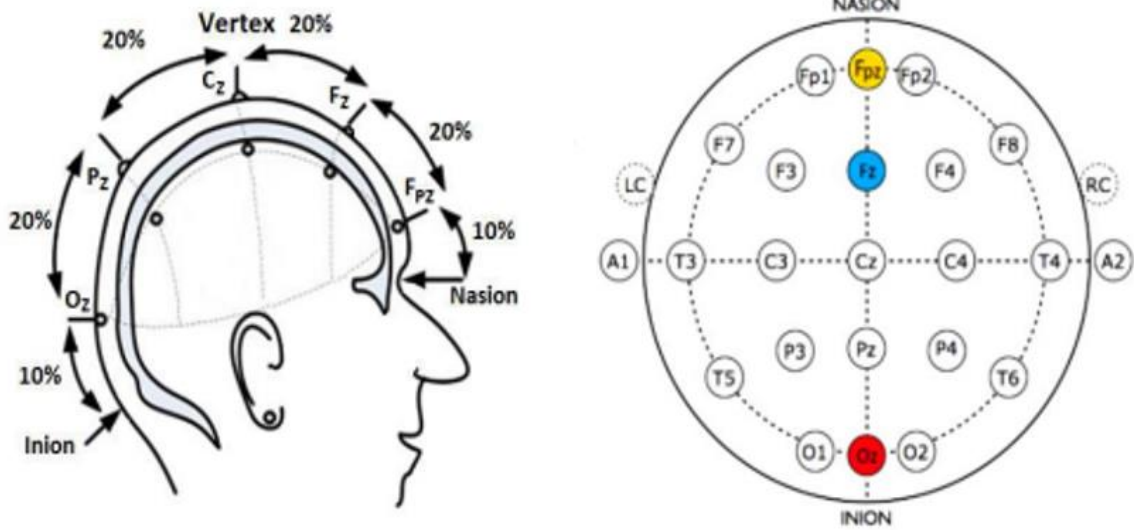
Optik sinire bası yapan tümörler
İskemik optik nöropati
Glokom
Multiple skleroz
Nörosifiliz
Leber'in hereditör optik atrofi
Diyabete bağlı optik nöropati ve diğer endokrin orbitopatiler
Post-konküzyon sendromları

Görsel Uyarılmış Potansiyel çekiminde uyaran kaynağı olarak aralıklı parlayan ışık (Flash VEP olarak adlandırılır) ya da belirgin desen uyarıcı (Pattern VEP olarak adlandırılır) kullanılabilir. Desen uyarıcı, optik yolaktaki lezyonların belirlenmesinde daha duyarlıdır. Pattern VEP incelemesinde ekranda gösterilen siyah-beyaz renkte dama tahtası şeklindeki şematik bir görsel uyaran kullanılır (**Şekil 5**). Saniyede bir iki kez şemadaki karelerde renk değiştirilmesi ile siyahlar beyaza, beyazlar siyaha dönüşür (pattern reversal) ve bu sırada hastanın başına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla elektriksel aktivite kaydedilir. Hastanın kullanmakta olduğu gözlük veya lens ile varsa kırma kusurları düzeltilerek, hasta şemanın yansıtıldığı monitörden 1 metre kadar karşısındaki mesafeye oturtulur, optik sinir yollarının sırasıyla sağ ve sol olarak teker teker değerlendirilebilmesi için diğer göz, bir göz bandı ile kapatılır. Çalışılan gözü ile ekranın ortasındaki odak noktasına bakması istenir. Kayıtlar genellikle oksipital orta hat (Oz) ve paramedian (O1 ve O2) bölgeden saçlı deri üzerine yerleştirilen yüzeyel elektrotlarla yapılır. Yüzeyel elektrotların kullanımından önce kafa derisi alkolle temizlenerek yağ ve ölü deri tabakasından arındırılır. Elektrot direncini düşürmek için jel kullanılır. Kayıtlarda oksipital orta hatta “Protuberencia Oksipitalis” in 2-3

cm üzerine konan (Oz) tek aktif elektrot ile kaydedilir. Referans elektrodun frontal orta hatta (Fz) veya kulak memelerine (A1 veya A2), toprak elektrodun vertex (Cz), mastoid veya kulak memelerine (A1 veya A2) yerleştirilmesi önerilmektedir (**Şekil 6**) (64,65). Aktif elektrot nöral sinyalleri ve çevre parazitleri, inaktif elektrod ise nöral potansiyeller haricindeki tüm potansiyelleri toplar. Bu iki elektrod arasındaki fark yalnızca oksipital korteksin belirli bölgesinde nöral aktivitenin ayrışmasını sağlamak üzere bilgisayar aracılığı ile optik sinir yolağı üzerindeki iletim aktivitesinin izole edilmesini sağlar. Genellikle kas artefaktlardan etkilenmemek için yanıtın ortalama alınmasına ilk birkaç uyarıdan sonra başlanmalıdır. Elde olunan pozitif polariteli dalga'nın oksipital orta hatta ölçülen en önemli parametresi latansı olup ortalama 100 milisaniye (msn) dir. Flash uyarım kullanıldığında VEP ölçümünün normal olması için ise retinanın ışığa hassas olması, optik sinirden oksipital kortekse uzanımı boyunca iletim hızının normal olması, kortikal görme merkezinin ve beyindeki diğer merkezlerle bağlantısının normal olması gerekmektedir (63).



Şekil 5 : Pattern VEP Değerlendirilmesinde Kullanılan Görsel Uyarın Şeması

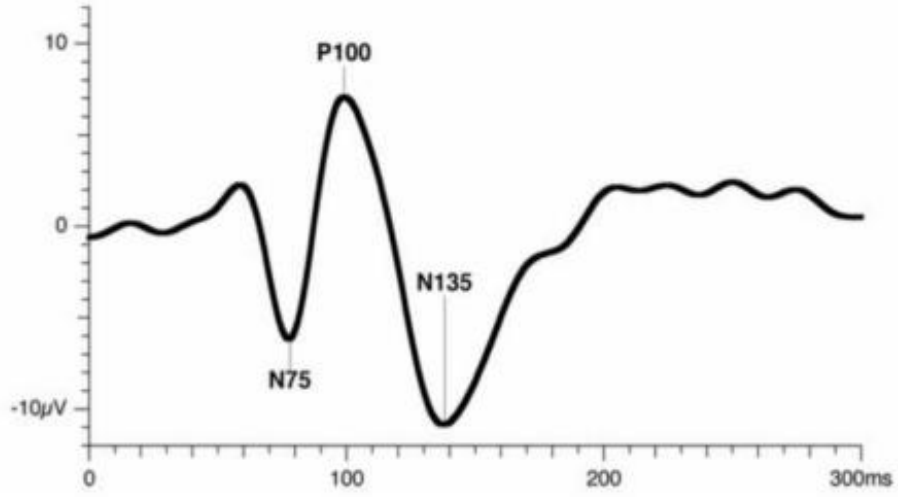


Şekil 6: Kayıt Elektrotlarının Yerleşimi (64,65).

Görsel Uyarılmış Potansiyel çekiminin yapıldığı odanın sessiz, loş bir ortamda ve hastanın rahat bir koltukta oturduğu sırada yapılması gerekmektedir. Harekete bağlı kas artefaktlarından kaçınmak için baş çene ve boyun için rahat bir pozisyon sağlanmış olmalıdır. Hasta son 12 saat içinde oftalmik muayene amacıyla pupilde midriyazise neden olabilecek topikal veya sistemik ilaca maruz kalmamış olmalıdır. Midriyazis varlığında, görme keskinliğinde azalma, P100 latansında uzama ve P100 amplitüdünde etkilenmeye ve testin güvenilirliğinde azalmaya neden olabilir. VEP kaydı esnasında uyarı hızı 1-2/ sn olarak verilir (sıklıkla 2/ sn). Daha yavaş verilen uyarı hızı hastanın dikkatinin dağılmasına neden olabileceği için tercih edilmemektedir (64).

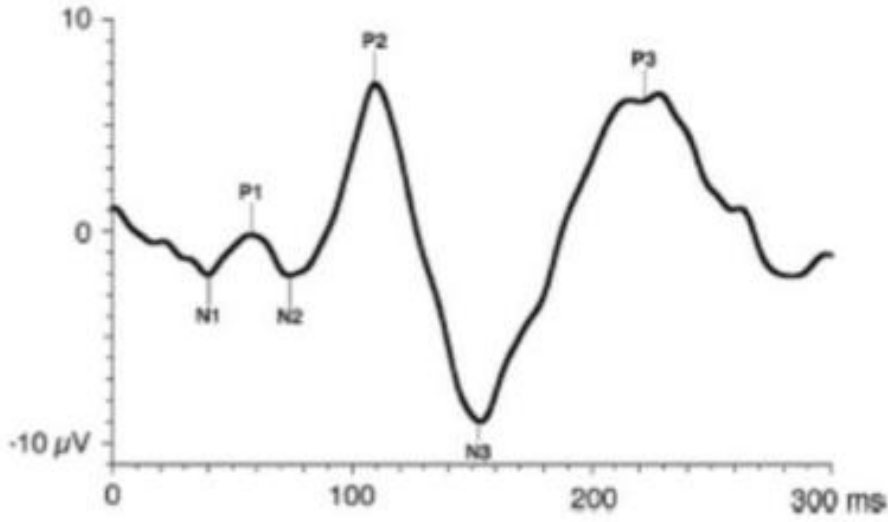
Görsel Uyarılmış Potansiyel, temelde Pattern ve Flash olmak üzere iki farklı görsel uyarılarla elde edilmektedir. Pattern VEP daha stabil ve görme keskinliği $>0,1$ üzeri hastaya uygulanabilirken, Flash VEP koma durumundaki hastaya ve infant yaş grubundaki hastalar için daha çok tercih edilmektedir (86).

Pattern VEP kayıtlarında N75, P100 ve N135 olarak isimlendirilen başlıca üç bileşen elde edilir. P ve N harfleri, referans elektroda göre oksipitaldeki aktif elektrottan kaydedilen voltajın negatif veya pozitifliğini göstermektedir. **Şekil 7** ile normal bir Pattern VEP testi parametrelerinin şematik hali gösterilmiştir (66).



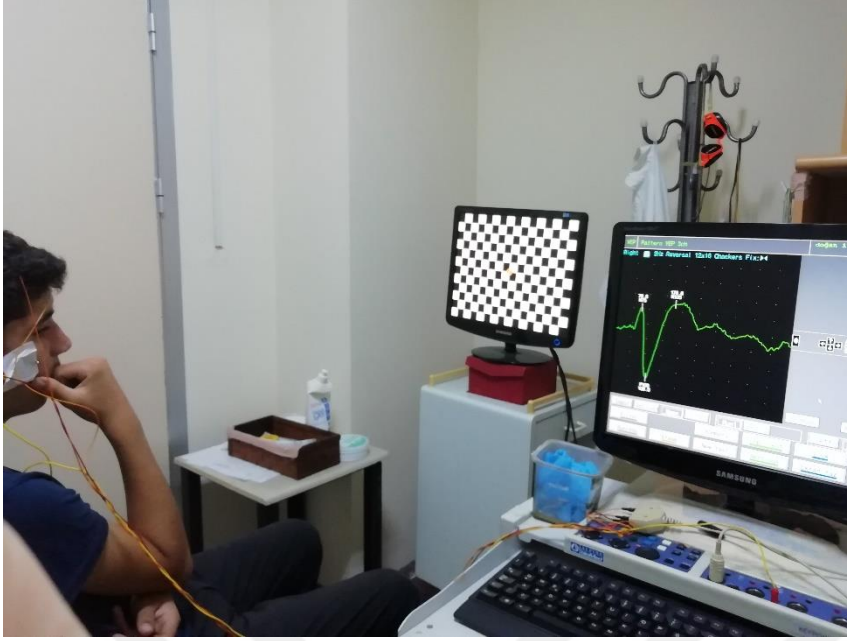
Şekil 7 : Normal Pattern VEP

Flash VEP kayıtlarında ise N1, P1, N2, P2, N3 ve P3 ile adlandırılmış olan pozitif ve negatif bileşenlerden meydana gelir. Kısa latanslı ve daha küçük amplitüdlü olan N1, P1 dalgaları daha zor seçilebildiği için klinik uygulamalarda gözlenmesi daha kolay ve stabil olan N2 ve P2 dalgaları daha sıklıkla değerlendirmeye alınırlar. **Şekil 8'** de normal bir Flash VEP testi parametrelerinin şematik hali gösterilmiştir (66).

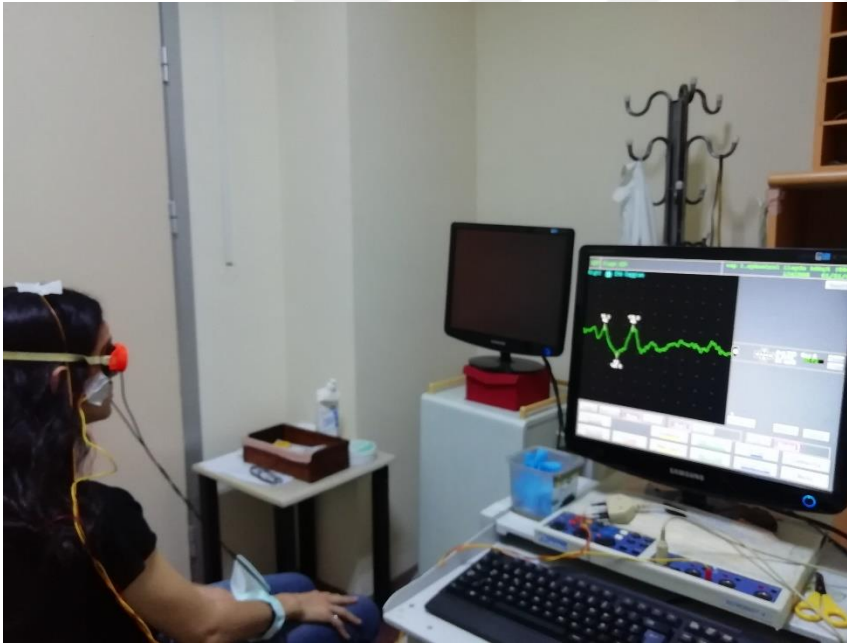


Şekil 8 : Normal Flash VEP

Çalışmamızda tüm hasta ve kontrol gruplarındaki çocuklara; Pattern VEP ve Flash VEP olmak üzere iki kayıt yapılmıştır. Kayıtlardan önce VEP testi ve işlem hakkında sade ve anlaşılır biçimde açıklayıcı bilgi verildikten sonra, oturur vaziyetteki kişiye test uygulanmaya başlanmıştır.



Şekil 9: Çalışmamız Sırasında Pattern VEP Kayıt Anı Görüntüsü



Şekil 10: Çalışmamız Sırasında Flash VEP Kayıt Anı Görüntüsü

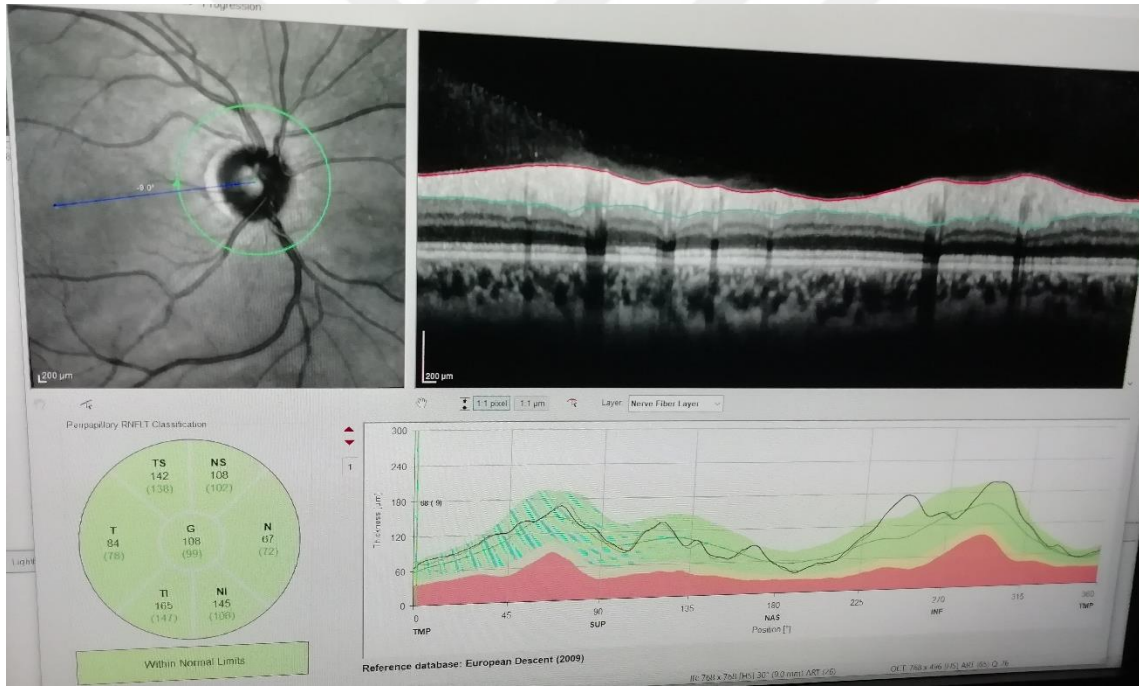
3.4.2. Optik Koherens Tomografi (OCT)

Optik Koherens Tomografi (OCT), biyolojik dokulardan mikron çözünürlükte tomografik kesitler almak için kullanılan, nonkontakt optik temelli çalışan bir görüntüleme yöntemidir. OCT ile ~800 nanometre (nm) dalga boyundaki ışık göze yönlendirildiği sırada ışın ayırıcı olarak adlandırılan yarısaydam bir aynadan geçerek 2 ışık demeti halinde ayrılır bunlardan birisi mesafesi bilinen referans dedektörüne diğeri ise retinadaki dokuya gönderilir. Göze gönderilen ölçüm ışığı, gözdeki ilerleyişi sırasında geçtiği doku katmanlarının yapısına bağlı olarak farklı şiddette ve zamanda dalgalara ayrılarak dedektöre geri döner. Dokudaki katmanların sayısı kadar yansıma içeren ışık sinyali; referans aynasından gelen, yansıma mesafesi ve gecikme zamanı bilinen tek referans ışık sinyali ile birleştirildiğinde dokunun topografik haritası oluşturulmuş olur (67,68). OCT, çalışma prensibi olarak ultrasonografiye benzemekle birlikte OCT için ses dalgaları yerine, kızılötesi ışık kullanılması sayesinde daha detaylı mikron çözünürlükte görüntülerin elde edilmesi sağlanır. OCT sayesinde noninvaziv olarak retina ve optik sinir görüntüleri kolay ve hızlı elde edilebildiği için oftalmolojik takipte sıklıkla tercih edilir (69).

Optik Koherens Tomografi, retinada optik disk ve maküla gibi anatomik yerlerin görüntülenmesi ile bu yapıların hastalıklarının tanı ve izlemlerinde kullanılan değerli bir görüntüleme yöntemidir. Aynı zamanda hastanın önceki OCT değerleri ile karşılaştırılabildiğinde hastalığın ilerleyişi hakkında da bilgi sağlamaktadır. OCT ile elde edilen retinal alanda optik sinir lif ağının kalınlığı (Retinal Nerve Fiber Layer Thickness – RNFLT) ölçümünde optik diski merkezine alan 3.4 mm çaplı dairesel tarama alanı kullanılmaktadır. Bunun nedeni toplumda optik disk çapının 0.8 ile 2.8 mm arasında değişim göstermesi (nadiren 3 mm'nin üzerindedir) ve peripapiller atrofi ya da disk kenarındaki pigmentasyon değişikliklerinin ölçümü etkilemesini önlemektir (70). RNFLT ölçümüyle süperior, inferior, nazal ve temporal kadrantların ayrı ayrı kalınlıkları, bununla birlikte tüm

optik diskin kalınlığı kantitatif olarak saptanır ve grafiksel olarak numerik formatta sunulur. OCT'nin RNFLT değerleri, sağlıklı popölasyonun değerleriyle kıyaslanır ve hastanın yaşına göre normalden ne kadar sapma gösterdiği renklere göre grafikte sunulur. Beyaz ve yeşil bantlar normal, sarı sınır değer, kırmızı ise anormal değeri gösterir. Toplumun % 90 yeşil, % 5'i beyaz, % 4'ü sarı ve % 1'i kırmızı bantta yer alır. Optik diskin üst ve alt bölümlerine komşu peripapiller retinada sinir liflerinin yoğunluğu fazladır. Bu nedenle, normal gözlerde bu bölgelerdeki RNFLT daha kalın olarak saptanmakta ve “çift deve hörgücü” şeklinde özel bir görünüm elde edilmektedir (71).

Çalışmamızda CO zehirlenmesi olan 20 olgu Gazi Üniversitesi Hastanesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı tarafından OCT ile değerlendirilmiştir.



Şekil 11 : Çalışmamızdaki CO zehirlenmeli hastalara çekilmiş OCT örneklerinden biri

3.5.İstatistiksel Analizler

Sürekli verilere ilişkin tanımlayıcı istatistiklerde Ortalama Standart Sapma, Ortanca , Minimum, Maksimum değerleri, Kategorik verilerde ise sayı ve yüzde değerleri verildi. Sürekli verilerin normal dağılıma uygunluğunun incelenmesinde Shapiro-Wilk testinden yararlanıldı. Göz ölçümlerinin Hasta ve kontrol grupları arasındaki göz ölçümlerinin karşılaştırmalarında t test (Independent Samples t test) kullanıldı. Hiperbarik tedavisi alan hastalarla almayan hastaların göz ölçümlerinin karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. Sürekli veriler arasındaki ilişkiler Spearman's Korelasyon katsayısı ile incelendi. Hastaların geliş ve taburculuk öncesi CO -Hb karşılaştırılmasında Wilcoxon test kullanıldı. Nominal değişkenlerin grup karşılaştırmalarında (çapraz tablolarda) Ki-Kare test kullanıldı. Değerlendirmelerde IBM SPSS Statistics 20 programı kullanıldı ve istatistiksel anlamlılık sınırı olarak $p<0,05$ kabul edildi.

4.BULGULAR

4.1.Hasta Özellikleri

Yirmi CO zehirlenmesi ile takibe alınan hasta ve 20 sağlıklı çocuk olmak üzere toplam 40 çocuk çalışmaya alındı. Çocukların CO zehirlenmesinden etkilendiklerinde yaşları 5 ile 18 (yıl) arasında değişmekte olup yaş ortalaması $11,55 \pm 4,99$ (yıl) olup minimum hasta yaşı 4.5 yaş maksimum 21 yaş idi. Hastaların %50'si kız, %50'si erkek hasta idi. Hastaların VEP çekilene kadar geçen sürelerinin ortalaması 3.85 ± 1.01 yıl idi. Hastaların %80'ni ayaktan başvuru yaptıkları ve %30'unun hiperbarik tedavi aldığı saptandı (**Tablo 7**).

Tablo 7: Hasta Özellikleri

	Ort $\pm$ SS Ortanca (Min-Max)	
VEP çekilene kadar geçen süre (yıl)	3.85 ± 1.01 4.25 (0.5-5.0)	
Yaş (yıl)	11.55 ± 4.99 11.24 (4.5-21)	
	n	%
Cinsiyet		
Kız çocuk	10	50
Erkek çocuk	10	50
Hiperbarik Tedavisi		
Yok	14	70
Almış	6	30
Acile başvuru şekli		
Ayaktan	16	80
112 ile	4	20

4.2.Etkilenim Yolu/Maruziyet Şekli

Çalışmaya dahil edilen hastaların etkilenim yolu /maruziyet şekilleri **Tablo 8** de özetlenmiştir. Hastalarda en fazla zehirlenmeye neden olan etyolojinin Doğalgaz kaçağı olduğu görüldü.

Tablo 8: Etkilenim Yolu/Maruziyet Şekli

Etyolojik neden	n	%
Doğalgaz kaçağı	7	35.0
Duşta şöben kaçağı	1	5.0
Evde yangında dumana maruziyet	3	15.0
Kombi borusundan gaz sızıntısı	2	10.0
Mutfakta şöben kaçağı maruziyeti	1	5.0
Soba dumanı maruziyeti	3	15.0
Nedeni bilinmiyor	3	15.0

4.3.Başvuru Anındaki Semptomların Dağılımı

Karbonmonoksit zehirlenmesinde etkilenen sisteme göre acil servise başvuru anındaki yakınmaların gösterdiği farklılıklar **Tablo 1**'de gösterilmiştir. Çalışmamızdaki hastaların acil servise başvuruları sırasındaki semptomları **Tablo 9** ile özetlenmiştir. Belirti ve bulgular gruplanırken; EKG değişiklikleri (T dalgası ve ST segmenti), kardiyomegali, anjina pectoris, miyokard enfarktüsü, taşikardi, bradikardi, A-V blok, atriyal fibrilasyon, prematüre ventriküler kontraksiyon, ventriküler fibrilasyon, şok *Kardiyovasküler Sistem*, pnömoni, pulmoner ödem, akut respiratuar distres sendromu *Solunum Sistemi*, koma, konvülziyon, ajitasyon, serebral ödem, davranış bozuklukları, kognitif bozukluk, fekal ve idrar inkontinansı, ataksi, kaslar rijidite, parkinsonizm, periferik nöropati, psikoz, hafıza bozuklukları, kişilik değişiklikleri *Nöropsikiyatrik Sistem*, koşun ve vestibüler sistem bozuklukları, sensörinöral tipte işitme kaybı *Otolojik Sistem*, retinal hemoraji, papilloedem, retinopati, optik atrofi, ambliyopi, skotom, hemianopsi, kalıcı görme kaybı *Oftalmolojik Sistem*, hazımsızlık, bulantı-kusma, gastrointestinal kanamalar, gastrik ülser, hepatomegali *Gastrointestinal Sistem*, glikozüri, proteinüri, hematüri, miyoglobüri, akut böbrek yetmezliği, abortus, ölüdoğum, menstrüel bozukluklar, fertilite fonksiyonlarında azalma *Genitoüriner Sistem*, lökositöz, eritrositoz, anemi, pernisiyöz anemi, trombotik trombositopenik purpura *Hematolojik Sistem*, hiperglisemi, azalmış t3 seviyesi, akut hipertiroidizm *Endokrinolojik Sistem*, kas nekrozu, volkman'ın iskemik kontraktürü, osteomyelit *Deri ve İskelet Sistemi*, acile başvurusu sırasında hiçbir semptomu olmayan hastalar ise non-semptomatik olarak gruplanmıştır. Çalışmamızda aynı hastanın birden fazla sisteme bağılı yakınması varsa ayrıca kaydedilmiştir.

Hastalarımızda Nörolojik semptom oranı %70, Gastroenterolojik semptom oranı %45, Kardiyolojik semptom oranı %45, Oftalmolojik ve otolojik semptom oranı %15 idi.

Tablo 9: Sistemlere Göre Semptomların Dağılımı

	n	%
Nörolojik semptom		
Yok	6	30
Var	14	70
Nörolojik semptomlar (n=14)		
Ajitasyon	3	21.4
Baş ağrısı	5	35.7
Baş dönmesi	4	28.6
Baş ağrısı+ Baş dönmesi	1	7.1
Görme kaybı	1	7.1
Gastroenterolojik semptom		
Yok	11	55
Var	9	45
Gastroenterolojik semptomlar (n=9)		
Bulantı+karın ağrısı	4	44.4
Bulantı+kusma	1	11.2
Kusma	4	44.4
Kardiyolojik semptom		
Yok	11	55
Var	9	45
Kardiyolojik semptomlar (n=9)		
Çarpıntı+presenkop	1	11.2
Halsizlik	4	44.4
Senkop	4	44.4
Oftalmolojik ve otolojik semptom		
Yok	17	85
Var	3	15
Oftalmolojik ve otolojik semptomlar		
Görme kaybı	1	33.3
Kulaklarda çınlama	1	33.3
Kulaklarda dolgunluk	1	33.3

4.4.CO Zehirlenmesi Tedavisinde Hiperbarik Oksijen Tedavisi (HBOT) İhtiyacı ile Nörolojik Semptom Varlığının Karşılaştırılması

Çalışmamızdaki hasta grubunda CO zehirlenmesine sonrasında senkop (bilinç kaybı), koma, nöbet, değişmiş zihinsel durum (GKS <15), CO-Hb >% 25, anormal serebellar fonksiyon, uzun süreli CO maruziyet varlığı (≥ 24 saat), şiddetli metabolik asidoz (pH <7,1) veya uç organ hasar bulgusu varlığı (EKG değişiklikleri, göğüs ağrısı veya değişken zihinsel durum) ile HBOT endikasyonu konan 6 hasta (%30) bulunmaktadır. HBOT alan hastaların hepsinin CO-Hb yüzdesi > %25 üzerinde görülmüştür. HBOT alan hastaların tamamında nörolojik sistemin etkilendiği görülmüştür. HBOT alan hastaların yalnızca birinde bilateral görme kaybı saptanırken, diğerlerinde baş ağrısı, baş dönmesi, ajitasyon ve presenkop-senkop not edilmiştir. HBOT alma durumuna göre nörolojik semptom varlığı **Tablo 10** ile özetlenmiştir. Ayrıca HBOT alan hastaların tamamının acile geliş şeklinin ayaktan olduğu görülmüştür.

Tablo 10: HBOT alma Durumu ile Nörolojik Semptom Varlığı

HBOT Alma Durumu	Hasta sayısı	Nörolojik semptom varlığı
HBOT alanlar (% 30)	6 (% 30)	var
HBOT almayanlar (%70)	9 (% 45)	var
	5 (% 25)	yok

4.5.Başvuru Anındaki Massimo Cihazı ile Bakılan CO Düzeyi (SpCO) ve Başvuru Anında Alınan İlk Kan Gazındaki Karboksihemoglobin (CO-Hb) Yüzdesi ile

Taburculuk Öncesi Alınan Son Kan Gazındaki Karboksihemoglobin (CO Hb) Yüzdeleri

Karbonmonoksit zehirlenmesi ön tanısı ile acile başvuran hastaların ilk gelişte bakılan nabız oksimetre-massimo cihazının ölçümleri kaydedilmiştir. CO gazından etkilenen 20 hastanın nabız oksimetre (SpCO %) değerleri ortalaması 15.25 ± 11.23 , hastaların ilk gelişte kan gazından bakılan CO-Hb yüzdelерinin ortalaması 17.62 ± 13.53 iken taburculuk öncesi alınan son kan gazındaki CO-Hb yüzdeleri 0.97 ± 0.60 olarak hesaplanmıştır. Hastaların geliş ve taburculuk öncesi CO - Hb değerleri beklendiği üzere anlamlı olarak düşük idi ($p < 0.001$). SpCO ile CO-Hb yüzdelерinin karşılaştırılması **Tablo 11** ile özetlenmiştir.

Tablo 11: Başvuru Anı ve Taburculuktaki CO-Hb İle SpCO Yüzdelерinin Karşılaştırılması

	Ort $\pm$ SS Ortanca (Min-Max)	Test istatistiği	p
Geliş CO - Hb %	17.62 ± 13.53 13.95 (0.1-49.1)	Z=-3.72	<0.001
Taburculuk öncesi CO - Hb %	0.97 ± 0.60 1 (0.1-2.0)		
Başvuruda Massimo SpCO %	15.25 ± 11.23 14 (0-36)		

Z:Wilcoxon test

4.6.Laboratuvar Bulguları

Karbonmonoksit zehirlenmesi ön tanısı ile acile başvuran hastaların her birine Tam Kan Sayımı (Hemoglobin: Hb, Hematokrit: Htc, Trombosit sayısı: PLT, Beyaz Küre Sayısı: WBC, Nötrofil Sayısı: ANS), Böbrek ve Karaciğer fonksiyonları için Serum Kreatinin Düzeyi(Kre), Kan Üre Azotu(BUN),Alanin Transaminaz Düzeyi (ALT), Aspartat Transaminaz Düzeyi (AST), Serum Sodyum Düzeyi(Na), Serum Potasyum Düzeyi(K) ve kan gazı rutin olarak bakılmıştır. Kardiyak semptomu olan hastalardan Elektrokardiyografi (EKG) yanında kardiyak belirteçlerden Kreatin Kinaz (CK-Total), Kreatin Kinaz Miyokardiyal kaynaklı (CK-MB) ve Troponin I (Tn-I) alınmıştır. Hastalardan yalnızca bir tanesinde kardiyak marker anlamlı yüksek bulunması nedeniyle Ekokardiyografi (EKO) ile ileri değerlendirme yapılmıştır. Hastalarda Tam kan sayımındaki hemoglobin değeri yaşa göre normalin altındaysa anemi, yaşa göre normalin üzerindeyse polisitemi; platelet değeri 150.000/mm³ altındaysa trombositopeni, 400.000/mm³ ise trombositoz; beyaz küre sayısı 4000/mm³ altındaysa lökopeni, 10.000/ mm³ üzerinde ise lökositoz; serum sodyum düzeyi 135 mmol/L altındaysa hiponatremi, 150 mmol/L üzeri ise hipernatremi; serum potasyum düzeyi 3,5 mmol/L altındaysa hipopotasemi, 5,5 mmol/L üzeri ise hiperpotasemi; serum kalsiyum düzeyi 8,5 mg/dl altındaysa hipokalsemi, 10,5 mg/dl üzeri ise hiperkalsemi olarak değerlendirilmiştir. Böbrek ve karaciğer fonksiyon testlerindeki kreatinin için 0,26-0,77 mg/dl, BUN için 5-18 mg/dl ALT ve AST için 0-35 U/L, kardiyak belirteçler için CK-Total için 0-145 U/L, CK-MB 0-24 U/L, Troponin-I için 0-40 ng/L normal aralık olarak belirlenmiştir. Hastalarda bakılan laboratuvar değerlerinin ortalamaları Tam kan sayımında Hematokrit(Htc): % 38,875, Hb: 12,655 gr/dL, Plt:353.050 e3/UL ,WBC:10.657 e3/UL , ANS:5.638 e3/UL olarak görülmüştür. Böbrek fonksiyon testlerinin ortalamaları Na:137,15 mmol/L, K:4,05 mmol/L, Ca:9,61 mg/dL, Kre:0,395 mg/dL, BUN:15,5 mg/dL olarak, karaciğer fonksiyon testlerinde ALT:22,55 U/L, AST:29,66 U/L olarak görülmüştür. Kan

gazındaki ortalama pH değeri:7,422; Laktat düzeyi:1,8 mmol/L olarak görülmüştür. Rutin kanların dışında kardiyak etkilenim düşündüren semptomlarına yönelik kardiyak belirteç düzeyi bakılan 13 hastanın ortalama laboratuvar değerleri ise CK-Total :128,53 U/L, CK-MB:6,27 U/L ve Tn-I :33,33 ng/L olarak görülmüştür. Kardiyak belirteç düzeyi anlamlı yüksek bulunan ve bu nedenle ileri görüntüleme ile EKO yapılan yalnızca bir hastada minimal mitral yetmezlik (MY) ve Patent Foramen Ovale (PFO) saptanmıştır. Laboratuvar değerleri **Tablo 12** ile özetlenmiştir.

Tablo 12: Laboratuvar bulguları*

	Ortalama±Standart sapma	Ortanca (Minimum-Maksimum)
Hematokrit (%)	38,87±2,49	38,85 (33,0-42,3)
Hemoglobin (gr/dl)	12,65±1,09	12,65 (10,5-14,0)
Trombosit (e3/UL)	353.000±98.699	336.000 (229.000-599.000)
Nötrofil (e3/UL)	5638±2284	5225 (1360-13350)
WBC (e3/UL)	10.657±3503	10.330 (4280-17.780)
Serum Sodyum (Na)(Mmol/L)	137,15±2,06	137 (132-143)
Serum Potasyum (K)(Mmol/L)	4,02±0,43	3,97 (3,51-5,20)
Serum Kalsiyum (Ca)(Mg/Dl)	9,6±0,5	9,63 (8,73-10,73)
ALT (U/L)	22,55±9,3	22 (10-42)
AST (U/L)	31,25±10,5	31 (16-64)
Kan Gazı pH	7,42±0,03	7,42 (7,36-7,54)
Kan Gazı Laktat (Mmol/L)	1,8±0,8	1,6 (0,6-3,2)
CK Total (U/L)	128,5±86,7	108 (34-347)
CK-MB (U/L)	6,2±5,7	5,3 (1,1-20,0)
Troponin-I (ng/L)	33,3±17,7	10,0 (0,21-53,65)
Serum Kreatinin (mg/Dl)	0,39±0,15	0,41 (0,15-0,70)
Serum BUN (mg/Dl)	15,5±5,5	14,5 (9-29)

*Hastalardan yalnızca bir tanesine EKO görüntüleme yapılmış ve MY (minimal)+ PFO saptanmıştır.

4.7.CO Zehirlenmeli Olgulara Yapılan VEP Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Karbonmonoksit zehirlenmeli çalışmaya dahil edilen 20 olgunun tamamına Pattern VEP ve Flash VEP olmak üzere çekim yapılmıştır. Normal VEP ölçüm değerleri için sağlıklı çocuklara çalışma ile eş zamanlı yapılan VEP aralıkları esas alınmıştır. Çalışmaya katılan CO zehirlenmesi ile etkilenen gruba dahil edilen yalnızca iki hastanın Flash VEP çekim sonucu hasta uyumsuzluğundan kaynaklanan teknik yetersizlik nedeni ile değerlendirilme dışında bırakılmıştır. **Tablo 13**'de gösterildiği gibi VEP ölçüm değerleri arasındaki istatistiksel anlamlı ortalama farklılıklarının tespiti amacıyla gerçekleştirilen bağımsız değişkenlerde t testinin sonuçları yer almaktadır. Hasta ve kontrol gruplarındaki çocukların Flash VEP-Sağ Göz P2 Latansı değerleri arasında fark saptandı ($p<0.05$). Hasta grubundaki çocukların Flash VEP-Sağ Göz P2 Latansı değerleri daha yüksek bulundu. Hastaların HBOT alma durumuna göre VEP ölçüm değerlerinin karşılaştırıldığı ve 6 hasta ile sayıca az olması üzerine Mann Whitney U Testi sonuçları **Tablo 14**'de gösterilmiş olup hasta grubundaki çocuklarda Hiperbarik tedavi alanlarla almayanların Pattern ve Flash VEP Amplitüd ve Latans ölçümleri arasında fark bulunmadı ($p>0.05$).

Tablo 13 : CO Etkilenen ile Sağlıklı Kontrol Grubun Pattern ve Flash VEP Ölçümlerinin Karşılaştırılması

	Hasta	Kontrol	Test istatistiği	p
	Ort±SS Ortanca (Min-Maks)	Ort±SS Ortanca (Min-Maks)		
Pattern VEP-Sağ Göz	25.12±9.75	25.87±8.28	t=-2.262	0.795
P100 Amplitüd (µV)	25 (9-45)	25 (15-45)		
Pattern VEP-Sol Göz	22.00±9.68	27.25±10.78	t=-1.619	0.114
P100 Amplitüd (µV)	20 (10-45)	25 (15-55)		
Pattern VEP-Sağ Göz	109.45±5.33	108.82±4.25	t=0.426	0.672
P100 Latansı (msn)	108 (103-126.8)	108 (102.5-117.2)		
Pattern VEP-Sol Göz	110.02±4.24	109.05±3.99	t=0.748	0.459
P100 Latansı (msn)	110 (102.8-118.8)	109.1 (102.3-117.8)		
Flash VEP-Sağ Göz P2	28.75±13.15	25.12±10.27	t=0.952	0.348
Amplitüd (µV)	27.5 (10-60)	22.5 (10-55)		
Flash VEP-Sol Göz P2	27.91±12.98	27.62±9.54	t=0.079	0.937
Amplitüd (µV)	26.2 (10-60)	26.2 (10-50)		
Flash VEP-Sağ Göz P2	116.60±8.00	110.88±5.71	t=2.554	0.015
Latansı (msn)	116.5 (97.5-135)	109.3 (101.5-120)		
Flash VEP-Sol Göz P2	117.01±8.70	112.42±5.30	t=1.987	0.055
Latansı (msn)	115.9 (98.8-136.8)	112.3 (103.9-119.6)		

t= Bağımsız gruplarda t test

Tablo 14: VEP Ölçümlerinin NBOT ve HBOT Alma Durumuna Göre Karşılaştırılması

	NBOT alanlar	HBOT alanlar	Test istatistiği	p
	Ort±SS Ortanca (Min-Maks)	Ort±SS Ortanca (Min-Maks)		
Pattern VEP-Sağ Göz P100 Amplitüd(μV)	26.03±9.35 27.5 (10-45)	23.00±11.22 21.2 (9-40)	U=35.0	0.602
Pattern VEP-Sol Göz P100 Amplitüd(μV)	22.14±8.70 20 (12.5-40)	21.66±12.61 18.7 (10-45)	U=37.0	0.718
Ortalama Pattern VEP- P100 Amplitüd	24.08±8.41 24.2 (12.5-42.5)	22.33±11.75 20 (9.5-42.5)	U=34.5	0.547
Pattern VEP-Sağ Göz P100 Latansı (ms)	110.54±6.05 110.9 (103-126.8)	106.93±1.45 107 (105.3-108.8)	U=24.5	0.153
Pattern VEP-Sol Göz P100 Latansı (ms)	110.90±4.60 110.2 (102.8-118.8)	107.96±2.44 108.6 (105-110.5)	U=24.0	0.153
Ortalama Pattern VEP- P100 Latansı	110.72±5.13 110.7 (102.9-122.8)	107.47±1.82 107.7 (105.1-109.6)	U=24.5	0.153
Flash VEP-Sağ Göz P2 Amplitüd(μV)	28.92±14.33 25 (10-60)	28.12±9.43 30 (15-37.5)	U=26.0	0.878
Flash VEP-Sol Göz P2 Amplitüd(μV)	27.85±10.07 26.2 (10-60)	28.12±14.63 27.5 (12.5-45)	U=27.0	0.959
Ortalama Flash VEP- P2 Amplitüd	28.39±13.17 25.6 (10-60)	28.12±11.65 28.7 (13.7-41.2)	U=25.5	0.798
Flash VEP-Sağ Göz P2 Latansı (ms)	116.88±9.08 117.4 (97.5-135)	115.60±1.93 115.3 (113.8-118.0)	U=22.0	0.574
Flash VEP-Sol Göz P2 Latansı (ms)	117.19±9.54 115.9 (98.8-136.8)	116.40±5.83 114.6 (111.8-124.5)	U=27.0	0.959
Ortalama Flash VEP- P2 Latansı	117.03±8.91 117.4 (98.1-135.9)	116.0±2.33 115.2 (114.0-119.4)	U=24.0	0.721

U:Mann Whitney U test

4.8. CO Zehirlenmeli Olgulara Yapılan OCT Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Optik Koherens Tomografi (OCT) ölçümlerinde normal değer aralıkları Gazi Üniversitesi Hastanesi Göz Hastalıkları Bilim Dalı tarafından belirlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen CO zehirlenmesi olan 20 hastaya OCT görüntülemesi VEP çekimiyle aynı gün yapılmıştır. CO zehirlenmesi ile çalışmaya dahil edilen 20 hastanın hiçbirinde OCT görüntülerinde patolojik değer saptanmamıştır. Ancak OCT ile görüntüleme alanı retinada optik sinir çapı ile sınırlıdır. Yani optik disk haricindeki retina, görüntüleme alanına dahil değildir. OCT çekimi sırasında ışık demeti makula ve optik disk üzerinden yansımaları kaydederken tüm retinanın değerlendirilmesinden çok makuler görme alanı değerlendirilmektedir. Çalışmamızdaki hastaların da OCT ölçümlerinin referans aralığında yani normal olmasına rağmen Flash VEP latanslarındaki uzamanın varlığı bunu destekler niteliktedir. Pattern VEP ile santral görme değerlendirilmiş ve hastaların sağlıklı grupla kıyaslandığında istatistiksel açıdan anlamlı olmazken, tüm retinanın aynı anda uyarılması ile çekilen Flash VEP ölçümlerinin anlamlı olması OCT ölçümlerindeki sonuçlarını desteklemektedir.

5.TARTIŞMA

Karbonmonoksit zehirlenmesi olan çocuklarda VEP ve OCT aracılığı ile optik sinir fonksiyonunun ve retinal hasarın araştırıldığı çalışmamızda, Ekim 2017-Ocak 2022 arasında Gazi Üniversitesi Çocuk Acil Polikliniği'ne ayaktan veya 112 aracılığıyla başvuran ve CO Zehirlenmesi tanısıyla izleme alınmış hastaların demografik bilgileri, laboratuvar değerleri, Pattern ve Flash olmak üzere VEP ölçümleri, OCT görüntülemeleri değerlendirilmiştir.

Çalışmamızdaki CO zehirlenmesi tanılı hastaların başvuru anında yaş aralığı 5 yaş ile 18 yaş arasında değişmektedir ve ortalama yaş $11,55 \pm 5$ yıl olarak saptanmıştır. Olguların cinsiyet dağılımında kız erkek oranının eşit olduğu görülmüştür. Çalışmamızdaki CO zehirlenmesi vakalarının %30' una HBOT uygulanmıştır

Literatürde çocuk yaş grubundaki hastalara yönelik VEP ölçümü kullanılan herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ancak CO zehirlenmesi ile ilgili yapılan diğer çalışmalara bakıldığında; 2008-2013 yılları arasında toplamda 47 hastanın çalışmaya alındığı bir derlemede hastaların yaş ortalamasının 8,9 yıl olduğu bildirilmiştir (72). 2015-2017 yılları arasında 1687 hastanın verilerinin incelendiği İtalya'da yapılmış bir çalışmada ise yaş ortalaması belirtilmemekle birlikte %11,97'sinin 12 yaş altında olduğu kaydedilmiş, cinsiyet dağılımına bakıldığında çalışmadaki erkek vaka oranı %50,69 olarak bildirilmiştir (73). Ülkemizde Mart 2015-Nisan 2016 yılları arasında çocuk acil polikliniğine başvuran 47 hastalık vaka grubu ve 29 kişilik kontrol grubu ile yapılmış prospektif bir çalışmada, yaş ortalaması 106.9 ± 56.6 ay (13–214 ay) iken cinsiyet dağılımına bakıldığında 48.9% hastanın erkek olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada CO zehirlenmesi nedeniyle 16 hastanın (%34) HBO tedavisi aldığı da kaydedilmiştir (74).

Ülkemizde haber ajanslarının son 10 yıldaki kayıtlarına bakıldığında CO zehirlenmesi genellikle şofben, soba, kombi gibi ısınma sistemlerindeki arızalardan kaynaklanırken, intihar nedenli zehirlenme vakaları nadiren görülmektedir (75). Kış mevsiminde ısınma araçlarının

kullanımı, ev içinde CO'ya maruz kalma ihtimalinde artışa neden olmaktadır. Vaka sayılarındaki artışın daha çok kış aylarında görülmesinin buna bağlı olduğu düşünülmektedir. Isınma sistemlerinde bakımının yetersiz olması zehirlenme olasılığını arttıran bir başka nedendir. Ülkemizde yapılmış çalışmalardan birinde Sağlık Bakanlığı'nın 2010 yılındaki verileri incelenmiş, toplamda 10154 adet CO zehirlenmesinden oluşan vaka kayıtlarında hastaların acil servise en çok % 25,2 ile Şubat ayında başvurduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada en sık nedenin ise % 46,5 ile soba zehirlenmesinin olduğu kaydedilmiştir (9). Ülkemizde, 10 yıl boyunca toplam 305 hastanın incelendiği bir başka çalışmada ise hastaların % 64,6'sının kış mevsiminde hastaneye başvurduğu saptanmıştır (76). Çalışmamıza dahil edilen hastaların en çok sonbahar-kış mevsimlerinde özellikle Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında başvurduğu görülmüştür.

Literatüre CO zehirlenmesi nedenleri açısından bakıldığında, Wisconsin Zehir Merkezi'ne 2006-2016 yıllarında başvuran 3703 vakanın %20,18'inin fırın-su ısıtıcısı kaynaklı, %8,65'inin yangın dumanından etkilenme, %7,69'unun doğalgaz veya kömür kaynaklı zehirlendiği kaydedilmiştir (78). Otopsi raporlarının incelendiği bir başka çalışmada Ankara'da 2002-2006 yılları arasında CO zehirlenmesine bağlı ölümlerden % 61,1'inin soba zehirlenmesi, % 24'ünün şofben zehirlenmesi; daha nadir olarak yangın dumanından etkilenme ve doğalgaz kaynaklı arıza sonrası gerçekleştiği rapor edilmiştir (77).

Çalışmamızdaki vakaların zehirlenme nedenlerini incelediğimizde 20 hastanın % 45'i doğalgaz zehirlenmesi, % 15'i soba zehirlenmesi, %15'i yangın dumanına maruziyet, %10'u şofben kaynaklı arızaya bağlıyken %15'inin kaynağı bilinmeyen zehirlenme olduğu görülmüştür. Çalışmamızda doğalgaz kaynaklı zehirlenmelerin ilk sırada olmasının nedeni, Çocuk Acil Servisinin daha çok ısınma aracı olarak doğalgaz temelli sistemlerin kullanıldığı konutların bulunduğu bir bölgede bulunması ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

Literatürdeki makalelerde, CO zehirlenmesinde başvuru şikayetleri incelendiğinde baş ağrısı, baş dönmesi ve mide bulantısı önde gelmektedir. Karbonmonoksit zehirlenmesi ayırıcı tanıda akla gelmez ve sorgulanmaz ise özellikle bebeklerde sıklıkla gıda zehirlenmesi, gastroenterit ve infantil kolik gibi yanlış tanıları alabilmektedir (41). Ülkemizde çocuk hastalarda CO zehirlenmesi konusunda yapılmış bir çalışmada, % 27,7 ile bulantı-kusma en sık semptom olarak bulunmuştur (79). Literatürdeki 47 çocuk olgunun incelendiği bir başka çalışmada başvuru anında hastaların % 31,9'unda baş ağrısı, % 23,4'ünde bulantı-kusma, % 17'sinde bilinç kaybı, % 17'sinde baş dönmesi, % 2,1'inde nöbet bildirilmiştir (80).

Çalışmamızdaki hastalarda başvuru esnasında en sık yakınmanın % 70 oranda nöro-psikiyatrik sistem ile ilgili olduğu görülmüştür. Hastaların hiçbirinde bilinç kaybı görülmezken, 10 hastada baş ağrısı-baş dönmesi, 3 hastada ajitasyon ve 1 hastada bilateral görme kaybı saptanmıştır. Hastaların %45'inde gastrointestinal sistem etkilenmesine bağlı bulantı-kusma veya karın ağrısı görülmüştür. Hastaların %45'inde çarpıntı, halsizlik, presenkop ve senkop ile kardiyovasküler sistem etkilenirken, %15'ünde kulaklarda çınlama-dolgunluk hissi ile otolojik-oftalmolojik sistem etkilenme belirtileri gözlenmiştir. Hastaların %20'si ise başvuru anında semptom vermemiştir. Çalışmamızdaki hastalarda literatüre benzer şekilde en sık nöro-psikiyatrik sistemin etkilendiği gösterilse de hiçbirinde bilinç kaybı görülmemiştir. Ancak literatürde bilinç kaybı CO zehirlenmesi ile başvurulardaki semptomların en başında gelmektedir. Çocuk hastalarda özellikle bilinç kaybı ile olan başvurularda öykünün daha çok aileden veya yakınlarından alındığı düşünüldüğünde fizik muayeneyi takiben ayırıcı tanıda CO zehirlenmesinin mutlaka akla gelmesi gereklidir. Karbonmonoksit zehirlenmesine özgü bir klinik belirti ve bulgu yokluğunda bile zehirlenmeden şüphelenildiğinde kan gazında CO-Hb düzeyine bakılması bu nedenle yaşamsal önem taşımaktadır.

Karboksihemoglobin yarılanma zamanı, oda havası (% 21 oksijen) solunduğunda ortalama 5 saatken, normal atmosfer basıncında % 100 oksijen solunduğunda yaklaşık 1 saate düşmektedir (41). Çalışmamızda olguların çocuk acil servisine ilk başvuru anında alınan kan gazındaki CO-Hb değeri ile NBOT veya HBOT sonrası taburculuktan önce bakılan değerler karşılaştırıldığında CO-Hb düzeyinde tedavi sonrasında anlamlı bir düşüş olduğu görülmüştür. Çalışmamızdaki hastaların %80'i çocuk acil kliniğine yakınları tarafından ayaktan başvuruyla getirilmiştir. Zehirlenme sonrası ambulansla hastaneye getirilen 4 olgudan (%20) kan alınincaya kadar NBOT uygulanması nedeniyle CO-Hb değerlerinin maruziyet anındaki beklenen CO-Hb'den daha düşük olabileceği de unutulmamalıdır. Çalışmamızdaki vakaların ilk başvuru anında alınan kan gazındaki CO-Hb ortalaması %19,17 olarak kaydedilmiştir. Çalışmaya dahil edilen vakaların %30 'u HBOT almış olup, HBOT alanların ilk başvurudaki kan gazında CO-Hb ortalaması %31,4 olarak görülmüştür. HBOT alanların %83,3'ünde baş ağrısı, baş dönmesi veya ajitasyon ile nörolojik semptomlar eşlik ederken, 1 vakada nörolojik semptom olarak bilateral görme kaybına ek bulantı-kusma ile gastrointestinal semptomların varlığı kaydedilmiştir.

Ülkemizde yapılmış olan bir çalışmada karbonmonoksitten zehirlenen çocuk hastalardaki CO-Hb düzeyi ortalaması %24,8 bulunmuş ve CO-Hb düzeyindeki yükseklik ile nörolojik semptomların ortaya çıkışı arasında ilişki olduğu gösterilmiştir (79). Yine ülkemizden yapılan 1996-2006 yılları arasında erişkin vakaların da dahil edildiği bir başka çalışmada CO-Hb düzeyi ortalaması %21,6 olarak bulunmuş ve zehirlenme şiddetiyle CO-Hb düzeyi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (76).

Literatüre bakıldığında şiddetli zehirlenmelerde metabolik asidoz ve laktik asidoz gelişebileceği gösterilmiştir (41). Ülkemizde 2016 yılında yapılmış bir çalışmada, çocuk yaş grubundaki 288 vakada CO zehirlenmeleri ile laktat düzeyi arasındaki ilişki değerlendirilmiş ve hastaların kan gazında pH ortalaması 7,34; laktat düzeyi ortalaması 3,8 mmol/L bulunmuştur. Aynı çalışmada CO-Hb ve laktat düzeylerindeki artışla başvuru anındaki semptomlardan senkop, bilinç kaybı ve konvülsiyon varlığı arasında istatistiksel olarak da anlamlı ilişki olduğu gösterilmiştir (81). Yüksek laktat düzeyi ile acile başvuru esnasındaki bilinç değişikliği arasında ilişki olabileceğini gösteren literatürde farklı çalışmalar da mevcuttur (74,82,83).

Çalışmamızda ilk başvuru anında hiçbir hastanın kan gazında pH değerinde düşüklük saptanmamıştır. Çalışmamızdaki hastaların laktat düzeyinde hafif bir yükselme olduğu görülmüş olmasına rağmen hiçbir hastada asidoz gözlenmemiştir. Çalışmamızdaki vakaların kan gazındaki ortalama pH değeri 7,42 iken laktat düzeyi ortalaması 1,80 mmol/L görülmüştür. HBOT alan tüm hastalarda laktat düzeyinde artış gösterilmiş olup ortalaması 2,3 mmol/L iken NBOT alanlarda laktat düzeyi ortalaması 1,59 mmol/L ile normal aralıkta bulunmuştur. Çalışmamıza dahil edilen hastaların hiçbirinde ilk başvuru esnasında ve sonraki takiplerinde yoğun bakım ihtiyacı, hipotansiyon, GKS düşüklüğü ve endotrakeal entübasyon ihtiyacı olmaması nedeniyle metabolik ve laktik asidoz gelişmediği düşünülebilir.

Literatüre bakıldığında CO zehirlenmesinin lökositoz, eritrositoz, anemi, trombositopeni, akut böbrek yetmezliği, hiperglisemi ve transaminaz düzeylerinde yükselmeye yol açabildiği bildirilmiştir. CO zehirlenmesine bağlı ciddi kas nekrozunun akut böbrek yetmezliğine yol açabileceğini bildiren yayınlar da bulunmaktadır (38). Hemogloblin ve hematokrit seviyesindeki yükselmenin hipoksiden çok dehidratasyon ve sekonder hemokonsantrasyon nedeniyle olabileceği gösterilmiştir (19,36,39,41). Ülkemizde yapılan bir başka çalışmada ise CO zehirlenmesi geçiren 74 çocuk hastanın % 9,5'inde hiperglisemi

saptanmıştır (8). Ülkemizde yapılan CO zehirlenmeli 47 çocuk hastanın dahil edildiği bir başka çalışmada ise oksidatif stres (idrardaki 8-hidroksi deoksiguanozin, plazma protein karbonil ve plazma malondialdehit seviyeleri) ve anti-oksidan parametreleri (plazma total glutatyon seviyeleri ve süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz enzim aktiviteleri) kontrol grubuyla karşılaştırılmış ve laboratuvar değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir (74). Çalışmamızda hastaların çocuk acil kliniğine başvurusunda alınan tam kan sayımı ve biyokimya parametreleri incelendiğinde tam kan sayımında 11 hastada lökositoz varlığı, bunların içinde en yüksek değerin 17.780 e3/UL ölçüldüğü, 6 hastada trombositoz olduğu bunların içinde en yüksek değerin 599.000 e3/UL ölçüldüğü görülmüştür. Elektrolit düzeylerine bakıldığında yalnızca bir hastada 10,73 mg/dL ile hiperkalsemi saptanmıştır. Böbrek fonksiyon testlerinden BUN düzeyi normal aralıktan yüksek saptanan 5 hasta olduğu ve bunların içinde en yüksek değerin 28 mg/dL ölçüldüğü görülmüştür. Karaciğer fonksiyon testlerinden ALT değeri yüksek çıkan 2 hasta olup; en yüksek 42 U/L, AST değeri yüksek çıkan 6 hasta olup; en yüksek 64 U/L ölçülmüştür. Kardiyak belirteçler arasında bakılan CK-Total düzeyi yüksek saptanan 4 hasta olup bunların HBOT alan hastalar olduğu saptanmıştır. Kardiyak belirteçlerden Tn-I için yüksek değer saptanan 2 hasta olup en yüksek 53,65 ng/L ölçülmüştür. Diğer laboratuvar sonuçları yaşları ile uyumlu ve normal aralıkta olarak değerlendirilmiştir.

Literatürdeki CO zehirlenmesine bağlı kardiyak etkilenime bakıldığında CO zehirlenmesinde görülmesi beklenen EKG değişiklikleri arasında; repolarizasyon bozuklukları, T dalgasında düzleşme ve inversiyonu (≥ 2 mm), iskemik değişikliklerin varlığı (ST segment yükselmesi ≥ 1 mm, çökmesi ≥ 0.5 mm gibi), uzamış QT intervalinin varlığı, P dalgasında yükselme, QRS genişlemesi ve birbirini takip eden iki derivasyonda yeni başlangıçlı dal bloğu sayılabilir. Ayrıca supraventriküler (sinüs taşikardisi, atriyal fibrilasyon, atriyal prematüre kompleksler, dolaşan kalp pili ritmi) veya ventriküler (prematüre ventriküler

kompleksler) aritmiler de tanımlanabilir (85). Kore’de Ocak 2006 ile Şubat 2012 tarihleri arasında acil servise başvuran 250 erişkin hastanın değerlendirildiği retrospektif bir çalışmada, 43 hastanın Troponin-I seviyesinde yükseklik saptanmıştır. Aynı çalışmadaki hastaların 31’inde yükselmenin ilk başvuru anında saptandığı, geri kalanının ise izlemde yükseldiği gösterilmiştir. Aynı çalışmada bakılan diğer kardiyak belirteçlerden CK, CK-MB, Troponin-I ve BNP seviyelerinin miyokardiyal hasarlanma olan grupta, etkilenmeyen gruba göre daha yüksek saptandığı gösterilmiştir. Çalışmada ayrıca erkek cinsiyet, GKS<14 ve CO maruziyet süresinin 2 saatten fazla olması kardiyak etkilenmede risk faktörü olarak bulunmuştur (84). 2005-2014 yılları arasında Kardiyak –MR görüntülemeleri ile CO zehirlenmesinin miyokard üzerindeki etkilerin sunulduğu 11-70 yaşında (ortalama yaş: 34) toplamda 88 CO zehirlenme vakasının yer aldığı bir çalışmada; 14 hastada sol ventrikül sistolik disfonksiyonu, 9 hastada sağ ventrikül sistolik disfonksiyonu ve 6 hastada sol ventrikül dilatasyonu olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada ventrikül yapısında ve işlevinde hafif değişikliklerin oldukça sık görüldüğü miyokard skarlaşmasının oldukça nadir olarak gösterildiği ancak akut hipoksik hasarın bu anormallikleri tam olarak açıklayamayacağı savunulmuştur (85). Çalışmamızdaki hastalardaki kardiyovasküler etkilenimi araştırmak için tüm vakalara EKG çekilmiş ve CK-Total, CK-MB ve Troponin-I düzeyi bakılmıştır. Yalnızca bir hastaya EKG si ve kardiyak belirteçleri normal iken göğüs ağrısı tariflemesi üzerine tetkiklere ek olarak EKO ile görünütleme yapılmıştır. Çalışmamızdaki hastaların hiçbirinin EKG’sinde patoloji saptanmamış olup kardiyak belirteçler anormal düzeylerde olmamasına rağmen laboratuvaradaki referans aralığında üst sınıra yakın değerlere ulaştığı saptanmıştır. Çalışmadaki hastaların kardiyak belirteçler için ortalama düzeylerinin CK-Total için 128,53 U/L , CK-MB için 6,27 U/L ve Troponin-I için 33,33 ng/L olduğu görülmüştür. HBOT alan hastaların kardiyak belirteç düzeyi almayanlara göre beklendiği üzere daha yüksek olup ortalama değerleri CK-Total için 181 U/L , CK-MB için 10,18 U/L ve Troponin-I için 28,25

ng/L bulunmuştur. Çalışmadaki EKO yapılan tek vaka ,HBOT alan gruptaki 16 yaş erkek hasta olup başvuru anında CO-Hb düzeyi %35,30 , kardiyak açıdan asemptomatik ve EKG si normal iken CK-Total 347 U/L , CK-MB 20 U/L ve Troponin-I 0,21 ng/L görülmüştür. Aynı hastanın başvuru anında göğüs ağrısı yakınması olmayıp, izleminde tariflemesi üzerine hastaya EKO yapılmıştır.EKO ile mitral yetmezlik (eser) ve patent foramen ovale saptanmıştır. EKO bulguları CO zehirlenmesine spesifik olmayıp, hastanın kardiyak belirteçlerindeki hafif yüksekliğin sonrasında bakılan kontrol değerleri ile tamamen normale döndüğü görülmüştür.

Literatürde çocuk yaş grubunda CO zehirlenmesine bağlı VEP değişikliklerinin incelendiği çalışma olmadığı gözlenmiştir. Literatürdeki bildirilen olgu serileri erişkin yaş gruplarından oluşmakta olup çocuk yaş grubundaki hastalar ile ilgili sadece vaka sunumlarının paylaşıldığı dikkati çekmiştir. Literatüre bakıldığında en geniş vaka serisinin sunulduğu Çin’de yapılmış bir çalışmada hastaların tamamının hiperbarik oksijen tedavisi almış erişkinlerden oluştuğu görülmüştür. Aynı çalışmada CO zehirlenmesi vakalarının hafif, orta ve ağır-ensefalopatik olarak üç gruba ayrıldığı ve hastaların oftalmolojik muayene, MR görüntüleme ve Flash-VEP ile de birlikte değerlendirildiği görülmüştür. Çalışmada oftalmolojik muayene ve VEP incelemesi hastaların koopere olabildikleri zehirlenme sonrasındaki ilk 2-3. gün içinde yapılmış olup kontrol muayeneleri yedinci ve otuzuncu gün ile ikinci aylarında tekrar edilmiştir. Kontrol muayenelerde iyileşme oranlarına bakılmıştır. CO zehirlenme düzeylerine göre hafif, orta ve ağır-ensefalopatik olarak ayrılan gruplar arasında VEP ile ölçülen amplitüd ve latanslar ile gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark görülmediği belirtilmiştir. Aynı çalışmada hastaların tedavileri sonrasında iyileşme oranlarına bakıldığında hafif düzeyde etkilenmiş gruba dahil olanların %55,6’sında, orta düzeyde etkilenmiş gruba dahil olanların %17,6’sında ve ağır-ensefalopatik düzeyde etkilenmiş gruptakilerin %20’sinde tamamen iyileşme görüldüğü belirtilmiştir. Hafif düzeyde etkilenmiş

gruba dahil olanların %27,8'inde, orta düzeyde etkilenmiş gruba dahil olanların ise %23,5'inde düzelme olduğu görülmüştür. Vaka serisindeki tüm hastalar HBO tedavisi almış olup tedaviye rağmen hafif düzeyde etkilenmiş gruba dahil olanların %16,7'sinde, orta düzeyde etkilenmiş gruba dahil olanların %58,9'unda ve ağır-ensefalopatik düzeyde etkilenmiş gruba dahil olanların %80'inde iyileşme olmadığı gösterilmiştir. Çalışmada ayrıca orta düzeyde etkilenmiş grup ile ağır-ensefalopatik düzeyde etkilenmiş grup karşılaştırıldığında ağır-ensefalopatik grubun oftalmik sekel görülme sıklığı açısından daha yüksek risk taşıdığı ve bunun istatistiksel açıdan anlamlı bulunduğuna dikkat çekilmiştir. Literatürdeki benzer çalışmalarda olduğu gibi HBO tedavisinin CO zehirlenmesinde oldukça etkili olduğu ayrıca belirtilmiştir (86). İngiltere'de CO zehirlenmesine maruz kalan 3 erişkin hastanın oftalmolojik şikayetlerinin ortaya çıkış zamanının 3 hafta ile 10 yıl arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Kliniğe erken başvurulması ve böylece etkin tedavinin erken dönemde başlanabilmesi halinde CO zehirlenmesinin optik sinir üzerindeki toksik etkilerinin geri dönüştürülebilir olduğuna dikkat çekilmiştir. Aynı makaledeki vakalardan biri olan 43 yaş kadın hastanın tedavisinde iki ay boyunca hidrosikobalamin kullanıldığı ve Pattern VEP latansında ilk başvuru anındakilere kıyasla iyileşme olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle CO zehirlenmesi olan hastalarda tedavide hidrosikobalamin kullanımının ve B12 vitamininin CO zehirlenmesi olan hastalarda profilaktik olarak önerilebileceği belirtilmiştir (87). Ülkemizden yayınlanmış makalelerden birinde CO zehirlenmesine bağlı optik sinir hasarının zehirlenmeden sonraki geç dönemde dahi ortaya çıkabileceği VEP ve BT görüntülemeleri ile ortaya konmuştur. Aynı makalede sunulan iki vakanın da ilk başvuru anında oftalmolojik olarak belirti vermediği ve normobarik oksijen tedavisi altındayken hastalardan birinde zehirlenmeden sonraki üçüncü ve diğer hastada altıncı gününde oftalmolojik şikayetlerinin başladığı bildirilmiştir. BT'de lökomalazik alanlar ve VEP ölçümlerinde amplitüd kaybı ve latansta uzamanın olduğu saptanmıştır. Vakaların her ikisinde

de HBO tedavisi sonrası VEP ölçümleri tamamen normal aralıktaki değerlerine döndüğü ve birisinin tamamen iyileştiği gösterilebilmişken, diğer vakanın VEP ölçümleri normale dönmüş olduğu ancak görme muayenesinde homonim sağ alt kadranda anopsisinin devam ettiği belirtilmiştir. CO zehirlenmesinin optik sinir üzerindeki toksik etkilerinin gecikmiş dönemde de görülebileceği ve HBO tedavisinin zehirlenmenin üzerinden 6 ile 8 gün geçmiş olmasına rağmen başlanması halinde kalıcı sekelin engellenmesi açısından yüz güldürücü olduğuna dikkat çekilmiştir. Ayrıca HBO tedavisinin uzun dönem başarısında etkili olabilmesi için zehirlenme sonrasındaki ilk altı saat içinde başlanması gerektiğinin altı çizilmiştir (61).

Literatüre bakıldığında CO zehirlenmesi geçirmiş 32 yaşında erkek bir hastaya ait gecikmiş tip etkilerin bildirildiği vaka sunumunda, hasta CO-Hb yüzdesi %2,8 bulunup hafif düzeyde klinik etkilenme beklenirken, zehirlenmeden 4 hafta sonra ortaya çıkan önce sağ gözde sonra bilateral olmak üzere bulanık görmeye ek olarak baskı basınç hissi ve görme keskinliğinde azalma tariflemesi üzerine oftalmolojik muayenesinde bilateral santral skotom ve her iki gözde optik diskte ödem saptanmıştır. Hastaya çekilen Beyin MR'da hidrosefali ve MR Venografi'de dural sinüslerin daraldığı sagittal ve transvers sinüslerde genişlemenin gösterilmesi üzerine yapılan lumbar ponksiyonda 50 cm H₂O giriş basıncı ile intrakraniyel basıncın arttığı gösterilmiştir. Makalede hasta yönetiminde intrakraniyel basınç artışına yönelik oral asetazolamid 2 gr/gün ve intravenöz metilprednizolon tedavisinin başlandığı ve drenajın sağlanması için nöroşirurji tarafından sağ-ventrikülo-peritoneal shunt operasyonu ihtiyacı olduğu belirtilmiştir. Makalede aynı zamanda uç organ hasarına yönelik akut zehirlenmenin üzerinden 4 hafta geçmesine rağmen hiperbarik oksijen tedavisinin de başlandığı belirtilmiştir. Hastanın görme keskinliğinde artış geliştiği ve çekilen kontrol MR Venografi'de dural sinüs çapının normale döndüğü bildirilmiştir. Vakadaki görme kaybının CO zehirlenmesine bağlı optik nöropati ve eşlik eden intrakraniyel basınç artışı ile ilişkili olduğu savunulmuştur. Makalede gecikmiş tip nörolojik sekelin zehirlenme sonrasındaki 2-40

gün içinde amnezi, apraksi, agnozi, parkinsonizm, inkontinans ve periferel nöropati şeklinde görülebileceği, nöro-ofthalmolojik komplikasyonun genellikle beklenmediği belirtilmiştir. Ancak sundukları vakada olduğu gibi hafif düzeyde etkilenmiş hastalarda bile CO-Hb düzeyinden bağımsız olarak yıkıcı görme kaybının nadir de olsa görülebildiğine dikkat çekmişlerdir (88). CO zehirlenmesinin komplikasyonları kişiler arası yaş, cinsiyet, maruziyet yolu ve hatta CO-Hb düzeyinden farklı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu durumun nedeni henüz aydınlatılamamış olup tedaviye başlama zamanı, optik sinirleri tutabilecek belirti vermeyen hastalıklar gibi birçok faktör altta yatabilir. Bir başka vaka sunumunda, daha önceden de bilateral görmede azalma yakınması olan 45 yaşındaki bir kadın hastanın CO zehirlenmesinden 1 ay sonra şikayetlerinin giderek artması üzerine yapılan incelemelerde mtDNA 11778. nükleotidinde nokta mutasyonu saptanmış ve Leber'in Herediter Optik Nöropatisi (LHON) tanısının konuğu bildirilmiştir. Karbonmonoksit zehirlenmesinin klinik belirtilerin ortaya çıkışını kolaylaştırması nedeniyle Leber'in Herediter Optik Nöropatisi için bir epigenetik faktör olabileceği öne sürölmüştür. Bu hipotez CO zehirlenmesine bağlı optik nöropati gelişimindeki klinik farklılıkların hastada var olabilecek subklinik genetik hastalıkların varlığıyla da ilişkili olabileceği ihtimalini akla getirmektedir (89).

Çalışmamız CO zehirlenmesinin optik sinir ve retina üzerindeki toksik etkilerinin çocuk yaş grubunda VEP tetkiki kullanılarak araştırıldığı ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Çalışmamızda CO zehirlenmesi sonrasında hastanemiz Çocuk Acil Polikliniği'ne başvuran 5-18 yaş aralığındaki 20 kişilik vaka grubuna Pattern VEP ve Flash VEP olmak üzere iki türde de çekim yapılp sonuçları benzer yaş aralığındaki kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Çalışmamızdaki hastaların VEP çekimi CO maruziyetinden ortalama $3,85 \pm 1,01$ yıl (6 ay – 4,5 yıl) sonrasında yapılmıştır. Çalışmamızdaki hastaların VEP ölçümlerinden hiçbirinde amplitüd kaybı saptanmadı. Hastaların yalnızca ikisinde bilateral olmak üzere, sekizinde Flash VEP tetkikinde kontrol grubuyla karşılaştırıldığında latans

uzaması saptandı. Çalışmadaki hiçbir hastada uzun dönemde fizik muayene ve laboratuvar ölçümlerinde patoloji görülmemiştir. Çalışmamızda HBOT almış ve zehirlenme sonrasında bilateral görme kaybı yakınması gelişen yalnızca bir hastanın takibinde CO zehirlenmesinden yaklaşık 2 yıl sonrasında okul başarısından gerileme ve algılamada zorluk şikayetleri üzerine çekilen Elektroensafalografi (EEG) aktif fokal epileptik bozuklukla uyumlu bulunmuştur. Aynı hastanın izleminde çekilen Beyin MR görüntülemesinde, her iki oksipitalde kortikal-subkortikal gliosis ve kortikal sulkuslarda belirginleşme dikkat çekmiştir. Aynı hastanın çalışmamızdaki VEP ölçümleri normal olarak bulunmuştur. Hastamızda olduğu gibi Beyin MR görüntülemesinde sekel değişiklikleri saptanmış ve başlangıçta görme kaybı gelişecek kadar şiddetli etkilenmiş bireyde bile optik sinir etkilenimi uzun dönemde bulunmamıştır. Çalışmamızdaki hiçbir hasta bilinç kaybı ile başvurmamıştır. İlk başvuru anında bulanık görme, baş ağrısı veya baş dönmesi gibi nörolojik etkilenme düşünülen hastalarda bakılan CO-Hb düzeyleri veya HBOT birlikteliği ile Flash VEP ölçümlerindeki latans uzaması arasında literatürdeki erişkin yaş grubundaki benzer çalışmalarda gibi ilişki bulunamamıştır. Literatürdeki vaka sunumlarında kişiler arası CO zehirlenmesinden etkilenme düzeyinin CO-Hb yüzdesi ve HBOT'si ihtiyacı arasında epigenetik farklılıklar olma ihtimali açısından çocuk yaş grubuna özel ve daha geniş sayıdaki vakanın ele alındığı kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu nedenle çalışmamızın literatürdeki çocuk vakalara yapılmış CO zehirlenmesi ile VEP ölçümlerinin değerlendirildiği ilk çalışma olduğu dikkate alınmalıdır.

Çalışmamız yine CO zehirlenmesinin retina üzerindeki toksik etkilerinin OCT görüntülemesi kullanılarak çocuk yaş grubunda yapılmış olan ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Çalışmamızdaki CO zehirlenmesinden etkilenen vaka grubundaki hastaların tamamına hastanemiz Göz Hastalıkları Bölümü tarafından oftalmolojik muayenelerine ek olarak OCT görüntülemesi yapılmıştır. Hastaların hiçbirinin OCT görüntülemelerinde patolojik bulgu saptanmamış olup hepsinin retinal kalınlıkları yaş ve cinsiyetlerine göre

hastanemiz Göz Hastalıkları Bölümünün kendi hasta popülasyonunda rutin kullanmakta olduğu Avrupa kökenli (European Descent 2009-ED 2009) referans aralığında normal olarak değerlendirilmiştir. Daha önceden hayvan çalışmalarında veya olgu raporlarında retinada değişik düzeylerde etkilenim bildirilmekle beraber çalışmamızdaki hastalarda herhangi bir anormallik saptanmamıştır. Çalışmamızın çocuk yaş grubunda CO zehirlenmesine sekonder retina hasarının OCT görüntülemesi ile değerlendirildiği ilk çalışma olması ve sayı olarak daha kısıtlı sayıdaki hasta grubuna yapılmış olması konu ile ilgili uzun vadede ulusal ve uluslararası daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermiştir.

Literatüre bakıldığında çocuk yaş grubuna yönelik yapılan OCT görüntülemesinin yer aldığı vaka sunumlarından veya derlemelerden oluşan makalelerde daha çok görme yolları üzerine etki etmesi beklenen hastalıkların seviyesinin belirlenmesi veya tedavi başarısının izleminde kullanıldığı görülmüştür. OCT, çocukluk çağında intraoküler tümörlerinden hamartom ve retinoblastomda tümörün progresyonu ve tedaviye yanıtın izleminde, optik sinir patolojilerinden glokom, optik sinir atrofisi veya hipoplazisi; Nörofibromatozis tip 1 hastalarında optik sinir yolağında gliom varlığında kullanılmaktadır (90-93). Literatüre bakıldığında sistemik hastalıklarda görme yolları üzerindeki etkilerinin ortaya konmasında da OCT kullanıldığı görülmüştür. Wilson hastaları ile sağlıklı kontrol grubu arasındaki retinal sinir lifi tabakasının OCT görüntülemesi karşılaştırıldığı bir çalışmada Nöro-Wilson veya Hepatik birikimin eşlik ettiği Wilson hastalarında sağlıklı gruba kıyasla daha kalın retina sinir lifi tabakası olduğu gösterilmiştir (94). Türkiye’de yapılmış vaka-kontrol türündeki bir çalışmada yaşları 15-70 yıl arasında (ortalama 39.44 ± 13.56 yıl) değişen üveit ile takip edilen Behçet hastalarından oluşan 16 kişilik vaka grubu ile sağlıklı 15 kişilik kontrol grubunun OCT-Anjiyografi ile elde edilen retinal kapiller pleksus yoğunlukları karşılaştırıldığında üveitin eşlik ettiği Behçet’li hastalarda pleksustaki yoğunluğun sağlıklı gruba kıyasla azalmış olduğu gösterilmiştir (95). OCT görüntülemesinin çocuk yaş grubundaki kullanımına yönelik

literatürdeki bir başka örnek olarak derleme türündeki bir makalede prematüriteye bağlı retinopati ile izlenen hastalarda foveal alandaki vasküleritenin miad doğanlara kıyasla artmış olduğu gösterilmiştir ancak bu artışın izole prematüriteye mi bağlı olduğu yoksa prematüre retinopatisine spesifik mi olduğu konusunda net bir görüş bildirilemediği görülmüştür (96).

Sonuç olarak incelediğimiz hastalar ortalama 3,85 yıl süre önce CO zehirlenmesi geçirmiş ve Pattern VEP tetkiki ile görme fonksiyonları araştırıldığında hastaların birinin latans uzaması dışında hepsinde normal değerler bulunmuştur. Bu değerler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında da ortalama latanslar arasında istatistiki olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Hastaların aynı elektrotlar kullanılarak ve aynı koşullarda yapılan Flash VEP tetkikinde ise 6 hastada tek gözde ve 2 hastada her iki gözde birden latans uzaması saptanmıştır. Hastaların Flash VEP latansları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise latans ortalamaları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0,05$). Pattern VEP’te uyarıların çoğu maküladan gelen uyarılardan oluşup santral bölge veya santral görmeyi temsil eder. Maküler hastalıkta VEP amplitüdü belirgin azalır ve buna görme keskinliğinde azalma eşlik eder. Hastalarımızda sadece bir hastada Patern VEP’te anormal latans değerlerinin bulunması santral görmenin CO zehirlenmesinde uzun dönemde etkilenmediğini göstermektedir. Pattern VEP’ de latans değerlerinin normal oluşu santral görmenin ve dolayısıyla maküler bölge ve maküler retina sonrası optik sinir, kiyazma ve oksipital kortekse kadar tüm yolların normal olduğunu göstermektedir.

Pattern VEP yanıtı büyük oranda santral maküler bölgenin fonksiyonuna bağımlı olduğu için görme alanının periferindeki bir lezyon kolaylıkla atlanabilir (100). Periferik retinanın da uyarılması için Multifokal Patern VEP tetkiki geliştirilmiştir (100). Gerçekten de Retinitis Pigmentosa’lı hastalarda yapılan Pattern VEP tetkiklerinde eğer maküler bölge normalse periferik retina bozuk olmasına rağmen normal latans değerleri alınabilmektedir (98). Flash VEP incelemesinde tüm retinanın uyarılmasıyla foveal odaklanma yapılmadan

Çalışma gerçekleştirilebilir. Flash VEP, maküler kadar paramakler bölgenin de uyarımı nedeniyle daha yaygın bir aktivasyonun ltdr (101). Flash VEP, Pattern VEP'e göre retinal bozukluklukların farklılıkların ayırt edilmesinde daha etkilidir (98). Retinitis Pigmentosa tanılı hastalarda Patern VEP normalken Flash VEP'te anormallikler saptanabilir (99). Hastalarımızda Patern VEP normalken Flash VEP'te latans uzamalarının çıkması periferik retinada CO zehirlenmesine bağlı etkilenmeyle ilişkili olabilir. Bu hastalarda aynı seansta gerçekleştirilen Pattern VEP tetkiklerinin normal oluşu maküler bölgenin, optik sinir, kiyazma ve post kiyazmatik yollar ve oksipital korteksin normal olduğunu göstermektedir. Bu sayede Flash VEP'teki anormallikleri direkt olarak periferik retinaya konumlandırmak mümkündür. Patern VEP'lerinin normal oluşu incelenen yapıların başlangıçta normal olması veya sonradan iyileşmesi ile açıklanabilir. Daha önceden erişkinlerde erken dönemde yapılan çalışmalarda da Flash VEP tetkiki yapılmış ve bazı hastalarda bozukluklar saptanmıştır. Ancak onlarda Elektroretinografi alışması veya Patern VEP yapılmadığı için bozukluğun nerden kaynaklandığını tesbit edilememiştir. Bizim hastalarımızda VEP'te optik sinirin normal oluşu OCT'deki normal bulgularla da desteklenmiştir.

Hastalarda erken dönemde görme kaybı gibi semptom görülse bile uzun dönemde normal inceleme sonuçları bulunması tedavi ile retina veya görme yollarındaki anormalliklerin düzelebileceğini düşündürmektedir. Uzun dönem izlemde sekel olmayışında; çocukluk çağında plastisite varlığı bir etken olabilir. Ayrıca daha önce değindiğimiz gibi belirti vermeyen genetik hastalığı olan veya bunların taşıyıcısı olan bireylerde CO zehirlenmesinin etkilerinin daha ağır geçebileceği düşünülebilir. Daha ileri yaşlarda daha ağır etkilenimin görülmesinin nedeni plastisite yokluğu da olabilir. Çocuklarda olgu sayımız az olmasına rağmen yine de sonuçlarımız CO zehirlenmesi olgularının zehirlenme sonrası optik veya oftalmolojik komplikasyonlar açısından yakından izleminin ve araştırılmasının gerekli olduğunu düşündürmektedir

Literatür ile birlikte çalışmamız değerlendirildiğinde çocuk yaş grubundaki CO zehirlenmesi olan vakalarda akut dönemde oftalmolojik etkiler arasında görmede bulanıklık, bilateral görme kaybı saptanabilmektedir. Çalışmamızdaki görme kaybı yaşayan vakada olduğu gibi akut dönemde etkilenen hastalarda dahi uzun dönemde optik sinir ve retinadaki hasarın tamamen iyileştiği ve kalıcı hasarın beklenmediği söylenebilmektedir.

Çalışmamızdaki kısıtlamalara bakılacak olursa hasta popülasyonu olarak çocuk yaş grubunda olmaları ve yakınmalarının nonspesifik olması sayılabilir. Hastaların başvuru anında anamnezlerinin kendileri dışında aile veya yakınlarından alınmak zorunda kalınması da bir başka kısıtlayıcıdır. Çalışma süremiz boyunca tüm dünyada etkili olan pandemi salgını bir başka kısıtlılığa neden olmuştur. Çalışmamızın katılımında gönüllülük esası zorunluluğu olması hasta ve yakınlarının pandemi sonrasında hastaneye gelmek istememesi yüksek sayıdaki vaka serisine ulaşamamamıza yol açmıştır. Tüm bunlarla beraber her hastanın tanı anından başlayarak tedavisinin ve takibinin vaka özelinde değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

6.SONUÇLAR

*Çalışmaya Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Çocuk Acil Polikliniği'ne Ekim 2017-Ocak 2022 tarihleri arasında karbonmonoksit zehirlenmesi ile ayaktan veya 112 aracılığı ile başvuran 5-18 yaş aralığındaki 20 hasta dahil edilmiştir. Kontrol grubu olarak görme yollarında bilinen bir hastalığı olmayan, sağlıklı 20 çocuk çalışmaya alınmıştır

*Çalışmaya dahil edilen 20 hastanın cinsiyet dağılımı eşit olup 10 kız, 10 erkek hastadan oluşmaktadır.

*Çalışmamızdaki hastaların yaş ortalaması $11,55 \pm 4,99$ yıl bulunmuştur.

*Çalışmamızdaki hastaların Çocuk Acil Polikliniği'ne başvurularına bakıldığında 4'ünün (%20) 112 Ambulans ile 16'sının (%80) ayaktan başvuru olduğu görülmüştür.

*Çalışmamızdaki hastaların karbonmonoksit gazına maruziyet yollarına bakıldığında en sık neden olarak doğalgaz kaçağı 9 hasta (%45) iken soba dumanı nedeniyle 3 hasta (%15), yangın dumanına maruziyet nedeniyle 3 hasta (%15), banyodaki şofben kaynaklı gaz kaçağı ile 2 hasta (%10) ve etyolojik nedeni bilinmeyen 3 hasta (%15) olduğu görülmüştür.

*Çalışmamızdaki hastaların başvuru mevsimlerine bakıldığında karbonmonoksit zehirlenmesinin en sık Ekim ve Aralık aylarında görüldüğü saptanmıştır. Isınma ihtiyacındaki artışa bağlı daha çok kış aylarında zehirlenme vakalarının arttığı düşünülmektedir.

*Çalışmamızdaki hastaların hiçbirinde Çocuk Acil Polikliniği'ne başvuru anında bilinç kaybı gözlenmezken, en sık semptom baş ağrısı olmuştur. Baş ağrısından sonra sırasıyla en sık semptomun baş dönmesi, senkop veya pre-senkop, halsizlik, bulantı-kusma ve ajitasyon olduğu görülmüştür. Nörolojik semptom olarak görme kaybı yalnızca bir hastamızda görülmüştür. Çarpıntı kulaklarda dolgunluk hissi ve çınlama birer hastada görülmüştür.

*Çalışmamızdaki hastalara acil sevisde ilk başvuru anında bakılan massimo CO düzeylerinin, kan gazındaki CO-Hb yüzdesine göre daha düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Massimo CO

yüzdelерinin ortalaması %15,25 iken kandaki CO-Hb ortalaması %17,62 olarak görölmüştür. Bunun sonucunda parmaktan pulse oksimetre ile bakılan massimo ölçümlerinin ilk anda fikir verici olduğu ancak yanıltıcı olabileceği bu nedenle mutlaka kan düzeyi ile doğrulanması gerektiği unutulmamalıdır.

*Çalışmamızdaki karbonmonoksit zehirlenmesi nedeniyle çocuk acile başvuran hastaların ilk başvurudaki ortalama CO-Hb yüzdesi %17,62 iken tedavi sonrasında, taburculuk öncesi, bakılan son ortalama CO-Hb yüzdesi %0,97 olarak görölmüştür. Vakalarda NBO veya HBO tedavisi almalarından bağımsız olarak tedavi sonrasında kontrol bakılan CO-Hb düzeylerinde tedaviden önce alınana kıyasla istatistiksel olarak da anlamlı bir azalma görölmüştür.

*Çalışmamızdaki 20 hastanın 6'sı (%30) HBOT alırken, 14'ü (%70) NBOT ile takip edilmiştir.

*Çalışmaya dahil edilen hastalarda kan gazında ph ve laktat düzeyinde patolojik olarak anlamlı kabul edilen değeri gözlenmemiştir. Hemogramda 6 hastada trombositoz, 11 hastada lökositoz saptanmıştır. Biyokimya parametrelerinde 1 hastada hiperkalsemi saptanmışken, 5 hastada normal kabul edilen aralıktan yüksek BUN düzeyi görölmüştür. Referans aralığından minimal yüksek olması sonucunda anormal değerlendirilen laboratuvar sonuçları olan hastalar izlemlerinde yeterli hidrasyon sonrası normal olarak değerlendirilmiştir. Hastalarımızın hiçbirinde respiratuvar alkaloz veya metabolik asidoz laktat yüksekliği saptanmamasının, hastaların erken dönemde hastane başvurusu ile tedavilerinin planlanması sayesinde olduğu düşünülmektedir.

*Çalışmamızdaki hastaların hiçbirinde aritmi gelişmemiştir ve ilk başvuru anında yalnızca bir hastanın sinüs taşikardisinin takibinde normale döndüğü görölmüştür. Çalışmamızdaki yalnızca bir hastanın Ekokardiyografi ile değerlendirilmesi yapılmış olup, hastanın ilk başvuru anında kardiyak semptomu olmayıp, EKG ve laboratuvar değeri lerinin hiçbirinde anormallik bulunmazken takibinde tariflediği çarpıntı nedeniyle çekilen Ekokardiyografide

mitral yetmezlik ve patent foramen ovale olduğu görülmüştür. CO zehirlenmesinin tanımlanmış spesifik EKO bulgusu olmayıp çalışmamızdaki hastanın EKO değerlendirmesi de CO zehirlenmesi ile ilişkili bulunmamıştır.

*Çalışmamızdaki tüm hastalara Pattern VEP ve Flash VEP incelemeleri yapılmıştır.

Hastaların tamamında Pattern VEP değerleri kontrol grubundaki referans değerleri ile karşılaştırıldığında normal amplitüd ve latans ile uyumlu bulunmuştur. Ancak Flash VEP değerlerinden ise yalnızca iki hastanın bilateral olmak üzere sekizinde sağ ya da sol gözde amplitüd kaybı olmadan latanslarında normalden fazla gecikme olduğu görülmüştür.

*Karbonmonoksit zehirlenmesinde VEP görüntülemesi sonucunda amplitüd kaybı varlığı optik sinirin aksonal hasarının bir göstergesi iken latans uzaması varlığı miyelin kılıf hasarının göstergesi olarak kabul edilmektedir. Çalışmamızdaki iki vakada Flash VEP ile latanslarında, referans grup ile karşılaştırıldığında, beklenenden fazla uzamanın olduğu yani miyelin kılıf hasarının olduğu gösterilmiştir.

*Çalışmamızdaki tüm hastalara hastanemiz Göz Hastalıkları Bölümü tarafından oftalmolojik muayeneye ek olarak OCT görüntülemesi yapılmıştır. Çalışmamızdaki tüm hastaların OCT görüntülemesinde retinal alanda optik sinir lif ağının kalınlığı (Retinal Nerve Fiber Layer Thickness –RNFLT) normal aralıkta bulunmuştur.

*Çalışmamız çocukluk yaş grubundaki karbonmonoksit zehirlenmesi geçirmiş olan hastalarda optik sinir ve retina hasarına yönelik VEP ve OCT incelemeleri ile değerlendirmenin yapıldığı ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Çalışmamızda gerek VEP gerek ise OCT ile yapılan değerlendirmede karbonmonoksit zehirlenmesine bağlı optik sinir ve retinada kalıcı fonksiyonel hasar olmadığı gösterilmiştir.

*Çalışmamız özelinde çocuk vakalarda uzun dönemde optik sinir hasarı açısından kalıcı sekelin beklenmediği söylenebilir. Ancak çocuk vakalardaki karbonmonoksit zehirlenmesinin akut ve gecikmiş etkileri açısından daha kapsamlı ve geniş kitlelerin dahil edilebildiği

alışmalara ihtiyaç vardır. Çalışmamızın bizden sonraki çalışmalara ilham vermesini ve yol gösterici olmasını dilemekteyiz.



7.KAYNAKLAR

- 1-Kao LW, Nanagas KA. Toxicity associated with carbon monoxide. Clin Lab Med 2006; 26: 99–125.
- 2- Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. State of the Art. Health effects of outdoor air pollution. Am J Respir Crit Care Med. 153: 477-98, 1996
- 3-Kandis H, Katırcı Y, Çakır Z, Aslan Ş, Uzkeser M, Bilir Ö. Acil Servise Karbonmonoksit Entoksikasyonu ile Başvuran Olguların Geriye Dönük Analizi. Akademik Acil Tıp Dergisi. 5: 21–5, 2007
- 4-Gorman D, Drewry A, Huang YL, Sames C. The Clinical Toxicology of Carbon Monoxide Toxicology. 2003;187(1): 25-38.
- 5- Raub JA, Mathieu-Nolf M, Hampson NB, Thom SR. Carbon Monoxide Poisoning- A Public Health Perspective. Toxicology. 2000; 145(1):1-14
- 6- Hampson NB, Weaver KL. Carbon monoxide poisoning: a new incidence for an old disease. Undersea Hyper Med. 2007; 34(3): 163-168
- 7- Flanagan RJ, Rooney C, Griffiths C. Fatal poisoning in childhood, England & Wales 1968-2000. Forensic Sci Int 2005; 148: 121-129
- 8- Yarar C, Yakut A, Akin A, Yıldız B, Dinleyici EC. Analysis of the features of acute carbon monoxide poisoning and hyperbaric oxygen therapy in children. Turk J Pediatr 2008; 50: 235-241.
- 9-Metin S, Yıldız Ş, Çakmak T, Demirbaş Ş. Frequency of Carbon Monoxide Poisoning in Turkey in 2010. TAF Prev Med Bull 2011;10: 587-592.
- 10-Ozdemir R, Bayrakci B, Tekşam O, Yalçın B, Kale G. Thirty-three-year experience on childhood poisoning. Turk J Pediatr 2012; 54: 251-9.

- 11-Karapirli M, Kandemir E, Akyol S, Kantarcı MN, Kaya M, Akyol O. Forensic and clinical carbon monoxide (CO) poisonings in Turkey: A detailed analysis. *J Forensic Leg Med*, 20 (2), 95-101.
- 12-Gorman D, Drewry A, Huang YL, Sames C. The clinical toxicology of carbon monoxide. *Toxicology* 2003; 187: 25-38
- 13- Akyol S, Erdogan S, Idiz N ve arkadaşları. The role of reactive oxygen species and oxidative stress in carbon monoxide toxicity: An in-depth analysis. *Redox Report* 2014; 19: 180-189
- 14- Ryter SW, Alam J, Choi AM. Heme oxygenase-1/carbon monoxide: from basic science to therapeutic applications. *Physiol Rev* 2006; 86: 583-650
- 15-Hamilton-Farrel MR. British Hyperbaric Association carbon monoxide database, 1993-96. *J Accid Emerg Med* 1999;16: 98-103
- 16-Cobb N, Etzel RA. Unintentional carbon monoxide-related deaths in the United States, 1979-1988. *JAMA* 1991;266: 659-63
- 17-Gozubuyuk AA, Dag H, Kacar A, Karakurt Y, Arica V. Epidemiology, pathophysiology, clinical evaluation, and treatment of carbon monoxide poisoning in child, infant, and fetus. *Nothern Clin Istanbul*. 2017;4(1):100–7
- 18- Blumenthal I. Carbon monoxide poisoning. *J R Soc Med*. 2001;94:270–2
- 19-Guzman JA. Carbon monoxide poisoning. *Crit Care Clin* 2012; 28: 537–548
- 20-Weaver LK. Clinical practice. Carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med* 2009; 360: 1217–25
- 21- Jason J. Rose Ling Wang Qinzi Xu, Charles F. McTiernan, Sruti Shiva, Jesus Tejero, Mark T. Gladwin · Carbon Monoxide Poisoning: Pathogenesis, Management, and Future Directions of Therapy. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017 Mar 1; 195(5): 596–606

- 22- Mannaioni PF, Vannacci A, Masini E. Carbon monoxide: the bad and the good side of the coin, from neuronal death to anti-inflammatory activity. *Inflamm Res* 2006;55:261-273
- 23-Hampson NB, Piantadosi CA, Thom SR, Weaver LK. Practice recommendations in the diagnosis, management, and prevention of carbon monoxide poisoning. *Diving Hyperb Med*. 2013;186(11):1095-101
- 24- Satran D, Henry CR, Adkinson C, Nicholson CI, Bracha Y, Henry TD. Cardiovascular manifestations of moderate to severe carbon monoxide poisoning. *J Am Coll Cardio* 2005; 45: 1513-1516
- 25-Teksam O, Gumus P, Bayrakci B, Erdogan I, Kale G. Acute cardiac effects of carbon monoxide poisoning in children. *Eur J Emerg Med* 2010; 17: 192-196
- 26- Betterman K, Patel S. Neurologic complications of carbon monoxide intoxication. *Handbook Clin Neurol* 2014; 120: 971-79
- 27-Thom SR. Dehydrogenase conversion to oxidase and lipid peroxidation in brain after carbon monoxide poisoning. *J Appl Physiol*. 1992;73(4):1584–9
- 28- Parkinson RB, Hopkins RO, Cleavinger HB, Weaver LK, Victoroff J, Foley JF. et al. White matter hyperintensities and neuropsychological outcome following carbon monoxide poisoning. *Neurology* 2002; 58: 1525-1532
- 29- Nai-Ching Chen, Chi-Wei Huang, Shu-Hua Huang, Wen-Neng Chang, Ya-Ting Chang, Chun-Chung Lui, Pin-Hsuan Lin, Chen-Chang Lee, Yen-Hsiang Chang, Chiung-Chih Chang. *Medicine (Baltimore)* 2015 ; 94(19): e783
- 30- S.R. Thom, D. Fisher, Y.A. Xu, et al .Role of nitric oxide-derived oxidants in vascular injury from carbon monoxide in the rat. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* 276 (3) (1999),984-992

- 31- Tengvar C, Johansson B, Sorensen J. Frontal lobe and cingulate cortical metabolic dysfunction in acquired akinetic mutism: a PET study of the interval form of carbon monoxide poisoning. *Brain Inj* 2004; 18: 615-625
- 32- Kazuyoshi Yagishita .Proposal of multicenter study design of hyperbaric oxygen therapy for acute carbon monoxide poisoning. *Chudoku Kenkyu* 2012 ;25(4):316-8
- 33- Dempsey LC, O'Donnell JJ, Hoff JT. Carbon monoxide retinopathy. *Am J Ophthalmol* 1976;82: 692-693
- 34-Kalay N, Ozdogru I, Cetinkaya Y, Eryol NK, Dogan A, Gul I, et al. Cardiovascular effects of carbon monoxide poisoning. *Am J Cardiol.* 2007;99(3):322–4
- 35-Bauer I, Pannen BH. Bench-to-bedside review: Carbon monoxide—from mitochondrial poisoning to therapeutic use. *Crit Care* 2009;13: 220
- 36-Choi S. Carbon Monoxide Poisoning: Systemic Manifestations and Complications. *J. Korean Med Sci.* 2001; 16(3):253-261.
- 37- Carbon Monoxide Poisoning and Developing Ischemic Heart Disease: A Nationwide Population-Based Nested Case-Control Study. Yewon Bahng , Kiook Baek , Jong-Tae Park, Won-Jun Choi, Kyeongmin Kwak. *Toxics* 2021 v9(10):239
- 38- Risk of Acute Kidney Injury Among Patients with Carbon Monoxide Poisoning. Tai-Lin Huang, Min-Che Tung, Cheng-Li Lin , Kuang-Hsi Chang. *Medicine (Baltimore)* 2021;100(38):e27239
- 39- Lee SS, Choi IS, Song KS. Hematologic changes in acute carbon monoxide intoxication. *Yonsei Med J* 1994;35: 245-251
- 40- Roderique JD, Josef CS, Feldman MJ, Spiess BD. A modern literature review of carbon monoxide poisoning theories, therapies, and potential targets for therapy advancement. *Toxicology* 2015; 334: 45–58

- 41- Nelson LS, Lewin NA, Howland MA, Hoffman RS, Goldfrank LR, Flomenbaum NE. Carbon Monoxide. In: Goldfrank's Toxicologic Emergencies 9th Edition. 2011. p. 1658–71
- 42- Hampson NB, Scott KL, Zmaeff JL. Carboxyhemoglobin measurement by hospitals: Implications for the diagnosis of carbon monoxide poisoning. *J Emerg Med*. 2006;31(1):13–6
- 43- Penney D, Benignus V, Kephelopoulos S, Kotzias D, Kleinman M, Verrier A. (2010). Carbon monoxide. Z. Jakab (Ed.) WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants (s. 55-102). Bonn: World Health Organization
- 44-Bozeman WP. Pulse oximetry gap in carbon monoxide poisoning. *Ann Emerg Med* 1998;31: 656
- 45- Kinoshita H, Turkan H, Vucinic S, Naqvi S, Bedair R, Rezaee R, et al. Carbon monoxide poisoning. *Toxicol Reports*. 2020;7:169–73
- 46- Jeong Mi Moon, Byeong Jo Chun , Min Ho Shin ,Seung Do Lee.Serum N-terminal proBNP, not troponin I, at presentation predicts long-term neurologic outcome in acute charcoal-burning carbon monoxide intoxication.*Clin Toxicol (Phila)*. 2018 ;56(6):412-420
- 47- Weaver LK.Carbon monoxide poisoning. *Undersea Hyperb Med*. 2020 First-Quarter;47(1):151-169
- 48-Teerapuncharoen K, Sharma NS, Barker AB, Wille KM, Diaz-Guzman E.Successful Treatment of Severe Carbon Monoxide Poisoning and Refractory Shock Using Extracorporeal Membrane Oxygenation.*Respir Care*. 2015 Sep;60(9):e155-60
- 49- Garg J, Krishnamoorthy P, Palaniswamy C, Khera S, Ahmad H, Jain D, et al. Cardiovascular abnormalities in carbon monoxide poisoning. *Am J Ther*. 2014;25(3):339–48
- 50-O'donnell P, Buxton P, Pitkin A, Jarvis L. The magnetic resonance imaging appearances of the brain in acute carbon monoxide poisoning. *Clinical radiology*. 2000; 55(4):273-280
- 51-Lo C-P, Chen S-Y, Lee K-W, et al. Brain injury after acute carbon monoxide poisoning: early and late complications. *American Journal of Roentgenology*. 2007; 189(4):205-211

- 52- Weaver LK. Carbon monoxide poisoning. Critical care clinics. 1999; 15(2):297-317
- 53- Hsiao C-L, Kuo H-C, Huang C-C. Delayed encephalopathy after carbon monoxide intoxicationlong-term prognosis and correlation of clinical manifestations and neuroimages. Acta Neurologica Taiwanica. 2004; 13:64-70
- 54-Denays R, Makhoul E, Dachy B, Tondeur M, Noel P, Ham HR, et al. Electroencephalographic mapping and 99mTc HMPAO single-photon emission computed tomography in carbon monoxide poisoning. Ann Emerg Med. 1994;24(5):947–52
- 55- Ewald MB, Baum CR. Environmental Emergencies. Fleisher GR, Ludwig S. Textbook of Pediatric Emergency Medicine. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins; 2010
- 56- Prockop LD, Chichkova RI. Carbon monoxide intoxication: an updated review. J Neurol Sci 2007;262: 122-130
- 57- Haziran 2021 itibariyle ülkemizde acil dalış hastalıklarında hizmet veren basınç odaları illere göre sıralanmıştır. <https://tssf.gov.tr/basinc-odolari>.Erişim Tarihi 14 Eylül ,2022
- 58- Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulanan Özel Sağlık Kuruluşları Hakkında Yönetmelik. Resmî Gazete Tarihi: 01.08.2001 Resmî Gazete Sayısı:24480. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4809&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. Erişim Tarihi 14 Eylül ,2022
- 59-Gawdi R, Cooper JS. Hyperbaric Contraindications. StatPearls. 2021
- 60- ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2011 edition).Donald C Hood, Michael Bach, Mitchell Brigell, David Keating, Mineo Kondo, Jonathan S Lyons, Michael F Marmor, Daphne L McCulloch, Anja M Palmowski-Wolfe, International Society For Clinical Electrophysiology of Vision. Doc Ophthalmol 2012 Feb;124(1):1-13.

- 61- Dilaver Ersanli , Senol Yildiz, Erdem Togrol, Hakan Ay, Tauland Qyrdedi; Visual loss as a late complication of carbon monoxide poisoning and its successful treatment with hyperbaric oxygen therapy; Swiss Med Wkly. 2004 Oct 30;134(43-44):650-5.
- 62- P Walsh, N Kane, S Butler, The Clinical Role of Evoked Potentials , Journal of Neurology Neurosurgery & Psychiatry 2005;76 : 16–22.
- 63- Trond Sand , Marie Bu Kvaløy, Tony Wader, Harald Hovdal. Evoked potential tests in clinical diagnosis. Tidsskr Nor Laegeforen 2013 May 7;133(9):960-5.
- 64- J Vernon Odom Michael Bach, Mitchell Brigell, Graham E Holder , Daphne L McCulloch , Atsushi Mizota , Alma Patrizia Tormene , International Society for Clinical Electrophysiology of Vision. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials: (2016 update). Doc Ophthalmol 2016 Aug;133(1):1-9.
- 65- Vilic A. AVI steady-state visual evoked potential (SSVEP) signals dataset 2013
- 66- Constable PA, Bach M, Frishman LJ, Jeffrey BG, Robson AG, Vision ISfCEo. ISCEV Standard for clinical electro-oculography (2017 update). Documenta Ophthalmologica. 2017;134(1):1-9
- 67- Zweifel SA, Engelbert M, Laud K, Margolis R, Spaide RF, Freund KB. Outer retinal tubulation: a novel optical coherence tomography finding. Archives of ophthalmology (Chicago, Ill : 1960). 2009;127(12):1596-602
- 68- Mumcuoğlu T, Erduman C, Durukan AH. Optik Koherens Tomografi Prensipleri Ve Uygulamadaki Yenilikler. T Oft Gaz. 2008; 38:168-175
- 69- Fujimoto JG, Pitris C, Boppart SA, Brezinski ME. Optical coherence tomography: an emerging technology for biomedical imaging and optical biopsy. Neoplasia. 2000;2(1-2):9- 25
- 70- J B Jonas 1, W M Budde. Diagnosis and pathogenesis of glaucomatous optic neuropathy: morphological aspects. Prog Retin Eye Res 2000 Jan;19(1):1-40.

- 71- Özçetin H. Optikal Koherens Tomografi. Glokomda OKT. Ankara: Optronik; 2007.p.207-40.
- 72 - Kinjal N Sethuraman, Taylor M Douglas , Barbara B Bostick , Angela C Comer , Bennett Myers , Robert E Rosenthal. Clinical Characteristics of Pediatric Patients With Carbon Monoxide Poisoning, *Pediatr Emerg Care*. 2020 Apr;36(4):178-181.
- 73 - Lidio Maffi, Matteo Paganini, Giuliano Vezzani, Antonios Soumelis, ASPATI Research Group, Enrico M Camporesi and Gerardo Bosco. Hyperbaric Oxygen Treatment for Carbon Monoxide Poisoning in Italy: Retrospective Validation of a Data Collection Tool for the Italian Registry of Carbon Monoxide Poisonings (IRCOP) , *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jan; 17(2): 574
- 74 - O Teksam, S Sabuncuoğlu , G Girgin , H Özgüneş Evaluation of oxidative stress and antioxidant parameters in children with carbon monoxide poisoning, *Hum Exp Toxicol* 2019 Nov;38(11):1235-1243.
- 75 - Günay Can, Uğurcan Sayılı , Özden Aksu Sayman , Ömer Faruk Kuyumcu, Duygu Yılmaz, Eren Esen , Eray Yurtseven , Ethem Erginöz · Mapping of carbon monoxide related death risk in Turkey: a ten-year analysis based on news agency records, *BMC Public Health* 2019 Jan 3;19(1):9.
- 76 - Akkose Ş, Turkmen N, Bulut M, Akgoz S, Iscimen R, Eren B. An analysis of carbon monoxide poisoning cases in Bursa, Turkey. *East Mediterr Heal J*. 2010;16(1):101–6.
- 77 - Canturk N, Basbulut AZ, Canturk G, Dagalp R. Ankara’da 2002-2006 yılları arasında karbonmonoksit zehirlenmeleri otopsi olgularının değerlendirilmesi. *J Forensic Med*. 2008;22(1):25–30.
- 78 - Grace M Christensen , Paul D Creswell , Jon G Meiman · Carbon Monoxide Exposure and Poisoning Cases in Wisconsin, 2006-2016 , *WMJ* 2019 Apr;118(1):21-26.

- 79 - Boztepe H, Yalaki Z, Bilge YD. Evaluation of neurological and cardiological findings in carbonmonoxide poisoning in children. Turkish Arch Pediatr. 2014;49(4):314–22.
- 80 - Sethuraman KN, Douglas TM, Bostick BB, Comer AC, Myers B, Rosenthal RE. Clinical characteristics of pediatric patients with carbon monoxide toxicity. Pediatr Emerg Care. 2017;36(4):178–81.
- 81 - Damlapinar R, Arikan FI, Sahin S, Dallar Y. Lactate level is more significant than carboxihemoglobin level in determining prognosis of carbon monoxide intoxication of childhood. Pediatr Emerg Care. 2016;32(6):377–83.
- 82 - Leman Akcan Yildiz , Ayse Gultekingil, Selman Kesici, Benan Bayrakci , Ozlem Teksam. Predictors of Severe Clinical Course in Children With Carbon Monoxide Poisoning, Pediatr Emerg Care 2021 Jun 1;37(6):308-311
- 83 - Yariv Fruchtman, Zvi H Perry , Tom Leibson , Liat Vered Cohen , Matitiahu Lifshitz , Eugene Leibovitz · Pediatric Carbon Monoxide Poisoning in Southern Israel: A Cross-Sectional Study, Pediatr Emerg Care 2020 Nov;36(11):532-536.
- 84 - Cha YS, Cha KC, Kim OH, Lee KH, Hwang SO, Kim H. Features and predictors of myocardial injury in carbon monoxide poisoned patients. Emerg Med J. 2014;31(3):210–5.
- 85 - Miguel Alvarez Villela , Omar Wever-Pinzon , Mona Parikh , Kayla Deru , Joseph B Muhlestein , Jeffrey L Anderson , Lindell K Weaver · Patterns of cardiac dysfunction after carbon monoxide poisoning ,Undersea Hyperb Med 2020 Third Quarter;47(3):477-485.
- 86 - Wei-Kang Bi , Jin-Lin Wang , Xu-Dong Zhou, Ze-Kun Li , Wen-Wen Jiang , Shao-Bin Zhang, Yong Zou , Ming-Jun Bi, Qin Li . Clinical Characteristics of Visual Dysfunction in Carbon Monoxide Poisoning Patients , J Ophthalmol 2020 Sep 22;2020.
- 87 - I G Simmons , P A Good. Carbon monoxide poisoning causes optic neuropathy , Eye (Lond) 1998;12 (Pt 5):809-14.

- 88 - James H Garcia 1, Sangeeta Khanna .Severe Vision Loss and Intracranial Hypertension Presenting as Delayed Sequelae of "Mild" Carbon Monoxide Poisoning, J Neuroophthalmol 2021 Dec 1;41(4):e703-e707
- 89 - J M Hwang, H W Park. Carbon monoxide poisoning as an epigenetic factor for Leber's hereditary optic neuropathy , Korean J Ophthalmol 1996 Dec;10(2):122-3.
- 90 - Sophie Cai , Anthony Therattil , Lejla Vajzovic . Optical coherence tomography imaging of the pediatric retina, J AAPOS 2020 Oct;24(5):261-267.
- 91 - Helena Lee , Frank A Proudlock, Irene Gottlob . Pediatric Optical Coherence Tomography in Clinical Practice-Recent Progress , Invest Ophthalmol Vis Sci 2016 Jul 1;57(9):OCT69-79.
- 92 - Nedime Sahinoglu-Keskek, Rana Altan-Yaycioglu , Handan Canan , Muge Coban-Karatas , Ayşe Erbay , Nalan Yazıcı, Ozlem Alkan Measurements of Retinal Nerve Fiber Thickness and Ganglion Cell Complex in Neurofibromatosis Type 1, with and Without Optic Pathway Gliomas: A Case Series , Curr Eye Res 2018 Mar;43(3):424-427.
- 93 - Raffaele Parrozzani , Maurizio Clementi, Olympia Kotsafti, Giacomo Miglionico, Eva Trevisson, Gloria Orlando, Elisabetta Pilotto, Edoardo Midena. Optical coherence tomography in the diagnosis of optic pathway gliomas, Invest Ophthalmol Vis Sci 2013 Dec 7;54(13):8112-8.
- 94 - Marina Svetel, Marija Božić , Jelena Vitković, Čarna Jovanović , Nataša Dragašević , Tatjana Pekmezović , Marko Svetel, Aleksandra Tomić , Nikola Kresojević, Vladimir Kostić . Optical coherence tomography in patients with Wilson's disease , Acta Neurol Scand 2021 Aug;144(2):149-154.

- 95 - Sinan Emre, Suzan Güven-Yılmaz , Mahmut Oğuz Ulusoy , Halil Ateş . Optical coherence tomography angiography findings in Behcet patients, *Int Ophthalmol* 2019 Oct;39(10):2391-2399.
- 96 - Mireille N Jabroun , Bilal K AlWattar, Anne B Fulton · Optical Coherence Tomography Angiography in Prematurity, *Semin Ophthalmol* 2021 May 19;36(4):264-269.
- 97 - Trevor A Phinney , Grant J Gibb , Fahad J Laghari . CO poisoning as an associated risk factor for CVT, *Am J Emerg Med* 2018 Jun;36(6):1123.
- 98 - Gunnar Lennerstrand. Delayed Visual Evoked Cortical Potentials In Retinal Disease, *Acta Ophthalmologica*, 1982, 60 (497-504).
- 99 –Minfang Zhang, Wangbin Ouyang, Hao Wang, Xiaohong Meng, Shiyong Li, Zheng Qin Yin. Quantitative assessment of visual pathway function in blind retinitis pigmentosa patients, *Clinical Neurophysiology* 132 (2021) 392–403.
- 100 - Daniah Alshowaier , Con Yiannikas , Alexander Klistorner. Multifocal Visual Evoked Potential (mfVEP) and Pattern-Reversal Visual Evoked Potential Changes in Patients with Visual Pathway Disorders: A Case Series, *Neuroophthalmology* 2015 Aug 25;39(5):220-233.
- 101 - Joshua L Barton , Justin Y Garber , Alexander Klistorner, Michael H Barnett . The electrophysiological assessment of visual function in Multiple Sclerosis, *Clin Neurophysiol Pract* 2019 May 8;4:90-96.

8.ÖZET

KARBONMONOKSİT ZEHİRLENMESİ OLAN ÇOCUK OLGULARDA GÖRSEL UYARILMIŞ POTANSİYELLER (VEP) VE OPTİK KOHERENS GÖZ TOMOGRAFİSİ (OCT) İNCELEMESİ

Çocukluk çağındaki akut zehirlenme vakaları tüm dünyada çocuk acil servislerine başvuruda oldukça yaygındır. Karbonmonoksit inhalasyon yoluyla maruz kalınan zehirlenmelerde acil servise en sık başvuruları oluşturmaktadır.

Karbonmonoksit hem doğrudan hem de oksijenizasyon dağılımını bozarak enerji metabolizmasını etkilemesi sonucunda hücresel hasara yol açmaktadır. Karbonmonoksit hücreye doğrudan girerek hücre içindeki hemoglobinin dokulara oksijen sunum kapasitesini azaltır. Beyinde bazal ganglionlar, talamus ve optik sinir hipoksi duyarlılığı yüksek olup karbonmonoksit zehirlenmesinde en çok hasarlanan dokulardır.

Karbonmonoksit zehirlenmesi ile acil servise başvuruda hastalarda akut dönemde iştahsızlık, bulantı, kusma, halsizlik, şiddetli baş ağrısı, göğüs ağrısı, titreme, dispne-takipne, görmede bulanıklık, dikkat dağınıklığı, konuşma bozukluğu, denge-yürüme bozuklukları, nöbet, koma ve solunum arresti görülmektedir. Karbonmonoksite 12 saatten fazla maruz kalanların retina ve optik sinirlerinde iskemik değişiklikler gelişebilir. İskemik retinopati ve nöropatinin sonucu olarak retinal hemorajiler, venöz tortisioz değişiklikler, atılmış pamuk odakları, bilateral papilödem, optik atrofi ve retinal ödem gibi fizik muayene bulguları tespit edilebilir. Bu nedenle akut karbonmonoksit zehirlenmesi geçirenlerde ayrıntılı göz muayenesi yapılarak görme fonksiyonlarının incelenmesi önerilmektedir. Görme yollarındaki patolojinin ortaya konmasında olaya ilişkin potansiyellerden Görsel uyarılmış potansiyeller (VEP) duyarlılığı oldukça yüksek olan görüntüleme yöntemlerinden biridir. VEP, Pattern VEP- P100 latansı ve Flash VEP– P2 latansının yanında dalga amplitüdlerinin ölçülebildiği görsel uyarı sonucu oksipital korteksde oluşan pozitif polariteli dalga yanıtıdır. Nöronal aktivitenin retinadan oksipital kortekse kadar ileti zamanını ölçer. Görme yolunun bütünlük ve fonksiyonunun bir

ölçümüdür. Görme yollarının değerlendirilmesine olanak sağlayan bir başka teknik olan Optik Koherens Tomografi (OCT); saydam veya yarı saydam dokudan yüksek rezolüsyonlu görüntülerin in-vivo olarak 2-4 mm penetrasyon derinliğinde, düşük ve güçlü bir mikroskobun sağlayabileceği rezolüsyon ile gösteren optik reflektometri temelli bir tekniktir. Ultrasonografik görüntüleme ile aynı prensipleri kullanır, tek fark kaynak olarak lazer ışığının kullanılmasıdır. OCT sistemlerinde görüntü oluşması için en hassas nokta farklı dokulardan yansıyan ışıklardaki zamansal farkın yani yansımanın gecikmesinin ölçümüdür. Bu çalışmada, karbonmonoksit zehirlenmesinden etkilenmiş çocuklarda optik sinir fonksiyonlarının olası bozuklukları VEP ve OCT görüntülemeleri birlikte kullanılarak değerlendirilmesi planlanmıştır. Literatürde, CO zehirlenmesi geçirmiş çocuklarda VEP ile OCT görüntülemesinin birlikte kullanıldığı benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada yirmi CO zehirlenmesi geçiren çocuk ve yirmi sağlıklı çocuk VEP görüntülemesi kullanılarak değerlendirilmiştir. CO zehirlenmesinden etkilenen çocuklar, başvuru anındaki CO-Hemoglobin düzeyleri, başvuru anındaki bilinç durumları, nörolojik, kardiyovasküler ve gastrointestinal sistemdeki semptom varlığı, normobarik veya hiperbarik tedavi almaları, VEP ölçümlerindeki amplitüd ve latans uzaması değerleri ve OCT görüntülemeleri sonuçları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. CO zehirlenmesi geçiren çocukların kontrol grubuna göre; Flash VEP görüntülemesinde sekiz hastada P2 latansları daha uzun iken hem Pattern VEP ölçümlerinde hem de Flash VEP ölçümlerinde amplitüdları normal aralıkta saptanmıştır. CO zehirlenmesine bağlı optik nöropati gelişmesinde VEP ölçümlerinde beklenen latans uzaması miyelin kılıf hasarını gösterirken, amplitüd kaybı olması optik sinirde aksonal bir hasarın varlığını göstermektedir. CO zehirlenmesinde optik sinir hasarının retinadaki yansımasının takibi açısından oldukça duyarlı görüntüleme tekniği olan OCT de ise retinal alanda optik sinir lifi ağının kalınlığı (Retinal Nerve Fiber Layer Thickness –RNFLT) artmış olarak görülebilmektedir. Çalışmamızdaki hastaların tamamına yapılan OCT görüntülemelerinde

RNFLT değerleri normal olarak bulunmuştur. Çalışmamızda; CO zehirlenmesine bağlı uzun dönemde gecikmiş nörolojik sekellerden biri olan optik nöropatinin erişkinden farklı olarak ocuk yaş grubundaki vaka grubumuzda görülmediği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Karbonmonoksit zehirlenmesi, optik nöropati, görsel uyarılmış potansiyel(VEP),optik koherens tomografi(OCT),gecikmiş nörolojik sekeler

9.ABSTRACT

VISUAL-EVOKED POTENTIALS (VEP) AND OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (OCT) IMAGING IN CHILDREN WITH CARBONMONOXIDE POISONING

Acute poisoning cases in childhood are very common in pediatric emergency services all over the world. Carbon monoxide is the most common cause to the emergency department in poisoning by inhalation. Carbon monoxide causes cellular damage both directly and indirectly as a result of affecting energy metabolism by disrupting oxygenation distribution. Carbon monoxide enters the cell directly and reduces the oxygen delivery capacity of the hemoglobin in the cell to the tissues. Basal ganglia, thalamus and optic nerve in the brain are the tissues most susceptible to hypoxia in carbon monoxide poisoning and are the most damaged tissues. In the acute phase of carbon monoxide poisoning effected children in emergency department can be seen as an anorexia, nausea, vomiting, weakness, severe headache, chest pain, tremor, dyspnea-tachypnea, blurred vision, distraction, speech disorder, balance-gait disorders, seizures, coma and respiratory arrest. Exposing of carbon monoxide for more than 12 hours may develop ischemic changes in the retina and optic nerves. As a result of ischemic retinopathy and neuropathy, physical examination findings such as retinal hemorrhages, venous torticoid changes, cotton wool spots, bilateral papilledema, optic atrophy, and retinal edema can be detected. For this reason, it is recommended to examine visual functions by performing a detailed eye examination in patients with acute carbon monoxide poisoning. Visual evoked potentials (VEP), one of the event-related potentials, is one of the imaging methods with a very high sensitivity in revealing the pathology in the visual pathways. VEP, Pattern VEP- P100 latency and Flash VEP- P2 latency, as well as wave amplitudes can be measured as a result of visual stimulation is a wave response with positive polarity in the occipital cortex. VEP measures the transmission time of neuronal activity from the retina to the occipital cortex. It is a measure of the integrity and function of

the visual pathway. Optical coherence tomography (OCT), another technique that allows the evaluation of visual pathways. It is an optical reflectometry-based technique that shows high-resolution images of transparent or translucent tissue in-vivo at a penetration depth of 2-4 mm, with the resolution that a low and powerful microscope can provide. It uses the same principles as ultrasound imaging, the only difference being the use of laser light as the source. The most sensitive point for image formation in OCT systems is the measurement of the temporal difference in the light reflected from different tissues, that is, the delay of reflection. In this study, it was planned to evaluate possible disorders of optic nerve functions in children affected by carbon monoxide poisoning by using VEP and OCT imaging together. Using VEP and OCT imaging in children with CO poisoning is first study in the literature. In this study, twenty children with CO poisoning and twenty healthy children were evaluated using VEP imaging. Children affected by CO poisoning were evaluated by considering their CO-Hemoglobin levels at admission, their state of consciousness at the time of admission, the presence of symptoms in the neurological, cardiovascular and gastrointestinal system, their use of normobaric or hyperbaric treatment, amplitude and latency prolongation values in VEP imaging and OCT imaging results. According to the control group of children who had CO poisoning; P2 latencies were longer in eight patients in Flash VEP imaging, while amplitudes were within the normal range in both Pattern VEP measurements and Flash VEP measurements. In the development of optic neuropathy due to CO poisoning, the expected latency prolongation in VEP measurements indicates myelin sheath damage, while the loss of amplitude indicates the presence of an axonal damage in the optic nerve. In OCT, which is a very sensitive imaging technique in terms of tracking the reflection of optic nerve damage on the retina in CO poisoning, retinal nerve fiber layer thickness (RNFLT) can be seen as increased in the retinal area. All of the patients in our study had normal RNFLT values in OCT imaging. In our study; it was determined that optic neuropathy, which is one of the

delayed neurological sequelae due to CO poisoning, was not seen in the pediatric patient group, unlike adults.

Keywords: Carbon monoxide poisoning, optic neuropathy, visual evoked potential (VEP), optical coherence tomography (OCT), delayed neurological sequelae



10.EKLER

EK-1. Gönüllü Olur Formu

**GAZİ ÜNİVERSİTESİNDE
OKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUK HASTALARDA YAPILACAK
“GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR” DA
YER ALACAK “ÇOCUKLAR” İÇİN
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ**

Araştırma Projesinin Adı: Karbonmonoksit Zehirlenmesi olan Çocuk Olgularda Görsel Uyarılmış Potansiyeller (VEP) ve Optik Koherens Göz Tomografisi (OCT) İncelemesi

Sorumlu Araştırmacının Adı: PROF .DR. ERCAN DEMİR

Diğer Araştırmacıların Adı: ARŞ. GÖR. DR. DİDEM YILMAZ

Sevgili.....

Benim adım Dr Didem YILMAZ Senin şu andaki hastalığın olan, Karbonmonoksit zehirlenmesi konusunda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız, bu hastalığın (*teşhisinin konulmasında yeni bir yöntem geliştirmek/etkili bir tedavisini bulabilmek/v.b*) ve senin gibi bu hastalığa sahip olan çocukların daha az canı yanarak hastanede izlenmesini sağlamaktır.

Araştırmaya ben, PROF .DR. ERCAN DEMİR ve bazı başka doktorlar katılacaklar. Eğer sen de bu araştırmaya katılmayı istersen, sana tedavin için yapılan işlemlerin dışında herhangi bir şey yapılmayacak. Sadece, tedavin sırasında zaten yapılacak olan göz muayenesi ve sana gösterilecek resimler ile senin bu görüntüleri nasıl algıladığını öğrenmek için ölçümlerden oluşuyor.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak senin adın ve tahlil sonuçlarını kimseye açıklamayacağız.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılıp katılmaman için onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu anne ve/veya baban ile konuşabilirsin. Eğer katılmak istemezsen hiç kimse sana kızmaz veya küsmez. Doktorlar sana önceden olduğu gibi iyi davranacak, tedavini aynen sürdürecektir.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim aşağıda yazıyor.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanı at. Daha sonra bu formun bir kopyası sana ve ailine verilecektir.

EK-1. (devamı) Gönüllü Olur Formu

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştıracının adı-soyadı, ünvanı: DR. DİDEM YILMAZ

Adres: GAZİ ÜNİVERSİTESİ ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANA BİLİM
DALI

İmza:



EK-2. Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİNDE
OKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUK HASTALARDA YAPILACAK
“GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR” DA YER ALACAK
“SAĞLIKLI ÇOCUKLAR” İÇİN
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ

Araştırma Projesinin Adı: Karbonmonoksit Zehirlenmesi olan Çocuk Olgularda Görsel Uyarılmış Potansiyeller (VEP) ve Optik Koherens Göz Tomografisi (OCT) İncelemesi

Sorumlu Araştırmacının Adı: PROF .DR. ERCAN DEMİR

Diğer Araştırmacıların Adı: ARŞ. GÖR. DR. DİDEM YILMAZ

Sevgili.....

Benim adım Dr Didem YILMAZ Senin yaşlarında olup da Karbonmonoksit Zehirlenmesi hastalığı olan çocuklarda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız, bu hastalığın erken dönemde şikayete neden olmadan teşhisinin konulmasında yeni bir yöntem geliştirmek/etkili bir tedavisini bulabilmek ve bu hastalığa sahip olan çocukların daha az canı yanarak hastanede izlenmesini sağlamaktır.

Bu araştırmayı sürdürebilmek için hasta çocukların yanı sıra onların yaşlarına yakın olan sağlıklı çocukları da araştırmaya katmamız gerekiyor. Araştırmaya ben, PROF .DR. ERCAN DEMİR ve bazı başka doktorlar katılacaklar. Eğer sen de bu araştırmaya katılmayı istersen yapılacak olan işlem göz muayenesi ve sana gösterilecek resimler ile senin bu görüntüleri nasıl algıladığını öğrenmek için ölçümlerden oluşuyor.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak senin adını ve tahlil sonuçlarını kimseye açıklamayacağız.

Eğer bu çalışmaya katılırsan hasta çocukların daha güvenilir ve başarılı bir şekilde tanı almasına ve tedavi edilmesine katkı sağlamış olacaksın.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılıp katılmaman için onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu anne ve/veya baban ile konuşabilirsin. Eğer katılmak istemezsen hiç kimse sana kızmaz veya küsmez.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim aşağıda yazıyor.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanı at. Daha sonra bu formun bir kopyası sana ve ailene verilecektir.

EK-2. (devamı) Gönüllü Olur Formu

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştıracının adı-soyadı, ünvanı: DR. DİDEM YILMAZ

Adres: GAZİ ÜNİVERSİTESİ ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANA BİLİM

DALI

İmza:



EK-3. Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİNDE
ÇOCUK HASTALARDA YAPILACAK OLAN
“GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR”
İÇİN “EBEVEYN” BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ

Araştırma Projesinin Adı: Karbonmonoksit Zehirlenmesi olan Çocuk Olgularda Görsel Uyarılmış Potansiyeller (VEP) ve Optik Koherens Göz Tomografisi (OCT) İncelemesi

Sorumlu Araştırmacının Adı: PROF .DR. ERCAN DEMİR

Diğer Araştırmacıların Adı: ARŞ. GÖR. DR. DİDEM YILMAZ

Değerli anne ve babalar;

Çocuğunuzun, kliniğimizde yapılması planlanan “KARBONMONOKSİT ZEHİRLENMESİ OLAN ÇOCUK OLGULARDA GÖRSEL UYARILMIŞ POTANSİYELLER (VEP) VE OPTİK KOHERENS GÖZ TOMOGRAFİSİ (OCT) İNCELEMESİ” isimli bir çalışmada yer alabilmesi için sizden izin istiyoruz. Çocuğunuzun bu çalışmaya davet edilmesinin nedeni onda KARBONMONOKSİT ZEHİRLENMESİ görülmüş olmasıdır. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çocuğunuzun çalışmaya katılması konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer çocuğunuzun katılmasını isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma hakkında çocuğunuza da bilgi vereceğiz ve ondan da bu çalışmaya katılması için izin alacağız.

Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, çocuğumdan başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

- Bu çalışma ile amaçlanan, karbonmonoksit zehirlenmesi sonrasında gelişebilecek optik sinir ve retinal anormalliklerin OCT ve VEP tetkiklerinin kullanılarak araştırılması
- CO zehirlenmesi sonrasında görmede kırma kusurları, diplopi ,körlük gibi uzamış oftalmolojik etkilenme olabileceği gibi erken dönemde klinik bulgu vermeden optik nöropatiye de neden olabilir. Karbonmonoksit zehirlenmesi sonrası retinada iskemi veya hemoraji gelişebilir. VEP testi optik sinir fonksiyonlarını değerlendirmede, OCT ise retinayı değerlendirmede kullanılmaktadır. CO zehirlenmesi olgularında olası optik sinir ve retinal etkilenme VEP testi ve OCT ile değerlendirilebilir.Bu sebeple CO zehirlenmeli olgularda bu değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir.
- Çalışmaya 20 vaka,20 kontrol gurubu olacak şekilde toplamda 40 kişinin alınması planlanmaktadır.

Çocuğum bu çalışmaya katılmalı mı?

Çocuğunuzun bu çalışmada yer alıp almaması tamamen size bağlıdır. Eğer katılmasına izin verirsiniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalanmak için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda çocuğunuzu çalışmadan çekebilirsiniz. Eğer katılmasını istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından çocuğunuz için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çocuğunuzun çalışmaya devam etmesinin yararlı olmayacağına karar verebilir ve onu çalışma dışı bırakabilir.

EK-3. (devamı) Gönüllü Olur Formu

Çocuğum bu çalışmaya katılırsa onu neler bekliyor?

Bu araştırma kapsamında çocuğunuza, tedavisi için yapılan rutin işlemlerin dışında herhangi bir girişim yapılmayacaktır. Çalışma yalnızca, tedavisi sırasında zaten yapılacak olan VEP VE GÖZ MUAYENESİNİN İÇİNDEKİ OCT tetkikinde yürütülecektir. Çocuğunuzun bu çalışmada kalma süresi 6 (ALTI)AY olarak düşünülmüştür.

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları nelerdir, çocuğumun görebileceği olası bir zarar durumunda ne yapılacak?

1. Çalışma süresince herhangi bir risk ve zarar beklenmemektedir.
2. Araştırmadan dolayı çocuğunuzun göreceği olası bir zararda gerekli her türlü tıbbi müdahale tarafımızdan yapılacaktır; bu konudaki tüm harcamalar da tarafımızdan üstlenilecektir.

Çocuğumun bu çalışmada yer almasının yararları nelerdir?

Karbonmonoksit zehirlenmesi sonrasında retinal ve optik sinirde kliniğe yansımadan çok daha erken dönemde saptanabilecek etkilere karşı erken tanı ile tedavisinin düzenlenmesi ; tedavisi sonrasında iyileşme düzeyinin karşılaştırmalı olarak ortaya konabilmesi

Çocuğumun bu çalışmaya katılmasının maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Çocuğumun kişisel bilgileri nasıl kullanılacak?

Çalışma doktorunuz çocuğunuz ile ilgili kişisel bilgileri, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak çocuğunuzun kimlik bilgileri gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, çocuğunuz ile ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, sonuçlar hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak çocuğunuzun kimliği açıklanmayacaktır.

Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?

Çalışma ilacı ile ilgili bir sorunuz olduğunda ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : DİDEM YILMAZ

GÖREVİ : ARAŞ GÖRD

TELEFON

(Katılımcı çocuğun ebeveyninin beyanı)

GÜTF Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim dalında, Dr. Didem YILMAZ tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum.

Çocuğumun araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer çocuğumun çalışmaya katılmasını reddedersem, bu durumun çocuğumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden çocuğumu araştırmadan çekebilirim.

EK-3. (devamı) Gönüllü Olur Formu

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımızda; herhangi bir saatte, Dr. Didem YILMAZ (Doktor ismi), 0539 235 33 70 numaralı telefondan ve Gazi Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Çocuk Nöroloji Bilim Dalı'ndan arayabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla, çocuğumun söz konusu klinik araştırmaya katılmasını gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştıracının adı-soyadı, ünvanı:

EK-4. Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİNDE ÇOCUKLARDA YAPILACAK OLAN

“GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR” DA YER ALACAK “SAĞLIKLI ÇOCUĞUN EBEVEYNİNE” YÖNELİK

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ

Araştırma Projesinin Adı: Karbonmonoksit Zehirlenmesi olan Çocuk Olgularda Görsel Uyarılmış Potansiyeller (VEP) ve Optik Koherens Göz Tomografisi (OCT) İncelemesi

Sorumlu Araştırmacının Adı: PROF .DR. ERCAN DEMİR

Diğer Araştırmacıların Adı: ARŞ. GÖR. DR. DİDEM YILMAZ

Değerli anne ve babalar;

Benim adım Dr Didem YILMAZ Sizin çocuğunuzun yaşlarında olup da Karbonmonoksit Zehirlenmesi hastalığı olan çocuklarda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız, bu hastalığın erken dönemde şikayete neden olmadan olabilecek kötü etkilerinin ortaya konmasında erken tanısı ile tedavisinin düzenlenmesi ve tedavi sonrasında iyileşmenin olup olmadığının ölçülebilmesi ile bu hastalığa sahip olan çocukların daha az canı yanarak hastanede izlenmesini sağlamaktır.

Bu araştırmayı sürdürebilmek ve sonuçları doğru değerlendirilebilmek için aynı yaş gruplarında sağlıklı çocuklar ile karşılaştırılmalarına gereksinim vardır.

Araştırmaya ben, Dr Didem YILMAZ ve bazı başka doktorlar katılacaklar. Eğer sizin çocuğunuzun da bu araştırmaya katılmasını isterseniz çocuğunuzdan istenen tek şey görsel uyarı ile ölçümü sırasında ve göz muayenesi sırasında ölçümlere izin vermesidir.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak sizin çocuğunuzun adını ve tahlil sonuçlarını kimseye açıklamayacağız.

Eğer çocuğunuzun bu çalışmaya dahil edilmesine izin verirseniz Karbonmonoksit Zehirlenmesi isimli hastalığa sahip olan akranlarının daha güvenilir ve başarılı bir şekilde tanı almasına ve tedavi edilmesine katkı sağlamış olacaksınız.

Bu araştırma hakkında çocuğunuza da bilgi vereceğiz ve ondan da bu çalışmaya katılması için izin alacağız. Aklınıza şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsiniz. Telefon numaram ve adresim aşağıda bulunmaktadır.

Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını kabul ediyorsanız lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanızı atınız. Daha sonra bu formun bir kopyası size verilecektir.

EK-4. (devamı) Gönüllü Olur Formu

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştıracının adı-soyadı, ünvanı: DR.DİDEM YILMAZ

Adres:GAZİ ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI
ANABİLİMDALI,ÇOCUK NÖROLOJİ BİLİMDALI

Tel:

İmza:

11.ÖZGEÇMİŞ

Adı: Didem

Soyadı: Yılmaz

Doğum yeri ve tarihi: Gölbaşı/Ankara, 25.05.1992

Eğitimi: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi/Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD
uzmanlık eğitimi (2018-2023)

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi (2010-2016)

Nermin Mehmet Çekiç Anadolu Lisesi (2006-2010)

Toplu Konut İlköğretim Okulu, Eryaman/Ankara (1998-2006)

Yabancı dili: İngilizce

Bilimsel etkinlikleri: Neonatal Resüsitasyon Programı Kursu, Ağustos 2022, Ankara

56.Türk Pediatri Kongresi, Yenidoğan Kursu, Ekim 2021, Antalya

Tıpta İletişim Becerileri Temel Eğitimi, Eylül 2021, Ankara

Hemofili Vakalarla Eğitim Sempozyumu-Heves Şubat 2019, Antalya

Çocuklarda İleri Yaşam Desteği Kursu, Aralık 2019, Ankara

Anne Sütü ve Emzirme Danışmanlığı Eğitimi Mayıs 2018, Ankara

İletişim: didem.ylz@gmail.com / (+90)539 235 33 70