



**T.C. SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**  
**GÜLHANE EğİTİM VE ARAşTIRMA HASTANESİ**

**SUALTI HEKİMLİğİ VE HİPERBARİK TIP ANABİLİM DALI**

**SUALTI HEKİMLİğİ VE HİPERBARİK TIP KLİNİğİ'NDE**  
**ACİL ENDİKASYONLARLA HİPERBARİK OKSİJEN**  
**TEDAVİSİ UYGULANAN PEDİATRİK HASTALARIN**  
**DEğERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Özge Yeşilgül**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

ANKARA/2022



**T.C. SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**  
**GÜLHANE EğİTİM VE ARAşTIRMA HASTANESİ**

**SUALTI HEKİMLİğİ VE HİPERBARİK TIP ANABİLİM DALI**

**SUALTI HEKİMLİğİ VE HİPERBARİK TIP KLİNİğİ'NDE**  
**ACİL ENDİKASYONLARLA HİPERBARİK OKSİJEN**  
**TEDAVİSİ UYGULANAN PEDİATRİK HASTALARIN**  
**DEğERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Özge Yeşilgül**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Münire Kübra zgk Kangal**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

ANKARA/2022

## TEŞEKKÜR

“Ben, manevi miras olarak hiçbir nass-ı katı, hiçbir dogma, hiçbir donmuş ve kalıplaşmış kural bırakmıyorum. Benim manevi mirasım, bilim ve akıldır.” sözü ile mirasını korumayı bir görev bildiğim Mustafa Kemal ATATÜRK’e,

Ülkemizde Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı’nı kuran ve gelişiminde büyük katkısı olan Prof.Dr. Maide Çimşit’e,

Uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgi birikimi ve deneyimlerinden yararlandığım, bilimsel yaklaşımı, çalışkanlığı ve zaman yönetimiyle bana örnek olan, tez çalışmamı yürütürken tavsiye, yönlendirme ve katkıları ile hiçbir konuda desteğini esirgemeyen değerli hocam, tez danışmanım Doç. Dr. Münire Kübra Özgök Kangal’a,

Hastalara yaklaşımı, pratik çözümleri ve tecrübesi ile mesleki bakış açımında farklı bir pencere açan sayın hocam Dr.Öğr. Üyesi Taylan Zaman’a,

Kısa bir süre birlikte çalışma fırsatı bulmuş olsam da eğitim sürecime ve klinik pratiğime katkısı olan Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Hakan Gündüz , Uzm.Dr. Cesur Üstünel ve Uzm.Dr. Burak Turgut’a,

Birlikte geçirdiğimiz asistanlık döneminin ardından kendisinin uzmanlık sürecinde, benim katastrofik nöbetlerimden nasibini almış, birlikte çok büyük tecrübeler edindiğimiz, fikir alışverişi yaptığımız Uzm.Dr.Kübra Canarslan Demir’e,

Tanımtan ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, başta aynı odayı paylaştığım Dr. Ezgi Uslu İçli, Dr. Ayşegül Aslantaş, Dr. Lale Atlı, Dr. Hayriye Dilara Bedir, Dr. Sinemcan Çetinkaya Dulay, Dr. Gözde Büşra Sarıyerli Dursun olmak üzere birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma,

Özverili, içten ve deneyimli bir ekiple çalışmanın bir şans olduğunu eğitimim boyunca her daim bana fark ettiren İlknur Tosun, Sevinç Korucu, Ayşegül Soydan ve Nurhan Özcan, Soner Tunca, Ümit Atabey, Burak Baştürk ve Ali Kaya, Seher Tulunay, Gülay Yurdayardım ve Engin Avcı’ ya,

Tıp fakültesinden itibaren yollarımızın birleştığı, ikinci ailem olan, can kızlarım, dostlarım Dr. Özlem Ekici, Dr.Neslihan Genç, Dr.Ruken Zeydan, Dr. Zehra Yücel ve Dr. Fatma Elmas'a,

Koordinatlarımızın kesişmesi ile hayattaki en büyük şansımı kullandığımı düşündüğüm, vicdanı ve hoşgörüsü ile bana örnek olan, desteğinden güç aldığım Özgür Yanıt Kaya'ya,

Hayat iniş ve çıkışlarla devam ederken, koşulsuzca sevgi ve desteğini her zaman hissettiğim, büyük bir emek ve özveriyle beni bugünlere getiren, hayatımın en büyük mimarları olan canım annem Bilgi Yeşilgül, babam İsmail Yeşilgül ve ağabeyim Önder Yeşilgül'e candan teşekkür ederim.

Dr. Özge Yeşilgül

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	iii
KISALTMALAR VE SEMBOLLER .....	vi
TABLO LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET .....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. TANIM.....	4
2.2.TARİHÇE .....	6
2.3. HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİNİN ETKİ MEKANİZMALARI.....	8
2.3.1. Fiziksel Temeller.....	8
2.3.2 Boyle Gaz Yasası .....	8
2.3.3. İdeal Gaz Yasası.....	8
2.3.4. Dalton Gaz Yasası.....	8
2.3.5. Henry Gaz Yasası.....	9
2.3.6. Charles ve Gay-Lussac Gaz Yasası.....	9
2.3.2.1. Basıncın etkisi .....	10
2.3.2.2. Parsiyel oksijen basıncının artışına bağlı etkiler.....	10
2.3.2.2.1. Antihipoksik etki.....	10
2.3.2.2.2. Antiödem etki.....	12
2.3.2.2.3. Kardiyovasküler etki .....	12

2.3.2.2.4. Antitoksik etki.....	13
2.3.2.2.5. Antibakteriyel etki.....	13
2.3.2.2.6. Yara iyileşmesi üzerine etkileri.....	14
2.4.HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİNİN ENDİKASYONLARI .....	14
2.4.1 Karbonmonoksit İntoksikasyonu .....	18
2.4.2. Ani İdiyopatik İşitme Kaybı .....	20
2.4.3. Retinal Arter Tıkanıklıkları.....	21
2.4.4. Periferik İskemiler.....	21
2.4.5. Ürolojik Aciller .....	22
2.4.6. Anoksik Beyin Hasarı .....	23
2.5. HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİ KOMPLİKASYONLARI VE YAN ETKİLERİ.....	24
2.6. HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİ KONTRENDİKASYONLARI .....	25
2.7. HBOT UYGULANIRKEN PEDİATRİK YAŞ GRUBUNA ÖZEL DİKKAT GEREKTİREN HUSUSLAR.....	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	29
4. BULGULAR.....	36
4.1. KARBONMONOKSİT İNTOKSİKASYONU .....	42
4.2. ANİ İŞİTME KAYBI.....	50
4.3. ÜROLOJİK ACİLLER .....	50
4.4. PERİFERİK İSKEMİ.....	51
4.5. RETİNAL ARTER TIKANIKLIĞI.....	52
4.6. ANOKSİK BEYİN HASARI.....	52
5. TARTIŞMA .....	53
6. SONUÇLAR .....	62
7. KAYNAKLAR .....	63

8. ÖZGEÇMİŞ .....	69
9. EKLER.....	70
EK-1: ETİK KURUL ONAYI .....	70
EK-2: ÖZGÜNLÜK RAPORU .....	71

## KISALTMALAR VE SEMBOLLER

AGE	: Arteriyel Gaz Embolisi
ATA	: Atmosfer Absolut
AİK	: Ani İdiyopatik İşitme Kaybı
CD	: Ksantin Dehidrojenaz
CO	: Karbonmonoksit
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
COX	: Ksantin Oksidaz
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
DH	: Dekompresyon Hastalığı
ECHM	: European Committee for Hyperbaric Medicine
EUBS	: European Underwater and Baromedical Society
GNS	: Geç Nörolojik Sekel
Hb	: Hemoglobin
HBOT	: Hiperbarik Oksijen Tedavisi
HIF1 $\alpha$	: Hipoksi ile indüklenen faktör-1 $\alpha$
ICAM	: Intercellular adhesion molecule
İTS	: İntratimpanik Steroid
KKM	: Komuta Kontrol Merkezi
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
MBP	: Myelin Bazik Protein
NLO	: Nötrofil Lenfosit oranı
NO	: Nitrik Oksit
O <sub>2</sub>	: Oksijen



ONOO	: Peroksinitrit
PLO	: Platelet Lenfosit oranı
PO <sub>2</sub>	: Parsiyel Oksijen Basıncı
RAT	: Retinal Arter Tıkanıklığı
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
SSS	: Santral Sinir Sistemi
SUT	: Sağlık Uygulama Tebliği
UHMS	: Underwater and Hyperbaric Medicine Society

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b> Tek kişilik ve çok kişilik basınç odasının özellikleri.....	5
<b>Tablo 2.2.</b> UHMS'nin HBOT endikasyonları listesi.....	15
<b>Tablo 2.3.</b> ECHM HBOT endikasyon listesi.....	15
<b>Tablo 2.4.</b> ECHM tarafından önerilen kabul edilmemiş HBOT endikasyon listesi..	16
<b>Tablo 2.5.</b> ECHM tarafından uygulanmaması önerilen HBOT endikasyon listesi ...	16
<b>Tablo 2.6.</b> Sağlık Uygulama Tebliği'nde yer alan HBOT endikasyon listesi.....	17
<b>Tablo 2.7.</b> COHb yarılanma süreleri .....	19
<b>Tablo 3.1.</b> Genel tedavi sonuçları değerlendirilirken belirlenen dört ana başlığın tanımları .....	32
<b>Tablo 3.2.</b> Siegel Kriterleri ve çalışmamızda AİK hastaları için belirlenen tedavi sonucu tanımları.....	33
<b>Tablo 4.1.</b> Hastalara uygulanan HBOT seans sayıları ve tedavi sonuçları .....	38
<b>Tablo 4.2.</b> HBOT uygulamasına dair teknik bilgiler.....	40
<b>Tablo 4.3.</b> HBOT endikasyonlarına göre hastaların ilk 24 saat seans sayıları, toplam seans sayıları yaş grupları ve HBOT protokolü özelliklerinin dağılımları.....	41
<b>Tablo 4.4.</b> Basınç odası türleri karşılaştırması .....	42
<b>Tablo 4.5.</b> CO İntoksikasyonu olan hastaların demografik özellikleri ve HBOT uygulamalarına ait sayısal veriler .....	43
<b>Tablo 4.6.</b> CO İntoksikasyonu olan hastaların acil servise başvurusundaki laboratuvar bulguları.....	45
<b>Tablo 4.7.</b> Yaş grupları arasında yapılan karşılaştırma .....	46
<b>Tablo 4.8.</b> COHb değerleri $<25$ olanlarla $\geq 25$ olanların karşılaştırmaları.....	47
<b>Tablo 4.9.</b> COHb değerleri $<25$ olanlarla $\geq 25$ olanların laboratuvar değerlerinin karşılaştırması .....	48

**Tablo 4.10.** NLO değerleri ile laboratuvar parametreleri arasında korelasyon..... 49

**Tablo 4.11.** PLO değeri ile laboratuvar parametreleri arasındaki ilişki ..... 49

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. SBÜ Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı'nda kullanılan tek kişilik basınç odası .....	4
Şekil 2.2. SBÜ Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı'nda kullanılan çok kişilik basınç odası .....	5
Şekil 2.3. Hiperbarik ortamda O <sub>2</sub> – Hb Disosiasyon Eğrisi .....	11
Şekil 3.1: Tek kişilik basınç odasında uygulanan “Protokol 1” .....	30
Şekil 3.2. Tek kişilik basınç odasında uygulanan “Protokol 2” .....	30
Şekil 3.3. Çok kişilik basınç odasında uygulanan “Protokol 3” .....	31
Şekil 4.1. Çalışmaya dahil edilen hasta sayısına ait akış diyagramı .....	36
Şekil 4.2. Hastaların yaş dağılımları .....	37
Şekil 4.3. Hastaların konsülte eden illere göre dağılımları .....	37
Şekil 4.4. Konsültasyon ile ilk HBOT arasında geçen süre .....	38
Şekil 4.5. HBOT endikasyonlarına göre hasta gruplarının dağılımı .....	39
Şekil 4.6. CO İntoksikasyonu tanısıyla başvuru alınan iller .....	43
Şekil 4.7. CO intoksikasyonu endikasyonu ile HBOT alan pediatrik hastaların maruziyet kaynaklarının dağılımı .....	44
Şekil 4.8. CO intoksikasyonu hastalarının semptom dağılımları .....	44
Şekil 4.9. Kardiyak enzim yüksekliği gösteren hastaların dağılımı .....	46

# SUALTI HEKİMLİĞİ VE HİPERBARİK TIP KLİNİĞİ'NDE ACİL ENDİKASYONLARLA HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİ UYGULANAN PEDIATRİK HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZET

**Amaç :** Hiperbarik Oksijen Tedavisi (HBOT), hastanın tamamen kapalı bir basınç odasında ve 1 mutlak atmosferden daha yüksek bir basınçta, %100 oksijen soluduğu bir tedavidir. Birçok endikasyonda erişkin ve çocuk hastalara elektif ve acil şartlarda başarıyla uygulanmaktadır. Pediatrik hasta grubunda, HBOT'ye uyum (basınç eşitleme tekniklerine uyum sağlayabilme, ebeveyn refakati gerekebilmesi, uygun ekipman varlığı ...) ve oluşabilecek istenmeyen etkiler erişkin hastalardan daha farklı bir değerlendirme gerektirebilmektedir. Çalışmamız ile pediatrik hastalarda acil şartlarda edindiğimiz deneyimlerimizi ortaya koymak, olası sorunlar için çözüm önerileri sunmak, bu grubun erişkin hasta grubu ile farklılıkları bilimsel platformda sunulabilmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmamızda, Gülhane Eğitim Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği'nde 01 Ocak 2017 – 01 Ocak 2022 tarihleri arasında acil endikasyonlarla en az 1 (bir) HBOT seansı uygulanmış, 18 yaş altı 179 hasta çalışmaya dahil ederek hastaların demografik verileri, endikasyonları, genel tedavi sonuçları, yaşanan komplikasyonlar retrospektif olarak analiz edilmiştir. İkincil olarak ise pediatrik vakalarımız arasında <1 yaş, 1-5 yaş, 6-11 yaş, 12-18 yaş grupları arasındaki endikasyonlar, tedavi sonuçları ve komplikasyonlar karşılaştırılmıştır.

**Bulgular:** Çalışmaya dahil edilen 179 pediatrik hastanın ortalama yaşı  $8,6 \pm 5,6$  yıl olup 98'i (%54,7) erkekti. Hastaların 167'sinde HBOT'ye gecikme süresi ortalama  $6,25 \pm 5,25$  saattir ve 173'ü (%96,6) ilk 24 saat içinde bir seans HBOT almıştı. Endikasyon dağılımına göre hasta grupları incelendiğinde 156 (%87,2) hastaya CO intoksikasyonu nedeniyle HBOT uygulandığı görüldü. Acil olarak HBOT uygulanan pediatrik hastaların 161'inde (%95,3) şifa sağlanırken, hastaların 176'sında (%98,3) HBOT ilişkili komplikasyon gelişmeden tedavi tamamlanmıştı. Tedaviler sırasında not edilmiş HBOT ilişkili tek komplikasyonun hastaların 3'ünde (%1,7) gelişen orta

kulak barotravması olduğu görüldü. Refakatçi varlığı araştırıldığındaysa hasta yaşı arttıkça refakatçi ihtiyacının azaldığı, ayrıca <12 ay hastalar ile 1-5 yaş arası hasta grubu arasında refakatçi varlığı açısından anlamlı bir fark olmadığı saptandı.

**Sonuç:** Çalışmamız <18 yaş hastalarda acil endikasyonlarda HBOT'nin güvenli ve başarılı bir şekilde uygulanabildiğini göstermiştir. Literatürde, acil endikasyonlarla HBOT alan çocuk hastalara dair yayınlar kısıtlıdır, bu anlamda çalışmamızın sonuçları literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Hiperbarik oksijen tedavisi, pediatrik, karbonmonoksit zehirlenmesi

**EVALUATION OF PEDIATRIC CASES TREATED WITH HYPERBARIC  
OXYGEN THERAPY WITH EMERGENCY INDICATIONS IN  
UNDERWATER AND HYPERBARIC MEDICINE CLINIC**

**ABSTRACT**

**Aim:** Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) is a treatment in which the patient breathes 100% oxygen in a completely closed chamber and at a pressure higher than 1 absolute atmosphere. It is successfully applied to adult and pediatric patients in many indications, under elective and emergency conditions. In the pediatric patient group, adaptation to HBOT (adapting to pressure equalization techniques, needing parental support, availability of appropriate equipment...) and possible adverse effects may require a different evaluation than adult patients. With our study, it is aimed to present our experiences in pediatric patients in emergency conditions, to offer solutions for possible problems, and to present the differences of this group with the adult patient group on a scientific platform.

**Materials and Methods:** In our study, 179 patients under the age of 18 who underwent at least 1 HBOT session with emergency indications between January 01, 2017 and January 01, 2022 in the Underwater and Hyperbaric Medicine Clinic of Gülhane Training and Research Hospital were included. The patients' demographic data, indications, general treatment results and complications were analyzed retrospectively. Secondly, the indications, treatment results and complications between <1 years, 1-5 years, 6-11 years, 12-18 years of age groups among our pediatric cases were compared.

**Results:** The mean age of 179 pediatric patients included in the study was  $8.6 \pm 5.6$  years, and 98 (54.7%) were male. The mean delay time to HBOT in 167 of the patients was  $6.25 \pm 5.25$  hours, and 173 (96.6%) received a session of HBOT within the first 24 hours. When the patient groups were examined according to the distribution of indications, it was seen that HBOT was applied to 156 (87.2%) patients due to CO intoxication. Healing was achieved in 161 (95.3%) of the pediatric patients who were administered HBOT with emergency indications, and treatment was completed in 176

(98.3%) of the patients without any HBOT-related complications. The only HBOT-related complication noted during the treatments was middle ear barotrauma in 3 (1.7%) of the patients. When the presence of a companion was investigated, it was found that the need for a companion decreased as the age of the patient increased, and there was no significant difference between the patients <12 months and the patient group aged 1-5 years in terms of the presence of a companion.

**Conclusion:** Our study has shown that HBOT can be applied safely and successfully in patients <18 years of age in emergency indications. In the literature on pediatric patients receiving HBOT for emergency indications are limited, in this sense, the results of our study make an important contribution to the literature.

**Keywords:** Hyperbaric oxygen therapy, pediatrics, carbon monoxide poisoning



# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hiperbarik Oksijen Tedavisi (HBOT) “Hastanın tamamen kapalı bir basınç odasında ve 1 mutlak atmosferden (Atmosfer absolut =ATA) daha yüksek bir basınçta, %100 oksijen (O<sub>2</sub>) soluduğu bir tıbbi tedavi şekli” olarak tanımlanmaktadır. Deniz seviyesinde 1 ATA, 760 mm cıva basınca eşittir [1]. Bazı durumlarda HBOT birincil tedavi yöntemi olarak uygulanırken, bazı durumlarda ise cerrahi veya farmakolojik tedavilere destek olarak uygulanır[2]. HBOT, tek kişilik veya çok kişilik basınç odasında uygulanabilmektedir [3].

HBOT’ nin, yüksek basınç maruziyetine bağlı olarak mekanik etkisi ve parsiyel oksijen basıncındaki (PaO<sub>2</sub>) artışa bağlı olarak hiperoksi etkisi bulunmaktadır. Çeşitli gaz yasaları HBOT etki mekanizmalarının temelini oluşturur, Boyle-Mariotte Yasası’na göre sabit sıcaklıkta bir gazın hacmi ile basıncı arasındaki ilişki ters orantılıdır. Dekompresyon Hastalığı (DH) ve arteriyel gaz embolisi (AGE) tedavisinde bu gaz yasasından faydalanılır. Aynı zamanda HBOT sırasında ortaya çıkabilecek orta kulak barotravması ve pulmoner barotravma bu yasanın etkisi ile meydana gelir. Henry Yasası’nda ise, bir sıvı veya dokuda çözünen gaz miktarının, sıvı veya doku ile temas halindeki gazın kısmi basıncı ile orantılı olduğu belirtilir. Vücut sıvılarında ve dokularında asal gazların (örneğin nitrojen) basınca bağlı çözünürlüğü, maruziyetten sonra ortam basıncının düşmesine bağlı olarak dokuların aşırı doygunluğa ulaşmasına ve DH gelişmesine neden olabilir. Bununla birlikte, bir miktar O<sub>2</sub> kanda çözünmüş olarak taşınır ve bu miktar, Henry Yasası’na bağlı olarak basınç arttıkça artar ve doku oksijenasyonunu en üst düzeye çıkarır. Dokulara oksijen sunumunun azalmış olduğu hastalıklarda (örneğin; karbonmonoksit (CO) intoksikasyonu, periferik iskemiler, iyileşmeyen yaralar ) bu mekanizmadan faydalanılır. Bir diğer gaz yasası olan Dalton Yasası, bir karışım gazda içerikteki her elementin, fraksiyonuyla orantılı bir basınç (kısmi basınç) uyguladığını belirtir. Klinik pratikte bu gaz yasası; gaz karışımında belirli bir yüzdede (hacim %) gazın, ortam basıncında solunduğunda toksik olmamasını, yüksek basınçta solunduğunda artan kısmi basınçla beraber toksik hale gelebilmesini açıklar [4], [5] .

Hücresel ve biyokimyasal düzeyde HBOT; anjiyogenezi ve yara iyileşmesini destekler, bazı anaeroblara bakterisidal etki gösterir, hipoksik dokularda nötrofil aracılı bakteri ölümünü iyileştirir, lökosit adezyonunu azaltır, hücresel hasara neden olan proteazların ve serbest radikallerin salınımını önler [6].

Sualtı ve Hiperbarik Tıp Derneği (Undersea and Hyperbaric Medical Society-UHMS) ve Avrupa Hiperbarik Tıp Kurulu (European Committee for Hyperbaric Medicine-ECHM) tarafından periyodik olarak güncel HBOT endikasyonları yayımlanmaktadır. Ülkemizde de Sağlık Uygulama Tebliği (SUT)'nde belirtilen endikasyon listesine göre HBOT uygulamaları yapılmaktadır [7]. Sualtı ve Hiperbarik Tıp Derneği'nin resmi internet sitesinde yayımlanmış olan listeye göre Türkiye'de 25 ilde basınç odası bulunmaktadır [8].

HBOT, acil ve elektif şartlarda, erişkin ve çocuk hastalara uygulanabilmektedir. Birçok HBOT merkezinde, tedavi alan hastaların çoğunluğunu erişkin hastalar oluşturmakta ve çocuk hasta başvurusu nispeten daha az olmaktadır. Literatürde, acil endikasyonlarla HBOT alan pediatrik hastalara dair verilerin yer aldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır [9], [10]. Dolayısıyla acil şartlarda HBOT uygulanan çocuk hastalara dair aktarılacak deneyim ve bilgi bu noktada büyük önem arz etmektedir.

Çalışmamızda, Gülhane Eğitim Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği'nde 01 Ocak 2017 – 01 Ocak 2022 tarihleri arasında acil endikasyonlarla en az 1 (bir) HBOT seansı uygulanmış, 18 yaş altı hasta grubunu çalışmaya dahil ederek hastaların demografik verilerini, endikasyonlarını, genel tedavi sonuçlarımızı, yaşanan komplikasyonları, hasta dosyaları ve hastane bilgisayar sistemlerindeki hasta verilerini inceleyerek, retrospektif olarak analiz etmeyi amaçladık. İkincil olarak ise pediatrik vakalarımız arasında <1 yaş, 1-5 yaş, 6-11 yaş, 12-18 yaş grupları arasındaki endikasyonlar, tedavi sonuçları ve komplikasyonların karşılaştırılmasını amaçladık (yaş grupları National Institute of Child Health and Human Development 'a göre belirlenmiştir [11]).

Pediatrik hasta grubunda (18 yaş altı), tedavi uyumu (basınç eşitleme tekniklerine uyum sağlayabilme, ebeveyn refakati gerekebilmesi, uygun ekipman varlığı ...) ve oluşabilecek istenmeyen etkiler erişkin hastalardan daha farklı bir

değerlendirme gerektirebilmektedir. Bazı pediatrik vakalarda, özellikle yenidoğan grubu başta olmak üzere çeşitli çekinceler ve kısıtlılıklar olabilmektedir [12]. Bu çalışma ile; tedaviye alınırken çekimser kalınan bir popülasyon olan 18 yaş altı hastalardaki deneyimlerimizi ortaya koymak, olası sorunlar için çözüm önerileri sunmak, bu grubun erişkin hasta grubu ile farklılıklarını bilimsel platformda sunabilmeyi hedeflemekteyiz.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. TANIM

HBOT, 1 mutlak atmosferden (1 ATA veya 101,3 Kilopascal (kPa)) daha yüksek basınçlarda, %100 oksijen solunmasının terapötik kullanımı olarak tanımlanır. Pratikte, 1,5 ATA'dan (152 kPa) daha düşük basınçların rutin kullanımı oldukça nadirdir. Yaygın tedavi protokolleri, günde bir veya günde iki kez 60 ila 120 dakika arasında 2,0–2,8 ATA (203–284 kPa) arasındaki basınç maruziyetini içerir [13].

HBOT'nin uygulandığı kapalı alan genellikle “basınç odası” olarak adlandırılır. Bu basınç odası; tek kişinin tedavi alabildiği, içerisinde %100 O<sub>2</sub> veya hava ile basınçlandırılabilirdiği “tek kişilik basınç odası” (Şekil 2.1) veya birden fazla kişinin eş zamanlı tedavi alabildiği, içerisinde hava ile basınçlandırıldığı “çok kişilik basınç odası” (Şekil 2.2) olabilir. Tek kişilik basınç odasında hasta ortamdaki veya özel maske aracılığıyla %100 oksijen soluyabilir. Genellikle durumu stabil olan kronik hastalar için tercih edilir. Çok kişilik basınç odası ise birden fazla kişinin tedavi alabildiği veya durumu kritik olup tıbbi müdahale gerektirebilen ve sağlık ekibinden birinin de eşlik etmesinin gerektiği durumlarda kullanılır. Burada hastalar özel bir maske, oksijen başlığı (hood) veya endotrakeal tüp yardımıyla %100 oksijen solurlar [1], [14].



**Şekil 2.1.** SBÜ Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı'nda kullanılan tek kişilik basınç odası



**Şekil 2.2.** SBÜ Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı'nda kullanılan çok kişilik basınç odası

Bu iki türdeki basınç odalarının birbirinden farklı bazı özellikleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir [15].

**Tablo 2.1.** Tek kişilik ve çok kişilik basınç odasının özellikleri [15].

TEK KİŞİLİK BASINÇ ODASI	ÇOK KİŞİLİK BASINÇ ODASI
Hasta izolasyonu mümkündür	Çok sayıda hasta aynı anda tedavi alabilir
Oturamayacak durumdaki hastalar için uygundur	Basınç 6 ATA'ya kadar artırılabilir (AGE ve DH'de)
Maske kullanamayan hastalar ortamın %100 oksijen ile basınçlandırılması ile ortamdan %100 oksijen soluyabilir	Yangın riski daha düşüktür
Hastayı dışardan gözlemlemek daha kolaydır	Doktor, sağlık personeli eşlik edebilir ve ihtiyaç halinde hastaya müdahale edilebilir
Alan ve maliyet etkindir	Yoğun bakım hastalarına tedavi vermek için daha uygundur
Oksijen oranı yüksek ortamda potansiyel yangın riski vardır	İçerisinde spor fizyolojisi ve fizik tedavi araştırmaları yapılabilir
Hastaya doğrudan erişim çok sınırlıdır	Mekanik ventilasyon, endotrakeal aspirasyon, hemodinamik izlem ve kan gazı ölçümü yapmaya müsaittir

## 2.2.TARİHÇE

Yüksek basıncın tedavi amacıyla belgelenmiş ilk kullanımı aslında O<sub>2</sub>'in keşfinden önce gelmektedir. Henshaw, 1662'de tıbbi amaçlar için basınçlı hava kullanmıştır. Geliştirdiği, "domicilium" adı verilen odada değişken iklim ve basınç koşulları oluşturarak sindirime yardımcı olmayı, nefes alma ve balgam çıkarmayı kolaylaştırmayı amaçlamıştır [16].

Bir İngiliz kimyager olan Joseph Priestly, 1775'te O<sub>2</sub>'i keşfetmiştir. Fransız hekim Tabarie, 1832 yılında bu alanda çalışmalar yapmış ve basıncı kademeli olarak artırıp, yavaşça azaltarak hiperbarik konfor ve güvenliği göz önünde bulundurduğu, yaklaşık 2 saat süren ve günümüz terapötik modalitelerine benzeyen tedavi programları oluşturmuştur [17].

Bir başka Fransız hekim olan Junod, 1834 yılında, bakırdan yapılmış küresel bir basınç odasında, Tabarie'den daha yüksek basınçta (4 ATA) daha hızlı kompresyon ve dekompresyon ile hastalarını tedavi etmiştir. Bu dönemin en büyük basınç odası kompleksi 1837'de Pravaz tarafından inşa edilmiş ve Fransa'nın Lyon kentinde kurulmuştur. Pravaz bu tedaviyi "basınçlı hava banyosu" olarak adlandırmıştır [17]. Yine 19. yy'da Fransız cerrah Fontaine, "hiperbarik cerrahi" kavramını gündeme getirmiştir. Yüksek basınç altında yapılan operasyonlarda daha derin anestezi sağlandığını ve operasyon sonrasında hastaların siyanotik görünmediğini gözlemlemiştir [18].

Paul Bert, 1878'de "La Pression Barometrique" kitabını yazmış ve DH için normobarik O<sub>2</sub> kullanımını önermiştir. Dräger, 1917 yılında, DH tedavisi için basınç altında O<sub>2</sub> kullanımının faydalarını fark etmiş ve dalış kazalarını tedavi etmek için bir sistem tasarlamıştır ancak üretim aşamasına geçememiştir [16]. Behnke ve Shaw'ın 1937 yılında HBOT ile DH'yi tedavi etmeleriyle HBOT tıpta ilk kez tedavi amacıyla kullanılmıştır. Churchill-Davidson ve arkadaşları 1955 yılında radyoterapi gören kanserli hastalarda HBOT uygulamış ve tümör prognozunu gözlemlemiştir. Boerema, 1960 yılında, domuzlar üzerinde yaptığı çarpıcı deneysel bir çalışma olan "Life Without Blood" (kansız yaşam)'ı yayınlamış ve hemoglobin seviyeleri çok düşük olan domuzlarda HBOT ile canlılığın korunabildiğini göstermiştir. W.H Brummelkamp ise 1961 yılında HBOT'nin anaerobik enfeksiyonlardaki etkisi üzerine

çalışmış ve HBOT ile tedavi edilen gazlı gangren olgularını yayınlamıştır [19]. Aynı yıllarda G.Smith ve G.R. Sharp CO intoksikasyonu olan bir hastayı ilk kez HBOT ile tedavi eden hekimler olmuştur [20].

Bahsi geçen çalışmalarla ([19] ,[20] ) birlikte 1960 yılından itibaren farklı endikasyonlarda HBOT kullanımını artmaya başlamıştır. Kalp damar cerrahı olan Boerema 1960'lı yılların başlarında HBOT hakkında ilk uluslararası toplantıyı düzenlemiştir. Günümüzde ise bu toplantılar International Congress on Hyperbaric Medicine ( ICHM) adı altında sürdürülmektedir. HBOT'ye dair rehber niteliğindeki ilk kitap 1966 yılında yayımlanmıştır. Bir yıl sonrasında ABD'de Undersea Medical Society (UMS) kurulmuştur ve 1987 yılından bu yana Undersea and Hyperbaric Medicine (UHMS) adıyla çalışmalarını sürdürmektedir. HBOT'nin 1970'li yıllarda yeterli bilimsel özen gösterilmeden umutla birçok farklı endikasyonda denenmesi ile uygulamalarda standardizasyon gerekliliği ortaya çıkmıştır. J.C Davis ve T.K. Hunt editörlüğünde, bilimsel temellere dayalı olarak HBOT endikasyonlarının ve uygulama standartlarının yer aldığı "Hyperbaric Oxygen Therapy" isimli kitap 1977 yılında yayımlanmıştır. Avrupa'da da benzer gelişmeler yaşanmış European Underwater and Baromedical Society ( EUBS) ve European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) tarafından hiperbarik tıptaki bilimsel gelişmeler tartışılmış ve bilgi akışı sağlanarak HBOT endikasyonları konusunda daha net veriler ortaya konmuştur [20] .

Ülkemizde ise HBOT ilk kez askeri donanmada dalış hastalıklarının tedavisinde kullanılmıştır. İstanbul Üniversitesi ile Deniz Kuvvetleri Komutanlığı arasında 1976 yılında yapılan protokolle İstanbul Tıp Fakültesi'nde Deniz ve Sualtı Hekimliği bölümü faaliyete başlamış ve 1989 yılından itibaren Anabilim Dalı olarak hizmet vermeye devam etmiştir. Aynı tarihlerde Gülhane Askeri Tıp Akademisi'nde de Deniz ve Sualtı Hekimliği Anabilim Dalı kurulmuştur. Tıpta Uzmanlık Tüzüğü ile 2002 yılında ismi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı olarak değiştirilmiştir. Bin dokuz yüz doksanlı yıllardan günümüze kadar HBOT giderek daha fazla ulaşılabilir hale gelmiştir. Hastalar T.C Sağlık Bakanlığının belirlediği endikasyon listelerine uygun şekilde resmi ve özel birçok kurumda HBOT alabilmektedir [18] .

## 2.3. HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİNİN ETKİ MEKANİZMALARI

### 2.3.1. Fiziksel Temeller

HBOT etkilerinin dayandığı fiziksel temel; gazların sıcaklık, hacim, basınç ve çözünürlük ilişkilerini içeren gaz yasalarıdır.

### 2.3.2 Boyle Gaz Yasası

İlk olarak Sir Robert Boyle (1627-1691) ve Edme Mariotte (1620-1684) tarafından bağımsız olarak tanımlanmış olup, aynı zamanda “Boyle-Mariotte Yasası” olarak da adlandırılır.

$$P \times V = k \text{ (T sabit)} \quad P: \text{Basınç } V: \text{Hacim } k: \text{Sabit}$$

Sabit sıcaklıkta basınç artışı hacimde küçülmeye sebep olur. Hiperbarik odanın içinde, insan vücudundaki ve (tıbbi) ekipmandaki herhangi bir sınırlı gaz hacmi bu yasaya tabidir. DH ve AGE gibi hastalıklarda HBOT tedavi prensibi ve tedavi komplikasyonlarından olan barotravmalar bu yasaya dayanmaktadır [5].

### 2.3.3. İdeal Gaz Yasası

Gazların sıcaklığı, basıncı ve hacmi arasındaki temel ilişkiyi anlamak için, Evrensel Gaz Denklemi olarak da bilinen İdeal Gaz Yasası'nın basitleştirilmiş bir denklemi oluşturulmuştur [5].

$$k = \frac{P \times V}{T} \quad \text{veya} \quad \frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2} \quad P: \text{Basınç } V: \text{Hacim } k: \text{Sabit}$$

### 2.3.4. Dalton Gaz Yasası

İlk olarak 1801'de John Dalton (1766-1844) tarafından tanımlanan bu gaz yasasına "Dalton'un Kısmi Basınç Yasası" da denir. Şunu belirtir: Gazlı bir karışımın uyguladığı toplam basınç, gazlar tek başlarına mevcut olsaydı ve toplam hacmi işgal etseydi, bu gazların uygulayacağı basınçların toplamına eşittir.

$$P_{\text{Total}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

$P_{\text{Total}}$ : Gaz karışımının toplam basıncı

$P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$ : Karışımdaki gazların parsiyel basınçlarının toplamı



Ayrıca; bir gazın kısmi basıncı (P1), gaz karışımının toplam basıncı (Ptot) ile gazın fraksiyonunun (F1) çarpımına eşittir.

$$P1 = P_{tot} \times F1$$

Örneğin, bir dalgıç 2 ATA'da %40 O2 karışımı soluyorsa, kısmi O2 basıncı 0,8 ATA olacaktır.

Klinik pratikte bu yasanın farklı bir önemi daha vardır: Gaz karışımının belirli bir yüzdesinde (hacim %), ortam basıncında bulunduğu toksik olmayan gazlar, yüksek basınçta bulunduğu toksik hale gelebilir, çünkü gazlı bir karışımındaki yüzde değil kısmi basınç toksisiteye neden olur.

### 2.3.5. Henry Gaz Yasası

İlk olarak 1803'te William Henry (1775-1836) tarafından formüle edilen bu yasa şöyle der: Belirli bir hacimde sıvı içinde çözünen bir gazın kütlesi (c), gazın basıncı (P) ile doğru orantılıdır.

$$\frac{\alpha \times P}{c} = k \quad T = \text{Sabit} \quad \alpha : \text{Bunsen çözünebilirlik katsayısı}$$

P: Sıvı üzerindeki gazın parsiyel basıncı c: Sıvıdaki gazın konsantrasyonu

İki şişe sodadan birini hızlı, diğeri yavaşça açalım. Bir gazın içinde çözüldüğü sıvı ile dengede olduğu bir durumda, basınç hızla serbest bırakılırsa kabarcıkların çözeltiden çok daha dramatik bir şekilde köpürdüğü görülür [21].

Klinik pratikte, vücut sıvılarında ve dokularında asal gazların (örneğin: nitrojen) basınca bağlı çözünürlüğü, maruziyetten sonra ortam basıncının düşmesiyle dokuların aşırı doygunluğuna bağlı olarak DH'nin ortaya çıkması bu yasa ile açıklanır.

### 2.3.6. Charles ve Gay-Lussac Gaz Yasası

Sabit basınçta, gazların hacimleri ile sıcaklıkları doğru orantılıdır. Sabit hacimli bir gazın, basıncı ile sıcaklığı doğru orantılıdır.

$$V1 / T1 = V2 / T2 \quad (P \text{ sabit}) \quad P: \text{Basınç} \quad V: \text{Hacim} \quad T: \text{Sıcaklık}$$

$$P1 / T1 = P2 / T2 \quad (V: \text{sabit}) \quad P: \text{Basınç} \quad V: \text{Hacim} \quad T: \text{Sıcaklık}$$

Gay-Lussac Yasası'na göre, basınç odalarında hızlı bir şekilde kompresyon yapılması ortam sıcaklığını yükseltir. Ortam sıcaklığının kontrol altında tutulması hem de hastalar ve iç yardımcılarının termal konforu için önemlidir.

### **2.3.2 Fizyolojik Etkiler**

HBOT etkileri iki ana başlık altında incelenir: basıncın direkt etkileri ve PaO<sub>2</sub> artışına bağlı metabolik etkiler.

#### **2.3.2.1. Basıncın etkisi**

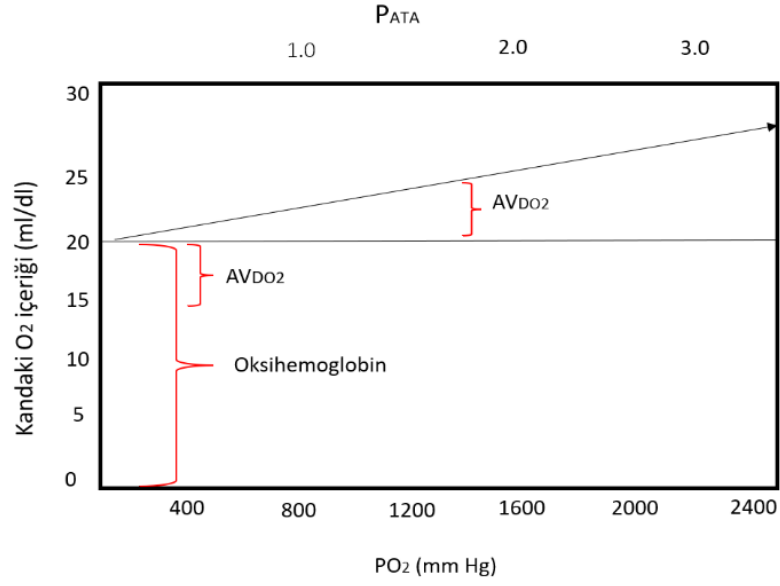
Boyle Gaz Yasası'na göre sabit sıcaklıkta basınç artarsa hacim küçülür. Dokuda gaz kabarcıklarının bulunduğu DH, AGE ve klostridyal myonekroz gibi hastalıklarda hiperbarik ortam gaz kabarcığının küçülmesini sağlar, kabarcıkların yüzey gerilimi artar, bir süre sonra kollabe olmaya başlarlar. Ardından absorbe olurlar ve terapötik etki sağlanmış olur. HBOT ile aynı zamanda gaz kabarcığındaki inert gazın dokular tarafından hızla metabolize edilen O<sub>2</sub> ile yer değiştirmesiyle gaz kabarcığının çözünürlüğü artar, eliminasyonu kolaylaşır [6].

Yine hiperbarik ortama maruziyet sebebiyle ortaya çıkan istenmeyen bir yan etki olan barotravmalar da Boyle Yasası ile açıklanmaktadır [22].

#### **2.3.2.2. Parsiyel oksijen basıncının artışına bağlı etkiler**

##### **2.3.2.2.1. Antihipoksik etki**

Kandaki O<sub>2</sub>'nin %97'si hemoglobine (Hb) bağlanarak, %3'ü ise plazmada çözülmüş şekilde dokulara taşınmaktadır. Bir gram Hb'ye, 1,34 ml O<sub>2</sub> bağlanabilmektedir. Sağlıklı bir insanda Hb değeri 15 gr/dl olarak varsayılırsa, 100 ml kanda 19,5 ml O<sub>2</sub> taşınabilir. Kapiller seviyede O<sub>2</sub> saturasyonu %75 civarındadır ve taşınan O<sub>2</sub> miktarı 14,5 ml'ye düşer. Aradaki fark olan 5 ml O<sub>2</sub> (100 ml kanda) arteriyel sistemden venöz sisteme geçerken dokulara bırakılır. Normobarik şartlarda %100 O<sub>2</sub> solunması ile Hb maksimum %100 sature olabilir. HBOT ile Hb'den bağımsız olarak, plazmada bulunan çözülmüş haldeki O<sub>2</sub> miktarında artış sağlanır. Basınç 2,8 ATA iken %100 O<sub>2</sub> solunmasıyla, 100 ml kanda çözünen O<sub>2</sub> miktarı 6 ml'ye ulaşır. Bu değer, Hb'den ayrı olarak, dokuların O<sub>2</sub> ihtiyacını karşılayabilecek seviyededir [23].



Grafik, çözülmüş O<sub>2</sub>'nin arteriyovenöz O<sub>2</sub> farkı (AVDO<sub>2</sub>) üzerindeki etkisini göstermektedir. Basınç arttıkça kanda çözünen O<sub>2</sub> artmakta, Hb seviyesi ise neredeyse sabit kalmaktadır [24]

### Şekil 2.3. Hiperbarik ortamda O<sub>2</sub> – Hb Disosiyasyon Eğrisi.

Henry Yasası'na göre ortam basıncı arttıkça, O<sub>2</sub> plazmada daha fazla çözünür ve kanda taşınabilen O<sub>2</sub> miktarı artar (Şekil 2.3). HBOT, patogenezinde hipoksi bulunan hastalıkların tedavisinde, CO intoksikasyonunda ve ağır anemili hastalarda bu mekanizma ile terapötik etki sağlar.

HBOT sırasında venöz kandaki Hb de O<sub>2</sub> ile sature olur. Karbondioksit (CO<sub>2</sub>)'in bir kısmı da Hb ile taşındığından, Hb'ye bağlanamayan CO<sub>2</sub> plazmada çözünür ve asidoza sebep olur. Bu durum sağlıklı bireylerde kolaylıkla tolere edilebilir. Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) tanılı hastalarda solunum merkezi hipoksi ile uyarılmakta ve HBOT esnasında bu uyarılma azalabilmektedir. Ventilasyon baskılandığı takdirde HBOT alan KOAH'lı hastalarda CO<sub>2</sub> retansiyonu gelişebilir[24].

Ayrıca HBOT anjiyogenezi ve yara iyileşmesini destekler, bazı anaeroblara bakterisidal aktivite gösterir, Pseudomonas gibi türlerin çoğalmasını ve klostridyal α toksin üretimini engeller. Öncesinde hipoksik olan dokularda nötrofil aracılı bakterisidal aktiviteyi yeniden düzenler, reperfüzyon hasarında beta-2 -integrin fonksiyonunu inhibe ederek ve endotelial intersellüler adezyon molekülü-1 (ICAM-

1) modülasyonu yoluyla lökosit adezyonunu azaltır ayrıca hücrel hasara neden olan proteazlar ile serbest radikallerin salınımını önler [6]. HBOT'nin çeşitli hayvan modellerinde antioksidan enzimleri ve antiinflamatuvar proteinleri indükleyerek birçok organın iskemik toleransını arttırdığı gösterilmiştir. Aynı zamanda HBOT, osteoblast farklılaşmasını hızlandırıp osteoklast oluşumu-aktivasyonunu baskılayabilir, kemik oluşumu ve kemik rezorpsiyonu arasındaki dengeyi rejenerasyonu destekleyen bir yöne kaydırabilir [25]. CO intoksikasyonuna bağlı gelişen ensefalopatiyi ve duman kaynaklı pulmoner hasarı azaltır. Fibroblast proliferasyonunu, kolajen sentezini ve büyüme faktörlerinin üretimini artırır [26].

#### 2.3.2.2.2. Antiödem etki

Birçok organ ve dokuda, hiperoksik koşullar altında kan akımının azaldığı gösterilmiştir. Bu durum, otoregülasyonu mevcut dokulardaki reaktif vazokonstriksiyon etki ile meydana gelir. Yüksek oksijen gerilimlerinin neden olduğu Hb molekülündeki sisteine bağlanmasından dolayı nitrik oksit (NO) salınımının azalması vazokonstriksiyon ile sonuçlanır [27].

HBOT ile vazokonstriksiyon oluşur, total perfüzyonda azalma meydana gelir ve hipoksiye bağlı olarak kapiller permeabilitede meydana gelen artış hiperoksi ile önlenerek antiödem etki ortaya çıkar.

Buradaki önemli iki husus unutulmamalıdır. İlk olarak, HBOT ile oluşan vazokonstriksiyona rağmen plazmada çözünen O<sub>2</sub> arttığından dokuların O<sub>2</sub> ihtiyacı karşılanabilmektedir. İkinci olarak ise, HBOT sırasında hipoksik hasarlı dokularda vazokonstriksiyon görülmemektedir. Antiödem etki; beyin ödemi, akut travmatik periferik iskemi gibi seyri sırasında ödem gelişen hastalıklarda kullanılır [28] .

#### 2.3.2.2.3. Kardiyovasküler etki

HBOT esnasında kalp hızı yavaşlar, buna bağlı olarak kardiyak outputta düşüş meydana gelir. Vazokonstriksiyona bağlı olarak periferik vasküler direnç artar; bu kan basıncında artışa sebep olabilir. Bahsi geçen değişiklikler, hem damarlar üzerinde doğrudan vazokonstriktif bir etkiye sahip olan hem de kemo - baroreseptörleri ve ayrıca otonom (parasempatik) sinir sistemini devreye sokarak dolaylı bir etkiye sahip olan yüksek PaO<sub>2</sub>'nin periferik etkisiyle ilgili görünmektedir [29] .

#### 2.3.2.2.4. Antitoksik etki

İn vitro deneylerden ve hayvan modellerinden elde edilen kanıtlar, HBOT'nin  $\alpha$  toksin üretimini engelleyerek çoğu Clostridium türü üzerinde doğrudan bakterisidal etki gösterebileceğini ve gazlı gangrende sağkalımı artırabileceğini göstermiştir [30].

#### 2.3.2.2.5. Antibakteriyel etki

HBOT' nin doğrudan antimikrobiyal etkisi, reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumu ile gerçekleşir. ROS, hücresel DNA, protein ve lipidlere toksik etki gösterir. HBOT, oksidatif stresi indükler ve antioksidan savunma yollarından yoksun bakteriler için uygun hipoksik koşulları ortadan kaldırır [31].

İkinci olarak; HBOT sırasında artan O<sub>2</sub> seviyeleri, proinflamatuvar mediatörlerin baskılanması, CD4:CD8 T hücre oranının geçici olarak azalması, lenfosit ve nötrofil apoptozunun tetiklenmesi gibi bazı hücresel etkilere neden olur. Bu etkiler bağışıklık sisteminin antimikrobiyal mekanizmalarını destekler [31].

HBOT ile artan O<sub>2</sub>, nötrofillerin bakteriyel öldürme kapasitesini artırır ayrıca nötrofil adezyonunu inhibe eder. Belirli antimikrobiyal ajanlarla birlikte HBOT uygulandığında sinerjistik etki de gözlenebilmektedir. Çoklu ilaca dirençli patojenler ve antibiyotik tedavisinin başarısız olduğu durumlarda da HBOT uygulaması faydalı olabilir [31].

HBOT'nin tüm dozları antibakteriyel etkiye sahip değildir. Basınç 1,3 ATA'dan daha düşük olduğunda HBOT kullanımı, hasarlı dokudaki bakterilere oksijen transportunu artırarak in vivo aerobik bakterilerin çoğalmasına sebep olur. HBOT, antioksidan savunma sistemleri bulunmayan aneroblarda, O<sub>2</sub> radikalleri aracılığıyla DNA, RNA ve protein yapısını bozarak bakteriyostatik ve bakterisidal aktivite gösterebilmektedir.

Basınç 2-3 ATA arasında olduğunda hiperoksijenizasyon lipid peroksidasyonunu azaltarak septisemideki doku hasarını önler. HBOT'nin antibakteriyel etki mekanizmaları 4 başlık altında toplanabilir:

- 1) Hasta dokunun oksijenasyonu
- 2) Mikroorganizmanın canlılığının ve çoğalmasının inhibe edilmesi

3) Farklı redoks altında antimikrobiyal ajanların aktivitesinin değiştirilmesi (florokinolon, vankomisin, teikoplanin gibi)

4) İmmünomodülasyon.

HBOT, nekrotizan fasiit, gazlı gangren, kronik refrakter osteomyelit (malign otitis eksterna dahil), mukormukozis, intrakraniyal abseler ve diyabetik ayak ülserleri gibi pek çok efeksiyöz hastalığın tedavi yönetiminde kullanılmaktadır [28][32] [33].

#### 2.3.2.2.6. Yara iyileşmesi üzerine etkileri

Vücutta herhangi bir dokunun travma, ameliyat veya başka nedenlerle bütünlüğünün bozulması veya kaybına yara denir. Yara iyileşirken de iç içe geçmiş 4 aşamayı takip eder bunlar koagülasyon-inflamasyon, proliferasyon, epitelizasyon ve remodellingtir.

HBOT antienfeksiyöz etkisiyle inflamasyon fazında yara iyileşmesine destek olur. Proliferasyon evresinde fibroblastlarda kollajen üretimi ve depolaması için 40 mmHg oksijen basıncı gerekmektedir ve normal doku PO<sub>2</sub>'si bunun için yeterlidir ancak PO<sub>2</sub> 250 mmHg olduğunda etkinlik maksimum seviyeye ulaşır. Sadece HBOT ile bu hiperoksijenasyon sağlanabilir, aynı zamanda yara granülasyonu ve neovaskülarizasyon desteklenir. Son olarak epitelizasyon evresinde epitel hücrelerinin göç ederek yarayı kapatabilmesi için yine O<sub>2</sub>'ye ihtiyaç duyulmaktadır [34].

Özetle, HBOT iskemik ve kronik yara iyileşmesinde; fibroblast proliferasyonu ve farklılaşmasının uyarılması, kollajen oluşumu ve çapraz bağlanmanın artması, artmış neovaskülarizasyon ve bunun yanı sıra lökosit aracılı antimikrobiyal aktivitenin uyarılması ile etki gösterir. Hipoksik yaralar ayrıca, enerji metabolizmasının korunması ve ödemin azaltılması yoluyla hiperoksiden faydalanır [35] .

## 2.4.HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİNİN ENDİKASYONLARI

HBOT farklı ülkelerde farklı endikasyonlarla uygulanabilmektedir. ECHM ve UHMS, HBOT endikasyonlarını bilimsel gelişmelerle belirleyen ve belirli aralıklarla güncelleme yapan bilimsel topluluklardır. En son 2019 yılında güncellenen UHMS'nin HBOT endikasyonları listesi Tablo 2.2'de gösterilmiştir [36].

**Tablo 2.2.** UHMS'nin HBOT endikasyonları listesi

1. Hava veya gaz embolisi
2. Arteriyel yetmezlikler
- \*santral retinal arter tıkanıklığı
- \*seçilmiş problemlili yaraların iyileşmesi
3. Karbonmonoksit zehirlenmesi
4. İntrakraniyal abse
5. Tutması şüpheli flep ve greftler
6. Akut travmatik iskemiler
7. Dekompresyon hastalığı
8. Gecikmiş radyasyon hasarı
9. Ani idiyopatik sensörinöral işitme kaybı
10. Klostridyal miyonekroz (gazlı gangren)
11. Nekrotizan yumuşak doku enfeksiyonları
12. Refrakter osteomyelit
13. Termal yanıklar
14. Ağır anemi

Ayrıca 2017 yılında revize edilen ECHM HBOT endikasyon listesi Tablo 2,3'de görülmektedir [37] .

**Tablo 2.3.** ECHM HBOT endikasyon listesi

DURUMLAR	KABUL EDİLEN		
	Kanıt seviyesi		
Tip 1 (Kuvvetle önerilen tanılar)	A	B	C
Crush yaralanması olan açık kırıklar		x	
Diş çekimi sonrası osteoradyonekrozun önlenmesi		x	
Karbonmonoksit zehirlenmesi		x	
Osteoradyonekroz (mandibula)		x	
Yumuşak doku radyonekrozları		x	
Anaerobik veya miks bakteriyel enfeksiyonlar			x
Dekompresyon hastalığı			x
Gaz embolisi			x
Ani işitme kaybı		x	
Tip 2 (Önerilen tanılar)			
Diabetik ayak lezyonları		x	
Femur başı nekrozu		x	
Kırığın olmadığı crush yaralanması			x
Riskli deri greftleri ve muskulokutan flepler			x
Santral retinal arter tıkanıklığı (CRAO)			x
İskemik ülserler			x
Nöroblastom, evre 4			x
Osteoradyonekroz (mandibula dışı )			x
Pnömatosis sistoides intestinalis			x
Radyasyon kaynaklı yumuşak doku lezyonları			x
Radyasyon uygulanmış dokularda cerrahi ve implantasyon (önleyici tedavi)			x
Refrakter kronik osteomyelit			x
Yüzey alanı %20'yi geçen 2. Derece yanıklar			x

**Tablo 2.3. (Devam).** ECHM HBOT endikasyon listesi

<b>Tip 3 (Opsiyonel)</b>			
Beyin yaralanması( kronik inme, postanoksik ensefalopati, akut ve kronik travmatik beyin hasarı)			X
Ekstremitte replantasyonu			X
Interstisyel sistit			X
Larinksin radyasyon kaynaklı lezyonları			X
Orak hücre anemi			X
Radyasyon kaynaklı santral sinir sistemi lezyonları			X
Sistemik süreçlere sekonder iyileşmeyen yaralar			X
Vasküler girişim sonrası reperfüzyon hasarı			X

**Tablo 2.4.** ECHM tarafından önerilen kabul edilmemiş HBOT endikasyon listesi

<b>Durumlar</b>	<b>Kanıt Seviyesi</b>		
	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Malign Otitis Eksterna	X		
Akut Myokard Enfarktüsü	X		
Retinitis Pigmentosa	X		
Sternotomi sonrası gelişen mediastinit	X		
Fasiyal Paralizisi (Bell Paralizisi)	X		

**Tablo 2.5.** ECHM tarafından uygulanmaması önerilen HBOT endikasyon listesi

<b>Durumlar</b>	<b>Kanıt Seviyesi</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Multipl Skleroz		X	
Tinnitus		X	
Serebral Palsi		X	
İnmenin akut fazı			X
Otizm Spektrum Bozukluğu		X	
Plasental Yetmezlik			X

ECHM; HBOT endikasyonlarını 3 kategoriye ayırmıştır:

**Tip 1:** HBOT'nin kuvvetle önerildiği endikasyonlar

**Tip 2:** HBOT'nin önerildiği endikasyonlar

**Tip 3:** Kanıtlar zayıf olmakla birlikte HBOT'nin opsiyonel olarak önerildiği endikasyonlar.



Ayrıca bahsi geçen tüm endikasyonlar, tedavinin yararlılığını inceleyen bilimsel kanıtlara göre A, B, C, D, E, F gruplarından birine dahil edilmiş olup;

**A:** Çok merkezli /geniş kapsamlı, metodu doğru, randomize, kontrol grubu olan, çift kör, sonuçları uyumlu en az iki çalışmanın bulunduğu durumlar

**B:** Randomize, kontrollü, çift kör olan fakat metotta hata olan veya yapılan grubun küçük olduğu ya da hakkında yalnızca bir çalışmanın bulunduğu durumlar

**C:** Kontrol grubunun bulunmadığı çalışmalar

**D:** Kontrolsüz çalışmaların yapıldığı ve üzerinde fikir birliği bulunmayan durumlar

**E:** Faydalı olduğuna dair kanıt bulunmayan veya taraflı yorum bulunan ya da yöntemin sonuca ulaşmaya engel olduğu durumlar

**F:** HBOT'nin kullanılmamasına dair kanıtların bulunduğu durumlar

Ülkemizde de 2013'te resmi gazetede yayımlanmış 2022 yılında ise güncelleme yapılan Sağlık Uygulama Tebliği'nde yer alan endikasyon listesi, Tablo 2.6'da gösterilmiştir [7].

**Tablo 2.6.** Sağlık Uygulama Tebliği'nde yer alan HBOT endikasyon listesi

1. Dalgıç Hastalığı (dekompresyon hastalığı )
2. Karbonmonoksit ,siyanid intoksikasyonu, akut duman inhalasyonu
3. Gazlı gangren (klostridyal myonekroz)
4. Yumuşak dokunun nekrotizan enfeksiyonları
5. Hava veya gaz embolisi
6. Retinal arter oklüzyonu
7. Kronik refrakter osteomyelit
8. Kafa kemikleri, sternum ve vertebranın akut osteomyelitleri
9. Yara iyileşmesinin geciktiği durumlar
10. Ani işitme kaybı
11. Crush yaralanması, kompartman sendromu ve diğer akut travmatik iskemiler
12. Osteonekroz
13. Radyasyon nekrozları
14. Beyin absesi
15. Termal yanıklar
16. Tutması şüpheli flep ve greftler
17. Anoksik ensefalopati

### 2.4.1 Karbonmonoksit İntoksikasyonu

Karbonmonoksit (CO); karbon içeren doğalgaz, kömür, odun ve benzin gibi yakıtların tam olarak yanmaması ile ortaya çıkan toksik, kokusuz, tatsız ve renksiz bir gazdır [38]. Kayıtlara göre 2010 yılında Türkiye'de toplam 10,154 CO zehirlenmesi vakası tespit edilmiş ve bu vakalardan 39' u ölümlle sonuçlanmış olup vaka sıklığının %0,0137 ve ölüm oranının her 10 milyonda 5 civarında olduğu belirlenmiştir [39] . Havalandırması yetersiz olan küçük alanlarda soba, şofben, kombi, ocak, jeneratör veya şömine kullanımı sonucunda CO maruziyeti olabilir [40] .

CO, Hb'e O<sub>2</sub>'den 200 kat fazla afinite ile bağlanarak COHb'yi oluşturur ve Hb-O<sub>2</sub> disosiasyon eğrisi sola kayar. Böylece hipoksemi oluşur. Ayrıca CO, sitokrom C oksidaz (COX) gibi hem proteinlerine bağlanır, mitokondriyal fonksiyonlar bozulur ve hipoksi artar. Beyinde hipoksi olduğunda, eksitatör aminoasitlerde artış olur, beyinde nitrit artar ve hasara neden olur. CO, sitozolik hem ve hem oksijenaz-1 protein düzeylerini artırarak inflamasyona ve ardından hücre içi oksidatif strese sebep olur. Ek olarak, trombosit hem proteinlerine de bağlanır ve NO salınımı gerçekleşir. Aşırı artan NO, mitokondriyal fonksiyonları bozan peroksinitrite (ONOO-) dönüşür. CO, reaktif oksijen türleri (ROS) ve proteazların salınımına da sebep olur. Proteazlar da endotel hücrelerindeki ksantin dehidrojenazla etkileşime girerek, oksidatif strese karşı koyan mekanizmaları inhibe eden ksantin oksidazı oluşturur.

Lipid peroksidasyonu, immünolojik yanıt, mikroglia aktivasyonu ve nörolojik patolojilere sebep olan myelin bazik protein (MBP) oluşmakta ayrıca hipoksi sebebiyle HIF1 $\alpha$  aktivasyonu olmaktadır [41].

Yukarıda anlatıldığı gibi CO, birçok mekanizma ile etkilerini göstermekte; vücutta çeşitli metabolik ve enzimatik yanıtlar oluşturmaktadır. Maruziyet kaynağı, maruziyet süresi, bireyin yaşı ve sağlık durumuna göre değişmekle birlikte klinik olarak bireylerde baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk, mide bulantısı/kusma, bilinç değişikliği, göğüs ağrısı, nefes darlığı ve bilinç kaybı gibi şikâyetler görülebilir. Yine hipoksiye bağlı olarak myokardiyal iskemi ve kardiyak disfonksiyon saptanabilir [42].

CO intoksikasyonu vakalarında, beyin hasarına bağlı geç dönem nörobilişsel sekel gelişebilmektedir. Hafızada bozulma, bilişsel işlev bozukluğu, depresyon, anksiyete ve/veya vestibüler ve motor defisit olarak ortaya çıkabilmektedir [42].

CO intoksikasyonu için mevcut tedavi yaklaşımı ivedilikle %100 normobarik O<sub>2</sub> uygulanması veya HBOT'dir. HBOT, CO intoksikasyonunun neden olduğu inflamasyon ve mitokondriyal disfonksiyon üzerinde de olumlu etki sağlamaktadır.

Thom ve ark.'nın 1994 yılında yaptığı prospektif, randomize bir çalışmada CO intoksikasyonu olan 30'ar kişilik iki grup oluşturulmuş ve bir gruba HBOT verilirken diğer grup normobarik O<sub>2</sub> ile tedavi edilmiştir. Normobarik O<sub>2</sub> alan 30 hastanın 7'sinde (%23) geç nörolojik sekel gelişirken (GNS) , HBOT uygulanan 30 hastada GNS gelişmemiştir (P<0,05). HBOT'nin GNS insidansını azalttığı gösterilmiştir [43].

CO maruziyeti olan hastalar 1 ATA'da hava ,1 ATA'da O<sub>2</sub> ve 3 ATA'da O<sub>2</sub> soluduklarında COHb'nin yarılanma süreleri sırasıyla 5 saat 20 dk, 1 saat 20 dk ve 23 dk 'dır (Tablo 2.7 ).

**Tablo 2.7.** COHb yarılanma süreleri [44]

	<b>Basınç</b>	<b>Zaman</b>
<b>Hava</b>	1 ATA	5 saat 20 dakika
<b>%100 Oksijen</b>	1 ATA	1 saat 20 dakika
<b>%100 Oksijen</b>	3 ATA	23 dakika

UHMS'nin 2019 yılında yayımladığı kılavuza göre; şiddetli zehirlenme yaşayan hastalar (aralıklı veya sürekli olan bilinç kaybı, patolojik nörolojik bulgu, kardiyovasküler disfonksiyon ve ağır asidoz bulunan hastalar ) COHb seviyesine bakılmaksızın HBOT'ye yönlendirilmelidir. Alttan yatan kardiyovasküler hastalık varsa, hasta 60 yaş üzerinde ise, kan gazında ağır asidoz mevcutsa ve bilinç kaybı olmuşsa prognoz genellikle kötü seyretmektedir [45].

CO maruziyetinde, çoğunlukla erişkinlerdeki sıklık bildirilse de, ABD'de yapılan bir çalışmada 2001-2003 yılları arasında en fazla CO maruziyeti yaşayanların 4 yaş altı grup olduğu gösterilmiştir[40]. Ülkemizde yapılan retrospektif bir analizde, bir çocuk acil servisine 2006- 2014 yılları arasındaki 8 yıllık sürede yapılan 394,387 başvurunun 1756'sında (%0.4) CO intoksikasyonu saptanmıştır. Pediatrik yaş grubunun metabolizma hızının yüksek olması ve dokuların yüksek oksijen ihtiyacının olması sebebiyle CO maruziyetine duyarlılıkları fazladır. Ancak vücut kitlesi başına

düşen ventilasyon hızının fazla olması sebebiyle iyileşme erişkinlere kıyasla daha hızlı olmakta ve yoğun bakım yatışı daha az olmaktadır [40] .

#### **2.4.2. Ani İdiyopatik İşitme Kaybı**

Ani sensörinöral işitme kaybı (AİK), 72 saat içinde aniden meydana gelen, en az üç ardışık odyometrik frekansta 30 dB veya daha fazla işitme kaybının meydana geldiği kısmi veya tam işitme kaybı olarak tanımlanır [46].

AİK prevalansının yılda 100,000 kişi başına 5-20 vaka olduğu tahmin edilmektedir. AİK (tek başına veya kulak çınlaması, baş dönmesi ve işitsel dolgunluk ile birlikte) ,43-53 yaş (100,000'de 77) popülasyonunda, 18 yaş altındaki (100.000'de 11) kişilere göre daha fazla görülür[47] .

Tek taraflı veya çift taraflı olabilir. Büyük bir kısmı idiyopatik olmakla birlikte en yaygın kabul edilen teori vasküler yetersizliktir [48] . Viral enfeksiyonlar, iyon kanalı bozuklukları, otoimmün iç kulak hastalığı ve herediter hastalıklarda AİK görülebilir [47].

Klinisyenler semptom başlangıcından sonraki 2 hafta içinde hastalarına ilk tedavi olarak kortikosteroid önerebilirler. Bu hastalarda, AİK başlangıcından 2-6 hafta sonra tam iyileşme olmamışsa intratimpanik steroid (İTS ) önerilebilir. HBOT ise işitme kaybı başlangıcından itibaren ilk 2 hafta içinde steroidle birlikte ilk tedavi olarak veya ilk 1 ay içerisinde steroid ile birlikte kurtarma tedavisi olarak verilebilir [49].

Yayımlanan bir metaanalize AİK tanılı 2401 hastada (ortalama yaş: 45,4 yıl; %55,3'ü kadın) HBOT ve medikal tedavi ile tek başına medikal tedavi sonrası sonuçları karşılaştıran üç randomize klinik çalışma ve 16 randomize olmayan çalışma dahil edilmiştir. İşitmede tam iyileşme ve herhangi bir işitme iyileşmesi, HBOT ve medikal tedavi uygulama grubunda tek başına medikal tedavi grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Mutlak işitme kazancı da HBOT ve medikal tedavi grubunda tek başına medikal tedavi grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur [50].

### **2.4.3. Retinal Arter Tıkanıklıkları**

Retinal arter tıkanıklığı (RAT) ilk olarak 1859'da von Graefes tarafından tanımlanmıştır. Retinal arterin ani tıkanmasından kaynaklanır ve genellikle ani, ağrısız monoküler görme kaybı olarak ortaya çıkar. İnsidansın 100,000 kişide 1 olduğu tahmin edilmektedir ve bu oran 10,000 oftalmolojik poliklinik başvurusunda 1'dir [51].

Retinal arter tıkanıklığı olan hastaların yaş ortalaması 58,5 yıldır. Yaşı 30'un altında olan hastalarda retinal arter tıkanıklığı insidansının 50,000 hastada 1'den az olduğu tahmin edilmektedir. Sık görülen etiyolojiler arasında hiperkoagülasyon durumları, kalp kapak hastalığından kaynaklanan emboli, sigara, oral kontrasepsiyon ve vazospazm yer alır. Bildirilen en genç arter tıkanıklığı, bilateral oftalmik arter tıkanıklığı gelişen şok ve dissemine intravasküler koagülasyon bulunan 40 günlük bir yenidoğandır [52].

Başvuruda hastanın görmesi genellikle "parmak sayma" seviyesinde veya daha kötüdür. Santral retinal arter tıkanıklığından sonra kalıcı görme kaybının oluşması için geçen süre konusunda görüşler farklı olmakla birlikte retinanın iskemik tolerans süresinin yalnızca 97-100 dakika olduğunu ileri süren hayvan deneyleri bulunmaktadır [53].

Retinal arter tıkanıklıklarında vasküler tıkanıklığın derecesi, siliyoretinal arterin varlığı ve altta yatan patogeneze dahil birçok değişkene bağlı olarak tedavi planı yapılır. Göz içi basıncının düşürülmesine yönelik tedaviler ile HBOT uygulanabilmektedir.

Kombine bir vaka serisinde HBOT ile tedavi edilen ve tedavisinde HBOT uygulanmayan iki grup karşılaştırılmıştır. HBOT ile tedavi edilen hastaların %74'ünün görme keskinliğinde iyileşme olduğu ( $P < 0,0001$ ), %53'ünün görmesinin Snellen eşelinde iki satır veya daha fazla iyileştiği gösterilmiştir [54].

Aisenbrey ve ark. HBOT ile tedavi edilen sekiz hastadan oluşan bir seride görme keskinliğinde Snellen eşelinde ortalama 2 sıra artış bildirmiştir [55].

### **2.4.4. Periferik İskemiler**

HBOT, crush yaralanmaları, donuk gibi akut periferik iskemi veya tromboz gibi dolaşım bozukluklarında akut dönemde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

HBOT, akım düzelene veya yeterli kollateral dolaşım sağlanana kadar oksijenasyon sağlayarak, zayıf perfüze olmuş dokuların canlılığını destekler. Bebeklerde total arteriyel oklüzyon olsa bile HBOT'nin bu etkilerinin artacağı ve uzuvların sağkalım şansının daha yüksek olacağı tahmin edilebilir. Çocukluk çağı akut iskemik durumlarında, özellikle tromboembolik olaylarda HBOT ile olumlu sonuçlar gösteren çok sayıda rapor bulunmaktadır [56]. Mihaljeviç ve ark. alt ekstremitte arteriyel tromboembolizmde fibrinolitik tedaviye ek olarak HBOT uygulamanın iskemik ağrıyı azalttığını, doku sağkalımını uzattığını bildirmişlerdir [57]. Rosenthal ve ark. diyareye bağlı dehidratasyon sonrasında el ve ayaklarda proksimale doğru ilerleyen koyu kırmızı renk değişikliği olan 7 aylık bir kız bebeğe 10 gün boyunca günde 2 kez HBOT uygulamışlar ve sadece kısmi ayak amputasyonu ile uzuv kaybı olmaksızın bu hastayı tedavi etmişlerdir [58].

Pediyatrik purpura fulminansta HBOT kullanılan, 7 vaka raporu, 23 hasta dahil edilen bir analizde, 23 hastanın 21'inde uzuv kurtarma mümkün olmuştur [59].

#### **2.4.5. Ürolojik Aciller**

HBOT, bazı ürolojik hastalıklarda acil bir tedavi seçeneği olarak başarıyla uygulanmaktadır. Bu hastalıklar arasında özellikle pediatrik yaş grubunda testis torsiyonu, sünnet sonrası ortaya çıkan vasküler problemler ve hipospadias onarımında bukkal greft başarısının artırılması sayılabilir.

Testis ve spermatik kordun torsiyonu genellikle adolesan erkeklerde görülen bir ürolojik acildir. Genellikle tek taraflı testiküler ağrı ile kendini gösterir. Bu hastaların %5 -6'sında torsiyon travmaya sekonder oluşur. Testiste beslenme bozulur ve iskemik hasar gelişir. Detorsiyon yapılarak kan akımının tekrar sağlanması ile de reperfüzyon hasarı görülebilmektedir. Reperfüzyona bağlı oksidatif stres ve inflamasyon germ hücre hasarı ile sonuçlanır. İskemi reperfüzyon hasarının giderilmesinde HBOT kullanımının faydalı olduğunu gösteren yayınlar mevcuttur [60].

Testis torsiyonu haricinde hipospadias onarımı ve sünnet sonrası ortaya çıkan dolaşım bozukluklarına bağlı iskemik durumlar da HBOT ile başarılı bir şekilde tedavi edilmektedir. Hipospadiasta, üretral meatus penis ventral yüzünde glans penis ucundan daha proksimalde bir yere açılır. Bu konjenital anomalide birçok cerrahi teknikle

meatusun, glans tepesine komplikasyonsuz olarak taşınması hedeflenir. Bukkal mukoza veya mesane mukozası greft olarak uygulanabilmektedir. Operasyon sonrasında fistül, meatal darlık, nekroz gibi komplikasyonlarla karşılaşılabilir. Cerrahi operasyonda, flebi besleyen pedikülün rotasyon esnasında boğulmaması, penil deriyi besleyecek damarların korunması, flebin gergin olmaması önem taşımaktadır. Bahsi geçen hususlarla ilgili bir sorun olduğunda greftin tutmaması, siyanoz ve nekroz gelişimi kaçınılmaz olmaktadır. Aynı şekilde sünnet esnasında da vasküler yapıların hasarlanması sonucunda dolaşım problemleri, glans peniste siyanoz veya nekroz oluşumu gözlenebilmektedir [61]. HBOT ile oksijenizasyonun artırılması ve siyanotik dokuların kurtulması mümkün olabilmektedir ve ayrıca greft sağkalımına da katkı sağlanabilmektedir.

Oral greft ile tamir edilen 57 hipospadias olgusundan 32'sine HBOT uygulanan bir çalışmada, HBOT grubunda greftlerde, tedavi almayanlara kıyasla anlamlı derecede daha az alanda kontraktür ( $p=0,04$ ) ve greft yetmezliği ( $p=0,03$ ) geliştiği bildirilmiştir [62].

#### **2.4.6. Anoksik Beyin Hasarı**

Kardiyak arrest sırasında beyin oksijensiz kalmasına bağlı olarak anoksik beyin hasarı gelişebilir. Anoksik beyin hasarının nöropatolojisi, serbest oksijen radikalleri, nörotransmitterler ve eksitatör aminoasit salınımı, reperfüzyon hasarı, endotelial hasar ve nöral toksisiteyi içerir [63].

Hadanny ve ark. HBOT'nin kardiyak arreste bağlı anoksik beyin hasarı bulunan hastalarda nöroterapötik etkilerinin bulunduğunu göstermişlerdir [63]. Bennet ve ark. ise 283 katılımcıyı içeren altı randomize kontrollü çalışmayı dahil ettikleri bir derlemede iskemik inmenin akut evresinde HBOT'nin klinik sonuçları iyileştirdiğini gösteren yeterli kanıtlara ulaşamamaları da HBOT'nin sağlayacağı klinik fayda olasılığını göz ardı etmemişler ve HBOT'nin rolünü daha iyi tanımlamak için daha fazla araştırma gerekli olduğuna dikkat çekmişlerdir [64].

## 2.5. HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİ KOMPLİKASYONLARI VE YAN ETKİLERİ

Boyle Yasası'na göre gazla dolu bir alanın iç basıncını ortam basıncına eşitleyememesine bağlı olarak dokularda hasar meydana gelebilir. Bu durum "barotravma" olarak adlandırılır. Barotravma, HBOT uygulaması esnasında en sık karşılaşılan komplikasyondur. Barotravmalar içinde ise en sık "orta kulak barotravması" görülür.

Orta kulak kavitesi östaki tüpü aracılığı ile nazofarenksle bağlantı kurmaktadır. Normal koşullarda çiğneme, esneme, yutma esnasında östaki tüpü açılır ve orta kulak basıncı ile nazofarengeal basınç eşitlenir. Hiperbarik ortamda artan ortam basıncı ile orta kulak arasındaki basınç farkı eşitlenemeyip 90 mmHg'yı aşarsa istemli basınç eşitleme yapmak imkansız hale gelir. Ağrı, kulakta dolgunluk, timpanik membran rüptürü meydana gelebilir. Klinik şiddete göre tedavisi değişmektedir. Basınç eşitleme manevraları konusunda hastanın eğitilmesi, kompresyonun yavaşlatılması ile orta kulak barotravması önlenir. Seçilmiş uygun hastalarda HBOT öncesi miringotomi uygulanabilir. Daha nadir olmakla birlikte dış kulak ve iç kulak barotravması da görülebilmektedir [65] .

Vücudumuzda hava içeren bir diğer yapı olan sinüslerde de barotravma gelişebilir. Mukus, nazal polip, yabancı cisim ve yapısal deformite sebebiyle ostial obstrüksiyonun oluşması durumunda yetersiz basınç eşitlemesine bağlı olarak kompresyon veya dekompresyon esnasında sinüslerde ağrı ve kanlı mukus oluşabilir. En sık frontal ve maksillar sinüsler etkilenir [65].

Barotravmalardan en hayati olanı ise "pulmoner barotravma"dır. Pulmoner barotravma, ortam basıncındaki bir düşüşe yanıt olarak pulmoner overekspansiyondan kaynaklanır. Pnömotoraks, pnömomediastinum, pnömoperikardiyum, subkutan amfizem ve interstisyel amfizem gibi değişen kliniklerle kendini gösterebilir [65] .

Daha nadir olarak gastrointestinal, oküler barotravma ve barodontalji de görülebilmektedir [65]. Kompresyon fazında pediatrik hastaların beslenmeleri basınç eşitlemelerini kolaylaştırmaktadır. Emme veya yemek yeme sırasında hava yutmaları, dekompresyon fazında ise bu yutulan fazla havanın hacminin artması gastrointestinal



sistemde barotravmaya sebep olabilir; karın ağrısı, abdominal distansiyon ve hatta nadir de olsa gastrik rüptür gelişebilir.

HBOT'nin bir diğer komplikasyon ise "oksijen toksisitesidir" . Oksijenin daha yüksek kısmi basınçta solunmasından kaynaklanır. Oksijen toksisitesi, oksijenin kısmi basıncına ve maruz kalma süresine bağlıdır. İki şekilde ortaya çıkar:

**Santral sinir sistemi (SSS ) oksijen toksisitesi:** Belirtileri arasında görmede değişiklik, kulak çınlaması/işitsel halüsinasyonlar, mide bulantısı, seğirme/titreme, sinirlilik veya ruh hali değişiklikleri, baş dönmesi ve konvülsiyon yer alabilir. HBOT gibi dinlenme halinde ve kuru koşullarda daha yüksek bir kısmi basınç tolere edilmesine rağmen, su altında 1,6 ATA'dan daha yüksek bir kısmi O2 basıncında SSS oksijen toksisitesi riski artar. SSS oksijen toksisitesinin ortaya çıkışında kişiler arası varyasyon görülebilir [66].

**Pulmoner oksijen toksisitesi:** Tipik olarak daha uzun, daha düşük kısmi O2 basıncına maruziyetten kaynaklanır. Hafif substernal irritasyon veya göğüste sıkışma ile başlayan öksürük, ardından inspirasyonla şiddetlenen sürekli yanma, nefes darlığı ile tanınabilir [66]. HBOT esnasında da pulmoner oksijen toksisitesi ile karşılaşılabilir. Clark ve ark. 0,8 ATA, 1 ATA ve 2 ATA'da O2 soluyan deneklerde pulmoner oksijen toksisitesi semptomlarının sırasıyla 6 saat, 4 saat ve 3 saatlik sürede ortaya çıktığını; 3 ATA'da O2 soluma sırasında ise hassas kişilerde 1 saat içinde hafif semptomların görülebileceğini bildirmiştir [67].

## **2.6. HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİ KONTRENDİKASYONLARI**

### **Mutlak Kontrendikasyon**

Tedavi edilmemiş pnömotoraks

### **Rölatif Kontendikasyonlar**

Üst solunum yolu enfeksiyonu

CO2 retansiyonu ile birlikte amfizem

Radyografide hava hapsine yol açabilecek asemptomatik pulmoner kist veya blep

Torasik / kulakta operasyon öyküsü

KontROLSÜZ YÜKSEK ATEŞ

GEBELİK

KLOSTROFİ [68].

## 2.7. HBOT UYGULANIRKEN PEDIATRİK YAŞ GRUBUNA ÖZEL DİKKAT GEREKTİREN HUSUSLAR

HBOT hakkında yapılan çalışmaların çoğu erişkin yaş grubundaki hastaları içerdiğinden pediatrik hastaların HBOT endikasyonları, tedavi yönetimi ve yaşanabilecek sorunlar ile alakalı veriler çoğunlukla bu çalışmalardan elde edilmiştir. Ancak pediatrik yaş grubunda HBOT uygulaması sırasında erişkinlerdekinden farklı muamele gerekebilmekte kendi içinde de farklı yaş aralıklarındaki pediatrik hastalarda dikkat edilmesi gereken hususlar değişiklik gösterebilmektedir [69].

**Oksijen Solutma Yöntemi:** Koopere olmayan infant ve bebeklerde uygun ekipman aracılığıyla O<sub>2</sub> verilmeli, basınç odası atmosferinin O<sub>2</sub> ile kontaminasyonu ve buna bağlı olası kazalar önlenmelidir. Koopere olmayan hastalarda veya fasiyal deformite mevcudiyetinde sızdırmaz boyun halkası ile birlikte oksijen başlığı kullanılabilir. Koopere ve yardıma ihtiyaç duymayan çocuklarda maske ile infantlarda oksijen çadırı ile oksijen solutulabilir. Entübe çocuk hastalarda ise küçük volümler sağlayabilen mekanik ventilatörler ve uygun endotrakeal tüpler aracılığıyla oksijen solutulabilir [69].

**Havayolu Yönetimi:** Infantların tedavi edildiği basınç odasında hava yolu açıklığının sağlanabilmesi için uygun boyutlarda endotrakeal tüp, laringoskop ve aspirasyon kateteri ve mümkünse laringeal maske bulundurulmalıdır. Gerekli ekipmanlar düzenli olarak kontrol listesi ile denetlenmelidir [69].

**İlaç ve Sıvı Uygulaması:** Oda içindeki ekibe eş zamanlı destek sağlamak için yenidoğan ve pediatrik yoğun bakım ünitelerinin tedavi planlarına göre ilaç ve sıvı listesi önceden hazırlanmalıdır [69].

**Termoregülasyon:** Pediatrik hastalara, özellikle de infantlara HBOT uygulanırken hipertermi ve hipotermiden korunmak önemlidir. HBOT esnasında

klima sistemleri uygun kullanılmalı ve termal konfor sağlanırken hassas olunmalıdır. Ayrıca ısının korunması amacıyla hastaya giydirilen kıyafetlerin veya kullanılan tekstil ürünlerinin statik elektrik üretmeyecek materyalden olması da güvenlik açısından önemli bir diğer husustur [69].

**Basınç Odası Seçimi:** Hastada kusma / regürjitasyon, apne / sekresyon aspirasyonu riski gibi müdahale gerektirebilen bir durum varsa çok kişilik basınç odası tercih edilmelidir. Havayolu kontrolü sağlanması ve kardiyorespiratuar yönetim gerektiren hastalarda da tercih çok kişilik basınç odası olmalıdır. Pediatrik hasta grubunda tedavi öncesinde veya tedavi esnasında anksiyete, korku olabileceğinden refakatçi eşliği gerekebilmektedir [69] .

Refakatçi eşliği yaşça küçük hastalarda tek kişilik basınç odasında sağlanabileceği gibi birden fazla refakatçi veya müdahale edecek sağlık profesyoneli gereken durumlarda çok kişilik basınç odası tercih edilebilir. Refakatçilerin HBOT öncesi otoskopik muayene ve pulmoner değerlendirme sonrasında hastaya eşliğine karar verilmelidir [69].

**Basınç Eşitleme:** Hasta koopere ve uyumluysa orta kulak barotravmasını önlemek için basınç eşitleme teknikleri öğretilir. Koopere olmayan veya komatöz hastalarda HBOT öncesi miringotomi uygulanabilir. Pediatrik yaş grubunda akut otitis media, üst solunum yolu enfeksiyonu sık görülebileceğinden HBOT öncesi semptom sorgulanması önemlidir [69].

Ek olarak, mekanik ventilatör desteği alan hastalarda, basınç değişiminden etkilenebilecek hava boşluğu içeren endotrakeal tüp kafının sıvı ile değiştirilmesi, batarya içeren tıbbi ekipmanın basınç odası içerisine alınmaması, yoğun bakım hastalarında nakil sırasında kusmaya bağlı aspirasyon veya serebral infarkt gelişmemesi konusunda dikkatli olunması gerekmektedir. Erişkin hastalara göre daha farklı yaklaşım gerektiren pediatrik hastaların HBOT yönetiminde deneyimli ve eğitilmiş bir sağlık ekibi ile tedavi sürecinin yönetilmesi elzemdir [69].

Sonuç olarak; pediatrik vakalara HBOT uygulanırken deneyimli ve eğitilmiş bir sağlık ekibi ile çalışılmalı, özel dikkat ve yaklaşım gerektiren birçok husus göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeple pediatrik vakalara HBOT uygulanırken çeşitli

çekinceler oluşmakta ve literatürde bu konuya ilişkin tecrübelerin paylaşıldığı bilimsel yayınlar sınırlı kalmaktadır. Çalışmamız, pediatrik yaş grubuna özel tedavi sonuçlarımızın, yaşadığımız sorunlar ve uyguladığımız çözümlerin kayıt altına alınması ve bu konudaki tecrübelerimizin bilimsel platformda paylaşılması açısından değer taşımaktadır. Bu çalışma, HBOT kararı verirken ve tedavi uygulanırken çekimser kalınan pediatrik yaş grubuna, özellikle de acil şartlarda edindiğimiz pratikler ile farklı bir bakış açısı getirmeyi amaçlamıştır.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'nun 17.03.2022 tarihinde yapılan 2022/4 nolu toplantısında 2022/124 proje/karar no ile etik açıdan uygun bulunmuştur.

Çalışmamıza Gülhane Eğitim Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği'nde 01 Ocak 2017 – 01 Ocak 2022 tarihleri arasında acil bir endikasyon sebebiyle en az bir seans HBOT uygulanmış pediatrik hastalar (18 yaş altı) dahil edilmiştir.

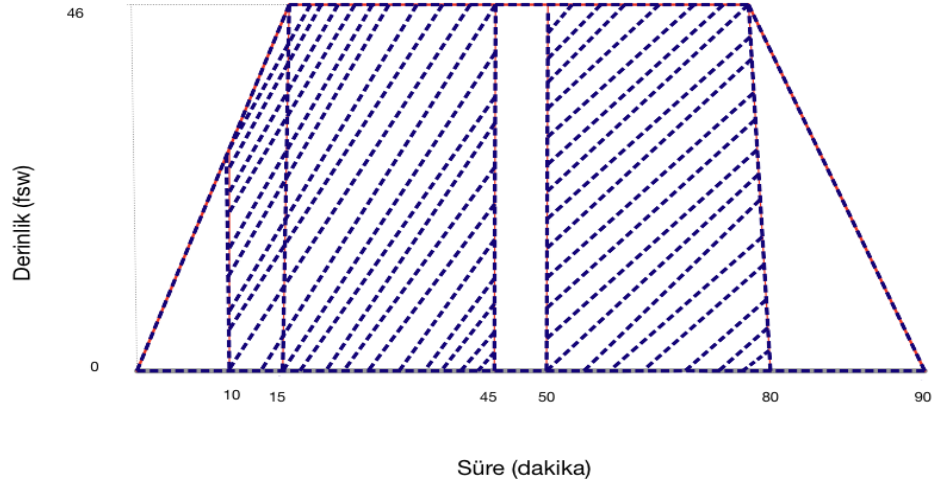
Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 01 Ocak 2017-01 Ocak 2022 tarihleri arasında Gülhane Eğitim Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniğinde acil şartlarda HBOT uygulanmış olması
- 18 yaş altında olmak
- En az bir HBOT seansını tamamlamak

Çalışmadan dışlama kriterleri:

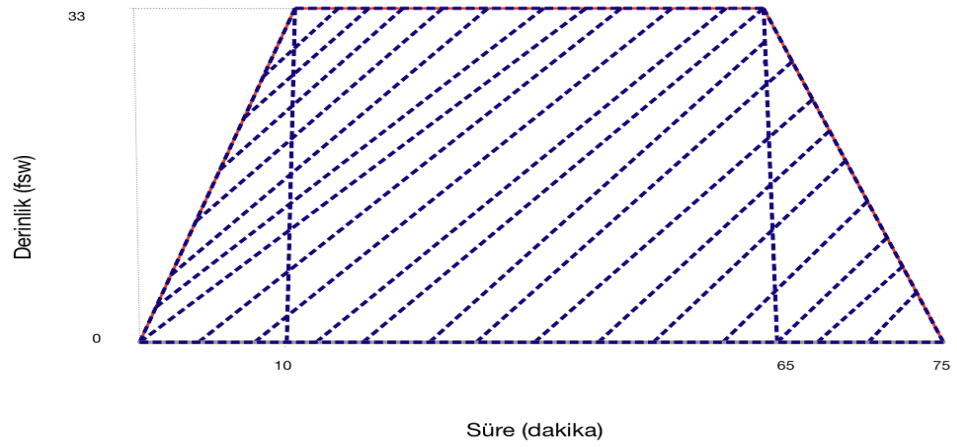
- Elektif şartlarda tedavi uygulanmış olması
- 18 yaşından büyük olmak
- İlk HBOT seansını tamamlayamamak
- Dosya veya otomasyon sistemlerinde verilerin eksik olması

Tek kişilik basınç odasında uygulanan farklı tedavi protokolleri "Protokol 1" ve "Protokol 2" olarak adlandırılmıştır. Çok kişilik basınç odasında uygulanan tedavi protokolü ise Protokol 3 olarak tanımlanmıştır. Bu tedavi protokollerine ait detaylar Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te sunulmuştur. Protokol 1 ve Protokol 3'te basınç odası hava ile basınçlandırılmış ve hastalara maske, özel başlık veya entübasyon tüpünden %100 oksijen solutulmuştur. Protokol 2'de ise tek kişilik basınç odası %100 O<sub>2</sub> ile basınçlandırılırken, hasta ortam havasından %100 O<sub>2</sub> solumuştur



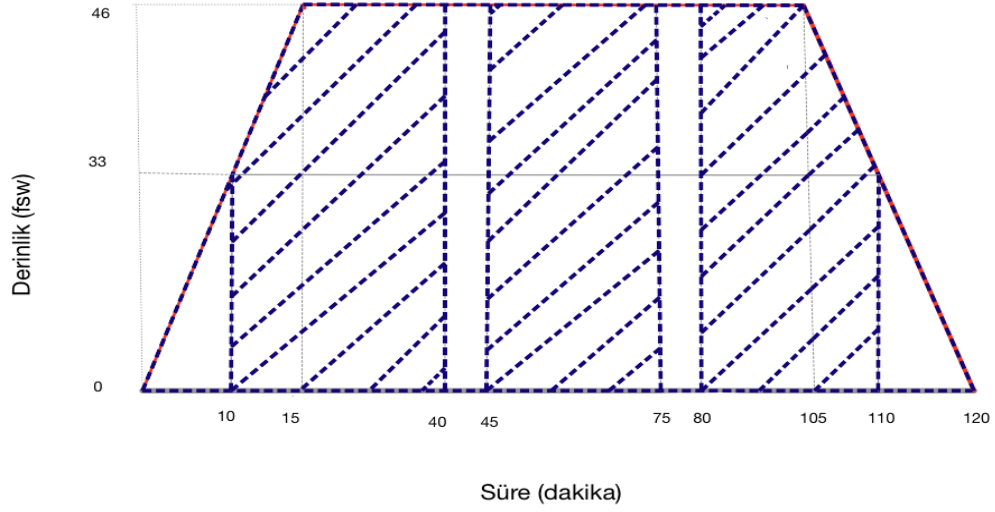
(fsw : feet sea water) .Taralı alan oksijen soluma periyodunu göstermektedir .Kompresyon hızı:3 feet/dk ,dekompresyon hızı :4,6 feet/dk'dır.

**Şekil 3.1:** Tek kişilik basınç odasında uygulanan “Protokol 1”



(fsw : feet sea water). Taralı alan oksijen soluma periyodunu göstermektedir . Kompresyon hızı:3,3 feet/dk ,dekompresyon hızı :3,3 feet/dk olup basınç odası oksijen ile basınçlandırılır .

**Şekil 3.2.** Tek kişilik basınç odasında uygulanan “Protokol 2”



(fsw : feet sea water). Taralı alan oksijen soluma periyodunu göstermektedir . Kompresyon hızı:3 feet/dk ,dekompresyon hızı :3 feet/dk'dır.

### Şekil 3.3. Çok kişilik basınç odasında uygulanan “Protokol 3”

Çalışmamızda ileri istatistiksel incelemeler için yaşlara göre ve endikasyonlara göre alt gruplar oluşturulmuştur. Çalışmamıza dahil edilen hastalar yaşlarına göre toplam altı altgruba ayrılmıştır. Bu yaş grupları National Institute of Child Health and Human Development'a göre belirlenmiştir [11] .Hastaların yaş grupları aşağıda sunulmuştur;

- 0 - 27 gün
- 28 gün - 12 ay
- 13 ay - 5 yaş
- 6 - 11 yaş
- 12-18 yaş

Diğer yandan, endikasyonlara göre hastalar altı grupta incelenmiştir. Bu gruplar; karbonmonoksit (CO) intoksikasyonu, ani idiyopatik işitme kaybı (AİK), retinal arter tıkanıklığı, periferik iskemiler, ürolojik aciller ve anoksik beyin hasarı olarak belirlenmiştir

Çalışmaya dahil edilen hastaların bilgileri, otomasyon sistemleri ve hasta dosyaları taranarak elde edilmiştir. Hastaların demografik verileri, başvuru şekli (112

KKM ile görüşmeler sonucu, hastane içi konsültasyon veya Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği'ne yapılan poliklinik başvurusu), HBOT endikasyonları, başvuru anındaki bilinç durumları, ilk HBOT seansı için gecikme süresi, ilk 24 saatte uygulanan HBOT seans sayısı, toplam HBOT seansı sayısı, refakatçi varlığı, tedavi verilen basınç odası türü, tedavi protokolleri, oksijen solutma yöntemi, laboratuvar sonuçları, genel tedavi sonuçları, HBOT esnasında yaşanan komplikasyonlar kaydedilmiştir.

Genel tedavi sonuçları değerlendirilirken dört ana başlık belirlenmiştir. Bu grupların tanımları Tablo 3.1'de sunulmuştur. "Tedaviyi tamamlayamayan" hastaların tedavi sonucu tanımlayıcı istatistikler haricindeki istatistiksel analizlere dahil edilmemiştir.

**Tablo 3.1.** Genel tedavi sonuçları değerlendirilirken belirlenen dört ana başlığın tanımları

Şifa	Kısmi Şifa	Haliyle	Tedaviyi Tamamlayamayan
Tam iyileşme sağlanmış	İyileşme var fakat eski sağlık durumuna dönememiş	HBOT'ye yanıt yok	-HBOT'ye ardışık 7 (yedi) iş günü devam etmeyenler -HBOT'ye farklı bir merkezde devam etmek isteyenler -HBOT'yi kendi isteği ile bırakanlar

CO intoksikasyonu hastalarında incelenen veriler; maruziyet kaynağının türü, maruziyetin süresi, belirti ve bulguların ortaya çıkışı ile ilk HBOT seansı arasındaki süre, konsültasyon ile ilk HBOT seansı arasında geçen süre (HBOT'ye gecikme süresi), başvuru anındaki belirti ve bulgular, pH değeri, laktat düzeyi, laktat dehidrojenaz (LDH) seviyesi, kreatin kinaz (CK) değeri, ilk ölçülen karboksihemoglobin (COHb) düzeyi, beyaz küre sayısı (WBC), nötrofil / lenfosit oranı (NLO), platelet lenfosit oranı (PLO), troponin I, troponin T, CK-MB değerleri ve elektrokardiyografi (EKG) bulgularıdır (iskemik bulgular veya normal). Bu verilerin haricinde hastaların "genel kardiyak etkilenim durumu" ve "genel nörolojik etkilenim durumu" incelenmiştir. "Genel kardiyak etkilenme"; hastalarda enzim yüksekliği, semptom veya EKG değişikliğinden herhangi birinin bulunması olarak tanımlanmıştır. "Genel nörolojik etkilenme"; senkop, bilinç durumu değişikliği,



konvülsiyon, idrar/gaita inkontinansı, ataksi, nistagmus veya tinnitus bulgularından herhangi birinin varlığı olarak tanımlanmıştır. Eğer hastalar il dışından gelmişse hangi ilden konsülte edildikleri ve bu ilin Ankara'ya uzaklığı (kilometre) hesaplanarak kaydedilmiştir. Şikayetleri tamamen geçen hastalar “şifa” , şikayetleri kısmen gerileyen hastalar “kısmi şifa” , şikayetlerinde değişiklik olmayan hastalar da “haliyle” olarak değerlendirilmiştir.

Ani idiyopatik işitme kaybı nedeniyle HBOT uygulanan hastalarda etkilenen kulak, semptomun ortaya çıkışı ile ilk HBOT arasında geçen süre ve uygulanan toplam HBOT seans sayısı değerlendirilmiştir. Ayrıca hastalara ait olan HBOT öncesi, 5. HBOT seansı, 10. HBOT seansı, 15. HBOT seansı, 20. HBOT seansı ve son HBOT seansındaki odyometri testi incelenmiştir. Son olarak Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yapıp yapılmadığı, MRG’de patoloji varlığı, Kulak Burun Boğaz Kliniği tarafından düzenlenen per oral steroid (PO), intravenöz (IV) steroid, intratimpanik steroid (İTS) tedavi bilgileri kaydedilmiştir. Hastaların HBOT tedavi sonuçları Siegel Kriterleri temel alınarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.2) [61]. Çalışmamızda genel tedavi sonucu değerlendirilirken belirlenen “kısmi şifa” tanımı, Siegel Kriterleri’nde yer alan “kısmi iyileşme” ve “ hafif iyileşme” tanımlarını kapsadığından AİK hastalarında bu iki tanıma uyan tedavi sonuçları “kısmi şifa” olarak tek başlık altında değerlendirilmiş ve Tablo 3.2’de sunulmuştur.

**Tablo 3.2.** Siegel Kriterleri ve çalışmamızda AİK hastaları için belirlenen tedavi sonucu tanımları

Çalışmamızda	Siegel Kriterleri	
Şifa	Tam iyileşme	İşitmedeki Kazanç Fark Etmeksizin Son İşitme Düzeyi $\leq 25$ dB
Kısmi şifa	Kısmi iyileşme	İşitmedeki Kazanç $\geq 15$ dB ve Son İşitme Düzeyi 25-45 dB Arasında
	Hafif iyileşme	İşitmedeki Kazanç $\geq 15$ dB ve Son İşitme Düzeyi $>45$ dB
Haliyle	Tedaviye yanıtız	İşitmedeki Kazanç $<15$ dB

Retinal arter tıkanıklıklarında hangi gözün etkilendiği, şikayetin ortaya çıkışı ile ilk HBOT arasında geçen süre, HBOT öncesi görme keskinliği, HBOT

sonundaki görme keskinliği, uygulanan ek tedaviler incelenmiştir. Hastaların ilk HBOT seansından önceki ve son HBOT seansı sonrasındaki görme keskinlikleri logMAR olarak hesaplanıp, logMAR değerleri arasındaki fark 0,3'ten büyük ise tedavi sonucu "şifa", 0,3'ten küçükse "haliyle" olarak tanımlanmıştır.

Periferik iskemi grubunda geliş şikayeti, etyoloji, lokalizasyon, şikayet ile HBOT seansına kadar geçen süre, başvuru veya konsültasyon ile ilk HBOT seansı arasında geçen süre (HBOT gecikme süresi), arteriyel doppler ultrason bulguları, cerrahi ihtiyacı ve yapıldı ise amputasyonun seviyesi ( majör /minör ) kaydedilmiştir. HBOT tedavi sonucu tam uzuv korunması veya siyanozun >%50 gerilemesi "şifa", siyanoz bulunan alanda <%50 küçülme olması veya minör ampütasyon uygulanması "kısmi şifa", ölüm veya majör ampütasyon "haliyle " olarak tanımlanmıştır.

Testis torsiyonu, hipospadias onarımı veya sünnet sonrası peniste dolaşım bozukluğu gelişimi sebebiyle HBOT uygulanan hastalar "Ürolojik Aciller" başlığı altında değerlendirilmiştir. Testis torsiyonu olan hastalarda, etyoloji, semptom, semptom ile HBOT arasında geçen süre, başvuru veya konsültasyon ile ilk HBOT seansı arasında geçen süre (HBOT gecikme süresi), cerrahi öyküsü, cerrahi uygulanmışsa ilk HBOT uygulamasına kadar geçen süre, sağ/sol testis tutulumu, HBOT öncesi renkli skrotal doppler ultrason, fizik muayene, tedavi sonucu renkli skrotal doppler ultrason sonucu kaydedilmiştir. Tedavi sonrası kontrolde renkli skrotal doppler ultrasonda normal testis bulgularının olması "şifa", dopplerde iskemi, boyut farkı olması "haliyle" olarak sınıflandırılmıştır. Hipospadias onarımı veya sünnet sonrası peniste dolaşım bozukluğu olması sebebiyle başvuran hastalarda geliş şikayeti, konsülte eden klinik, lokalizasyon, var ise vasküler görüntüleme sonuçları, cerrahi ile HBOT arasında geçen süre (HBOT gecikme süresi), fizik muayene, yeni cerrahi ihtiyacı not edilmiştir. Bu hastalarda penil nekrozun sınırlanması veya siyanozun >%50 gerilemesi " şifa" , siyanoz alanında <%50 küçülme olması "kısmi şifa" ve siyanoz alanında değişiklik olmaması veya nekrozun ilerlemesi ise "haliyle" olarak tanımlanmıştır.

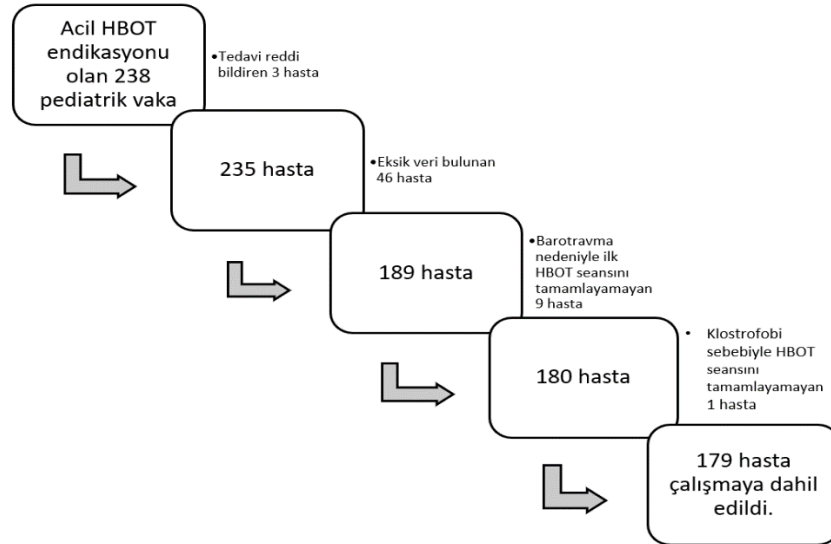
Anoksik beyin hasarında; etyoloji, kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) uygulanıp uygulanmadığı, semptom ile HBOT arasında geçen süre, gelişinde Glaskow Koma Skalası (GKS) puanı, solunumunun nasıl sağlandığı ve tedavi sonucu

kaydedilmiştir. Normal yaşamsal kabiliyetlerini tamamen kazanan hastalara “şifa”, yaşamsal kabiliyetlerinin bir kısmını kazanan hastalar “kısmi şifa” ve genel durumunda değişiklik olmaması ise “haliyle” olarak tanımlanmıştır.

Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 20. sürüm program kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistiklere ait veriler n(%), ortalama  $\pm$  standart sapma, ortanca (minimum-maksimum) olarak sunulmuştur. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun incelenmesinde Shapiro-Wilk testinden yararlanılmıştır. Sürekli verilerin ikili grup karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Sürekli verilerin ikiden fazla grup için bağımsız değişkenlerle karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Varyans Analizi kullanılmıştır. Nominal değişkenlerin grup karşılaştırmalarında (çapraz tablolarda) Ki-Kare ve Fisher’s Exact test kullanılmış olup analizlerde p değeri  $<0,05$  istatistiksel anlamlı olarak kabul edilmiştir.

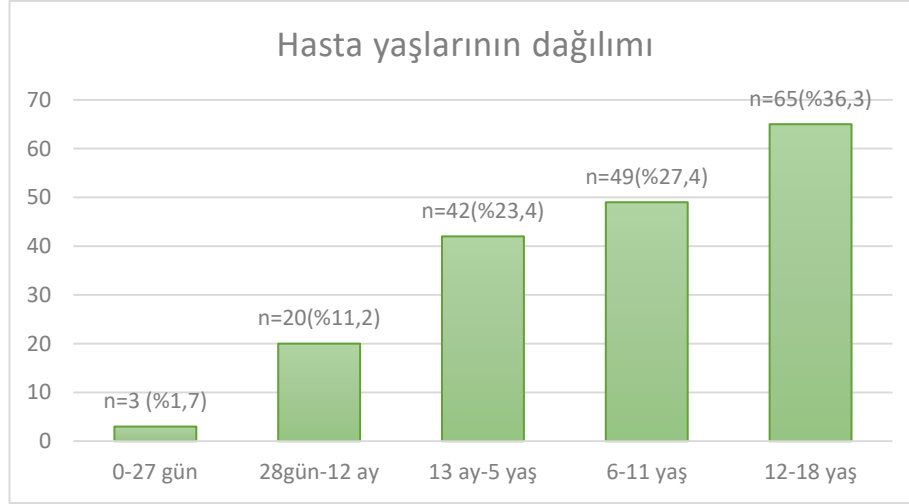
## 4. BULGULAR

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği 'ne 01 Ocak 2017 ile 01 Ocak 2022 tarihleri arasında acil HBOT endikasyonu ile başvuran pediatrik hasta sayısı toplam 238'dir. Bu hastalardan 3 'ü tedaviye girmeyi reddetmiş, 46 hastanın verilerinde eksiklik saptanmış ,9 hasta orta kulak barotravması nedeniyle ve 1 hasta ise klostrrofobi sebebiyle ilk seanslarını tamamlayamamıştır. Bu 59 hasta çalışmaya dahil edilmemiş ve geriye kalan 179 hastanın verileri analiz edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen hasta sayısına ait akış diyagramı Şekil 4.1 'de sunulmuştur.



**Şekil 4.1.** Çalışmaya dahil edilen hasta sayısına ait akış diyagramı

Çalışmaya dahil edilen 179 pediatrik hastanın ortalama yaşı  $8,6 \pm 5,6$  yıl olup en küçük hasta 3 günlük iken en büyük hastanın 17,9 yaşında olduğu kaydedilmiştir. Hastaların yaş gruplarına göre dağılımları ayrıca Şekil 4.2 'de incelenmiştir (yaş grupları National Institute of Child Health and Human Development 'a göre belirlenmiştir [11]). Cinsiyet dağılımına bakıldığında hastaların çoğunluğunu ( $n=98$  , %54,7) erkek çocukların oluşturduğu görülmüştür. HBOT uygulanan tüm hastaların 26'sında (%14,5) kronik hastalık öyküsü olduğu belirlenmiştir.



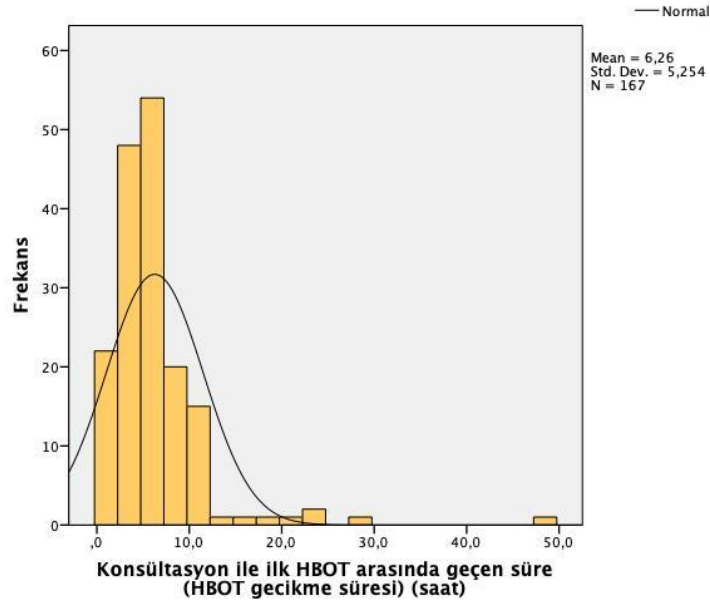
**Şekil 4.2.** Hastaların yaş dağılımları

Hastaların 134'ü (%74,8) Ankara ilinden başvururken 45'i (%25,1) ise il dışından başvurmuştur. İl dışından tedaviye alınan hastaların 12 farklı ilden geldiği ve bunlar arasında en fazla başvuru alınan ilin 8 hasta (%4,5) ile Samsun olduğu belirlenmiştir. İl dışından gelen hastaların Ankara'ya olan ortalama uzaklıkları (km )  $274,02 \pm 101,37$  km ve tedaviye alınan hastaların en yakın 78 km, en uzak ise 440 km'lik mesafeden başvuru yaptığı hesaplanmıştır (Şekil 4.3). Kliniğimizde HBOT alan 132 pediatrik hastanın (%75) 112 KKM (Komuta Kontrol Merkezi) aracılığı ile, 43 hastanın (%24,4) hastane içi konsültasyon ile danışıldığı, 1 hastanın (%0,6) ise Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp polikliniğine kendisinin başvuruda bulunduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.3.** Hastaların konsülte eden illere göre dağılımları

Çalışmamızda 167 hastada HBOT'ye gecikme süresi (konsültasyon ile ilk HBOT arasında geçen süre) ortalama  $6,25 \pm 5,25$  saat olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4).

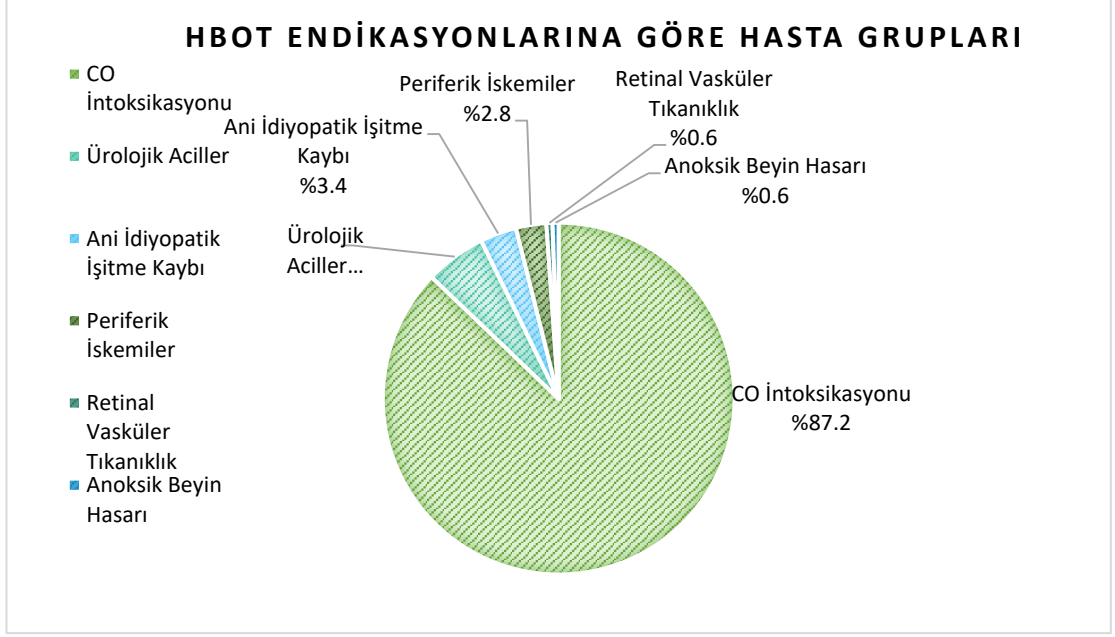


**Şekil 4.4.** Konsültasyon ile ilk HBOT arasında geçen süre (HBOT gecikme süresi ) (saat)

Toplam uygulanan HBOT seansları incelendiğinde ortanca değer 1 (1-40) olarak saptanmıştır. Hastaların 173'ü (%96,6) ilk 24 saat içinde bir seans HBOT almıştır (Tablo 4.1). Endikasyon dağılımına göre hasta grupları incelendiğinde 156 (%87,2) hastaya CO intoksikasyonu nedeniyle HBOT uygulandığı görülmüştür ( Şekil 4.5).

**Tablo 4.1.** Hastalara uygulanan HBOT seans sayıları ve tedavi sonuçları

	Ort ± SS Ortanca (Min-Max)	
	n	%
<b>HBOT seans sayısı (24 saat)</b>		
1	173	96,6
2	4	2,2
3	2	1,1
<b>HBOT sonucu</b>		
Şifa	161	95,3
Kısmi şifa	5	3,0
Haliyle	3	1,7



**Şekil 4.5.** HBOT endikasyonlarına göre hasta gruplarının dağılımı

Çeşitli nedenlerle HBOT'ye devam edemeyen 10 (%5,6) hasta mevcut olup bu hastalar genel tedavi sonuçları değerlendirilirken dikkate alınmamıştır. Acil olarak HBOT uygulanan pediatrik hastaların 161'inde (%95,3) şifa sağlandığı görülürken, hastaların 176'sında (%98,3) HBOT ilişkili komplikasyon gelişmeden tedavi tamamlanmıştır. Tedaviler sırasında not edilmiş HBOT ilişkili tek komplikasyonun hastaların 3'ünde (%1,7) gelişen orta kulak barotravması olduğu görülmüştür.

Hastaların 115'ine (%86,6) çok kişilik basınç odasında HBOT uygulandığı, 159'una (%88,8) maske ile O<sub>2</sub> solutulduğu belirlenmiştir. Tek kişilik basınç odasında tedavi alan 24 hastanın 16'sı (%66,6) ortamın %100 O<sub>2</sub> ile basınçlandırılmasıyla yani ortam havasından %100 O<sub>2</sub> soluyarak tedavisini tamamlamıştır. HBOT uygulamalarına dair teknik bilgiler Tablo 4.2'de detaylandırılmıştır.

Hasta grubumuz pediatrik vakalardan oluştuğu için refakatçi varlığı sorgulanmıştır. Hastalarımızın 104'üne (%58,1) refakatçi eşlik ettiği tespit edilmiştir. Hastaların 48'ine (%26,8) ebeveynlerinin refakat ettiği, 51'ine (%28,5) refakat eden ebeveynin aynı zamanda CO intoksikasyonu sebebiyle tedavi amaçlı basınç odasına alındığı, 3'üne (%1,7) entübe veya kritik hasta olması sebebiyle doktor refakati gerektiği, 2'sine (%1,1) ise ilk tedavilerinde entübe olması sebebiyle doktor eşlik ettiği daha sonra ekstübe olması sebebiyle de ebeveynlerinin refakat ettiği belirlenmiştir.

Ayrıca refakatçi oranları bakımından yaş grupları arasındaki farklılıklar incelendiğinde <12 ay olanlarla, 6-11 yaş ve 12-18 yaş grubuna göre ( $p<0,01$ ,  $p<0,001$ ); 1-5 yaş grubundaki hastaların 6-11 yaş grubu ve 12-18 yaş grubuna göre ( $p<0,01$ ,  $p<0,001$ ) ve son olarak 6-11 yaş grubu hastaların 12-18 yaş grubu hastalara göre anlamlı düzeyde daha fazla refakatçi eşlik ettiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ancak <12 ay hastalarımız ile 1-5 yaş arası hasta grubu arasında refakatçi varlığı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

**Tablo 4.2.** HBOT uygulamasına dair teknik bilgiler

	Ort ± SS	
	Ortanca (Min-Max)	
<b>Basınç odası çeşidi (n=179)</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Çok kişilik	115	86,6
Tek kişilik	24	13,4
<b>Oksijen solutma yöntemi (n=179)</b>		
Maske	159	88,8
Ortam % 100 oksijen	16	8,9
Entübasyon tüpü	1	0,6
Entübasyon tüpü + maske	3	1,7
Oksijen başlığı(hood)	0	0
<b>HBOT protokol (n=179)</b>		
Protokol 3	153	85,5
Protokol 2	16	8,9
Protokol 1	8	4,5
Miks (Basınç odası değişimine bağlı protokol)	2	1,1

Hasta grubumuz HBOT endikasyonlarına göre sınıflandırılarak da incelenmiştir. HBOT uygulama farklılıkları Tablo 4.3 'te verilmiştir. CO İntoksikasyonu olan hastalarda diğer endikasyonlara göre uygulanan toplam HBOT seans sayısının istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha az olduğu saptanmıştır ( $p<0,001$ ).



**Tablo 4.3.** HBOT endikasyonlarına göre hastaların ilk 24 saat seans sayıları, toplam seans sayıları yaş grupları ve HBOT protokolü özelliklerinin dağılımları.

	CO İntoksikasyonu	AİK	Ürolojik aciller	Periferik iskemiler	Retinal Arter tıkanıklığı	Anoksik beyin hasarı
<b>Toplam Seans sayısı</b>	1 (1-5)	20 (5-40)	6 (1-16)	17 (11-30)	20	1
<b>Seans sayısı 24 saatte n (%)</b>						
1	154 (%98,7)	6 (%100)	8 (%80)	4 (%80)	0	1 (%100)
2	2 (%1,3)	0	0	1 (%20)	1 (%100)	0
3	0	0	2 (%20)	0	0	0
<b>Yaş grup n (%)</b>						
<12 ay	18 (%11,5)	0	1 (%10)	4 (%80)	0	0
1-5 yaş	35 (%22,5)	0	6 (%60)	1 (%20)	0	0
6-11 yaş	45 (%28,8)	4 (%66,7)	0	0	0	0
12-18 yaş	58 (%37,2)	2 (%33,3)	3 (%30)	0	1 (%100)	1 (%100)
<b>HBOT protokolü n (%)</b>						
Protokol 3	133 (%85,3)	6 (%100)	7 (%70)	5 (%100)	1 (%100)	1 (%100)
Protokol 2	15 (%9,6)	0	1 (%10)	0	0	0
Protokol 1	7 (%4,5)	0	1 (%10)	0	0	0
Miks	1 (%0,6)	0	1 (%10)	0	0	0
<b>Basınç odası türü</b>						
Tek kişilik	22 (%14,1)	0	2 (%20)	0	0	0
Çok kişilik	134 (%85,9)	6 %100	8 %80	5 (%100)	1 (%100)	1 (%100)

Not: Yaşı 0-27 gün arasında olan 3 hasta olması nedeniyle 3 hasta birleştirilmiştir, (Tabloda veriler n(%) ve ortanca (minimum-maksimum) olarak sunulmuştur.)

Hastaların yaş gruplarına göre tedavide kullanılan basınç odası tercihi arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür

(p=0,001). Buna göre <12 ay bebeklerde, tek kişilik basınç odası kullanımının anlamlı şekilde daha fazla olduğu saptanmıştır. Son olarak basınç odası tercihi ve refakatçi varlığı arasında anlamlı ilişki görülmemiştir (p=0,644) . Yaş grupları ve refakatçi varlığı ile basınç odası çeşidi arasındaki ilişki Tablo 4.4’te sunulmuştur.

**Tablo 4.4.** Basınç odası türleri karşılaştırması

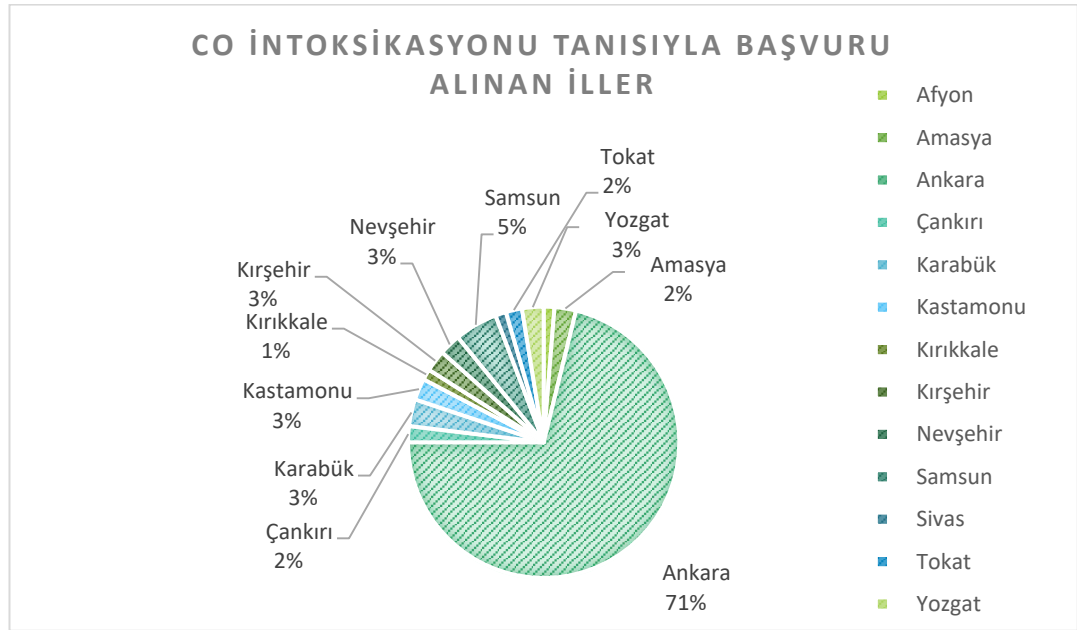
	<b>Multiplace</b>	<b>Monoplace</b>	<b>p</b>
	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	
<b>YAŞ</b>			
<12 ay	9 (%6,7)	9 (%40,9)	0,001*
1-5 yaş	30 (%22,4)	5 (%22,7)	
6-11 yaş	43 (%32,1)	2 (%9,1)	
12-18 yaş	52 (%38,8)	6 (%27,3)	
<b>Refakatçi</b>			
Yok	58 (%43,3)	8 (%36,4)	0,644
Var	76 (%56,7)	14 (%63,6)	

#### 4.1. KARBONMONOKSİT İNTOKSİKASYONU

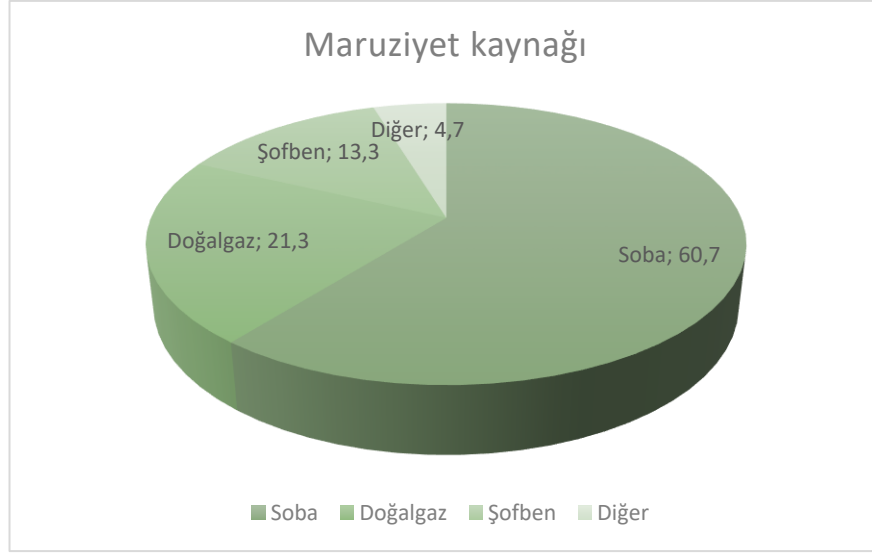
Çalışmaya dahil edilen hastaların 156 ‘sı (%87,2) CO İntoksikasyonu sebebiyle HBOT almıştır. CO İntoksikasyonu olan hastaların yaş ortalaması 8,3±5,4 yıl olup en küçük hasta yaşı 3 gün iken en büyük hasta yaşı 17 yıl olarak hesaplanmıştır. Hastaların çoğunluğunun (%37,2) 12-18 yaş grubu içerisinde olduğu belirlenmiştir. Hastalara ait demografik bilgiler ve HBOT uygulamalarına ait sayısal veriler detaylı biçimde Tablo 4.5 ‘de sunulmuştur. En fazla konsültasyon alınan il (%70,5) Ankara iken, Ankara dışında 12 ilden CO intoksikasyonu sebebiyle HBOT için pediatrik hasta kabul edilmiştir (Şekil 4.6 ). CO intoksikasyonu tanısıyla HBOT alan hastaların çoğunluğu 112 KKM tarafından konsülte edildiği saptanmış (n=127 ,%81,4) ve hastaların ortalama maruziyet süresi 3,76±5,30 saat olarak hesaplanmıştır. Maruziyet kaynağına dair veriler Şekil 4.7’de sunulmuştur. CO intoksikasyonu belirti ve bulgularının ortaya çıkışı ile HBOT başlangıcı arasında geçen ortalama süre 8,41±4,01 saat olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan, konsültasyon zamanı ile ilk HBOT seansı arasında geçen ortalama süre ise (gecikme süresi) ortalama 5,75±2,99 saat olup hastalara uygulanan ortalama HBOT seans sayısı ise 1,08±0,48 dir.

**Tablo 4.5.** CO İntoksikasyonu olan hastaların demografik özellikleri ve HBOT uygulamalarına ait sayısal veriler

	n	%
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	80	51,3
Kız	76	48,7
<b>Yaş grup</b>		
0-27 gün	2	1,3
28 gün-12 ay	16	10,3
13 ay-5 yaş	35	22,4
6 yaş-11 yaş	45	28,8
12 yaş-18 yaş	58	37,2
<b>HBOT seans sayısı (ilk 24 saat)</b>		
1	154	98,7
2	2	1,3
<b>HBOT sonucu</b>		
Şifa	155	99,4
Haliyle	1	0,6
<b>Basınç odası türü</b>		
Çok kişilik	134	85,9
Tek kişilik	22	14,1

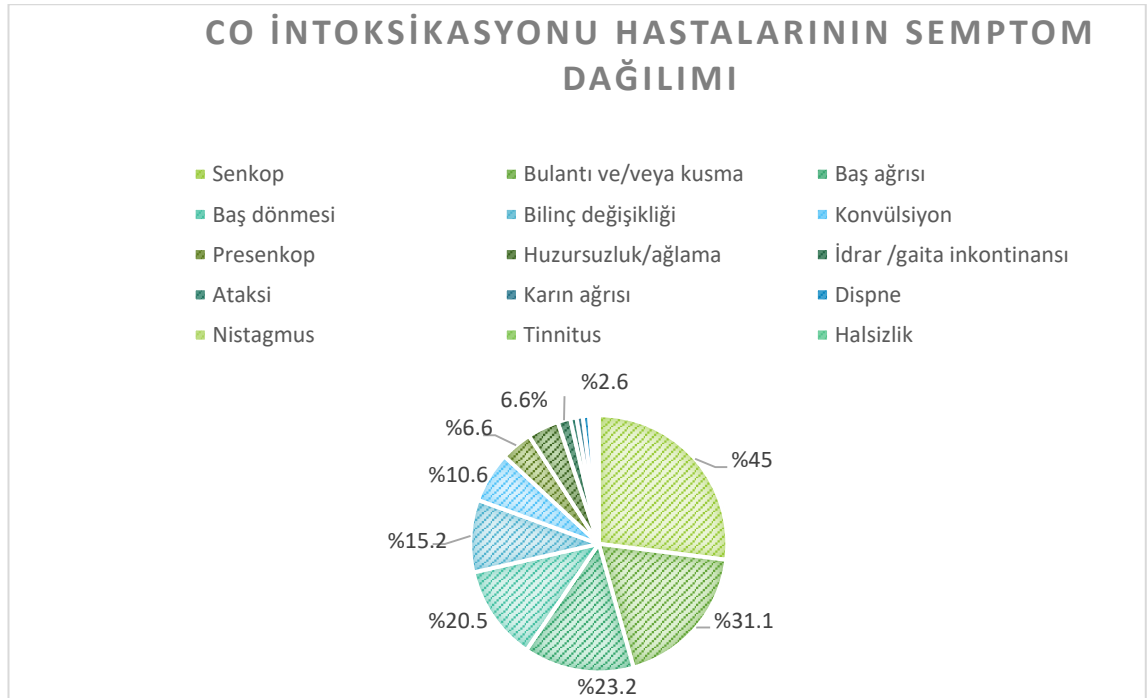


**Şekil 4.6.** CO İntoksikasyonu tanısıyla başvuru alınan iller



**Şekil 4.7.** CO intoksikasyonu endikasyonu ile HBOT alan pediatrik hastaların maruziyet kaynaklarının dağılımı

CO intoksikasyonu olan hastaların 97'sinde (%64,2) başvuru öncesi nörolojik etkilenim olduğu saptanmıştır. Hastaların 3'ü entübe (%1,9) iken HBOT uygulanmıştır. Tedaviye alınan hastaların 153'ünde GKS skoruna ulaşılmış ve ortalama  $14,96 \pm 0,34$ , ortanca 15 (11-15) olarak hesaplanmıştır. Hastaların belirti ve bulgularına dair dağılım Şekil 4.8'de detaylı biçimde sunulmuştur.



**Şekil 4.8.** CO intoksikasyonu hastalarının semptom dağılımları

CO intoksikasyonu tanısı ile HBOT alan hastaların 83'ünde (%54,2) COHb değerinin %25 ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Hastaların Acil servise başvurusundaki bazı laboratuvar bulguları Tablo 4.6'da verilmiştir.

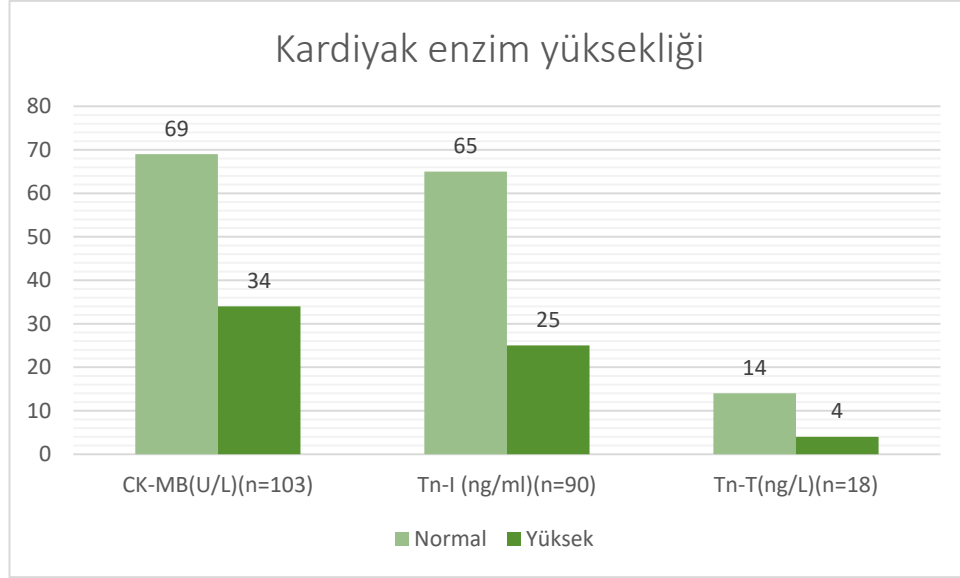
**Tablo 4.6.** CO İntoksikasyonu olan hastaların acil servise başvurusundaki laboratuvar bulguları

	<b>n</b>	<b>Ort ± SS</b>	<b>Ortanca (Min-Max)</b>
<b>COHb %</b>	153	25,15±9,66	26 (1,5-49)
<b>LDH (U/L)</b>	57	311,02±271,72	256 (163-2028)
<b>pH</b>	145	7,36±0,06	7,37 (7,15-7,54)
<b>Laktat</b>	129	3,13±2,01	2,70 (0,5-12,8)
<b>WBC</b>	132	12,37±5,19	11,40 (4,89-39,10)
<b>NLO</b>	117	2,95±3,28	2,10 (0,11-22,5)
<b>PLO</b>	117	116,27±78,62	100 (16,96-536,36)
<b>CK(U/L)</b>	76	330,53±451,69	137 (45-2029)

CO intoksikasyonu olan hastaların 55'inde (%43,7) kardiyak etkilenimin olduğu kabul edilmiştir, 50'sinde (%42,4) ise genel anlamda kardiyak enzim yüksekliği saptanmıştır. Hastaların 114'ünde EKG bilgilerine ulaşılmış ve 111 (%97,4) EKG 'de patolojik bulguya rastlanmamıştır.

CO intoksikasyonu olan hastaların yaş gruplarına göre klinik ciddiyet arasındaki ilişki Tablo 4.7'de sunulmuş. COHb düzeyleri ile yaş gruplarının arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ( p=0,398). Diğer yandan, 12-18 yaş arası grupta kardiyak etkilenim oranı <12 ay ve 1-5 yaş grubundaki hastalara göre anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (p<0,01, p<0,01).

Yaş grubu <12 ay olanlarda 6-11 yaş ve 12-18 yaş grubuna göre kardiyak enzim yüksekliği oranının anlamlı şekilde daha fazla olduğu görülmüştür (p<0,05, p<0,01 ). Ayrıca 1-5 yaş grubunda 12-18 yaş grubuna göre kardiyak enzim yüksekliği oranının daha fazla olduğu saptanmıştır( p<0,01). Yaş grupları arasında nörolojik etkilenim oranları açısından anlamlı fark bulunamamıştır (p>0,05). Kardiyak enzim yüksekliği gösteren hastaların dağılımı Şekil 4.9 'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.9.** Kardiyak enzim yüksekliği gösteren hastaların dağılımı

**Tablo 4.7.** Yaş grupları arasında yapılan karşılaştırma

	<12 ay	1 -5 yaş	6-11 yaş	12-18 yaş	
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	p*
<b>COHb %</b>	22,46±9,46	24,54±10,08	24,60±8,28	26,80±10,38	0,398 <sup>a</sup>
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
<b>EKG</b>					
Normal	6 (%100)	26 (%92,9)	35 (%97,2)	44 (%100)	0,306 <sup>b</sup>
İskemik değişiklik	0	2 (%7,1)	1 (%2,8)	0	
<b>Refakatçi</b>					
Yok	1 (%5,6)	5 (%14,3)	20 (%44,4)	40 (%69)	<0,001*
Var	17 (%94,4)	30 (%85,7)	25 (%55,6)	18 (%31)	
<b>Kardiyak etkilenim</b>					
Yok	5 (%31,2)	12 (%40)	20 (%60,6)	34 (%72,3)	0,006*
Var	11 (%68,8)	18 (%60)	13 (%39,4)	13 (%27,7)	
<b>Kardiyak enzim yüksekliği</b>					
Normal	5 (%31,2)	11 (%40,7)	20 (%62,5)	32 (%74,4)	0,005*
Yüksek	11 (%68,8)	16 (%59,3)	12 (%37,5)	11 (%25,6)	
<b>Nörolojik etkilenim</b>					
Yok	6 (%40)	12 (%35,3)	18 (%40)	18 (%31,6)	
Var	9 (%60)	22 (%64,7)	27 (%60)	39 (%68,4)	

a: Kruskal Wallis Varyans Analizi, b: Ki-Kare Test/Fisher's Exact test

COHb düzeylerine göre hastalar iki gruba ayrılıp klinik prezentasyonlarındaki farklılıklar incelenmiştir. Tablo 4.8’de detaylıca verilmiştir. COHb değerleri <%25 olanların, COHb ≥%25 olanlara göre pH değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek; laktat ve CK değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük olduğu görülmüştür (sırasıyla p<0,01, p<0,001, p<0,05).

**Tablo 4.8.** COHb değerleri <%25 olanlarla ≥%25 olanların karşılaştırmaları

	COHb <%25	COHb ≥%25	p
	n (%)	n (%)	
<b>Maruziyet kaynağı</b>			
Soba	43 (%63,2)	45 (%57)	0,467
Doğalgaz	16 (%23,5)	16 (%20,3)	
Şofben	6 (%8,8)	14 (%17,7)	
Diğer	3 (%4,4)	4 (%5,1)	
<b>EKG</b>			
Normal sinüs ritmi	44 (%95,7)	66 (%100)	0,167
İskemik değişiklik	2 (%4,3)	0	
<b>Kardiyak etkilenim</b>			
Yok	33 (%55,9)	38 (%58,5)	0,776
Var	26 (%44,1)	27 (%41,5)	
<b>Kardiyak enzim yüksekliği</b>			
Normal	32 (%58,2)	35 (%57,4)	1.000
Yüksek	23 (%41,8)	26 (%42,6)	
<b>Nörolojik etkilenim</b>			
Yok	23 (%34,8)	31 (%37,8)	0,710
Var	43 (%65,2)	51 (%62,2)	

Ki-kare test/Fisher’s Exact test

COHb değerleri <%25 olanlarla ≥%25 olanların laboratuvar değerlerinin karşılaştırması Tablo 4.9’da detaylarıyla sunulmuştur.

**Tablo 4.9.** COHb değerleri <%25 olanlarla ≥%25 olanların laboratuvar değerlerinin karşılaştırması

	COHb <%25	COHb ≥%25	p
	Ort ± SS Ortanca (Min-Max)	Ort ± SS Ortanca (Min-Max)	
LDH	262,52±98,40 233 (163-636)	343,82±340,72 270,5 (170-2082)	0,107
pH	7,37±0,05 7,38 (7,15-7,51)	7,35±0,06 7,35 (7,15-7,54)	0,005*
Laktat	2,62±1,64 2,27 (0,5-11,8)	3,64±2,20 3,2 (0,8-12,8)	<0,001*
WBC	11,61±3,97 11,4 (4,89-22,7)	12,51±5,07 11,4 (6-39,1)	0,469
NLO (Nötrofil/Lenfosit)	2,89±2,28 2,22 (0,1-10,45)	2,94±3,92 1,79 (0,16-22,50)	0,125
PLO (Platelet/Lenfosit)	118,49±65,61 104,49 (20,42-363,20)	113,67±88,58 92,08 (16,96-536,36)	0,199
CK	174,62±153,77 133,5 (45-665)	456,74±563,66 163 (45-2029)	0,038*

b: Mann Whitney U test

Hastaların başvuru anındaki NLO ile maruziyet süresi, maruziyet kaynağının türü, klinik ciddiye ve diğer biyokimyasal parametreler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. NLO ile maruziyet kaynağının türü, maruziyet süresi, kardiyak enzim yüksekliği, kardiyak etkilenim ve nörolojik etkilenim arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır. NLO ile laboratuvar parametreleri arasındaki korelasyon Tablo 4.10’da gösterilmiştir. NLO değerleri ile pH değerleri, WBC değerleri arasında pozitif yönlü hafif düzeyde korelasyon saptanmıştır ( $r=0,222$   $p<0,05$ ,  $r=0,211$   $p<0,05$ ). NLO değerleri ile PLO değerleri arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü korelasyon saptanmıştır ( $r=0,794$   $p<0,001$ ). Son olarak NLO değerleri ile GKS değerleri arasında negatif yönlü hafif düzeyde korelasyon saptanmıştır ( $r=-0,250$   $p<0,01$ ).

NLO ile laboratuvar parametreleri arasındaki ilişki Tablo 4.10’da incelenmiştir.



**Tablo 4.10.** NLO değerleri ile laboratuvar parametreleri arasında korelasyon

	NLO	
	r*	p
Maruziyet süresi	-0,111	0,360
GKS	<b>-0,250</b>	<b>0,007</b>
LDH	-0,216	0,125
pH	<b>0,222</b>	<b>0,017</b>
Laktat	-0,034	0,728
WBC	<b>0,211</b>	<b>0,023</b>
PLO	<b>0,794</b>	<b>&lt;0,001</b>
CK	0,213	0,074

\*Spearman's' Korelasyon katsayısı

Hastaların başvuru anındaki PLO değeri ile maruziyet süresi, maruziyet kaynağının türü, klinik ciddiyet ve diğer biyokimyasal parametreler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. PLO değeri ile maruziyet kaynağının çeşidi, maruziyet süresi, kardiyak enzim yüksekliği, kardiyak etkilenim ve nörolojik etkilenim arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır. PLO değeri ile laboratuvar parametreleri arasındaki korelasyon Tablo 4.11'de gösterilmiştir. PLO değeri ile LDH değerleri arasında negatif yönlü orta düzeyde anlamlı korelasyon saptanmıştır ( $r=-0,283$   $p<0,05$ ). PLO değeri ile GKS değeri arasında negatif yönlü hafif düzeyde anlamlı korelasyon saptanmıştır ( $r=-0,191$   $p<0,05$ ).

**Tablo 4.11.** PLO değeri ile laboratuvar parametreleri arasındaki ilişki

	PLO	
	r*	p
Maruziyet süresi	0,022	0,855
GKS	<b>-0,191</b>	<b>0,041</b>
LDH	<b>-0,283</b>	<b>0,042</b>
pH	0,177	0,059
Laktat	-0,099	0,316
WBC	-0,146	0,115
CK	0,007	0,955

\*Spearman's' Korelasyon katsayısı

## 4.2. ANİ İŞİTME KAYBI

Ani işitme kaybı tanısı ile HBOT alan 6 pediatrik hasta tespit edilmiştir. Yaş ortalamaları  $10,85\pm 4,3$  yıl olup en küçük hasta yaşı 6,2 yıl ve en büyük hasta yaşı 17,6 yıl olarak hesaplanmıştır. AİK tanılı pediatrik hastaların çoğunluğunu kız çocuklar oluşturmuştur (% 66,6). Çalışmamız boyunca pediatrik vakalara AİK nedeniyle toplam 120 seans HBOT uygulanmış olup ortalama HBOT seans sayısı 20 olarak saptanmıştır. Hastaların 5'inde (%83,3) sol kulağın etkilendiği belirlenmiştir. Semptomun ortaya çıkışı ile HBOT'ye başlama arasında geçen süre ortalama  $10,66\pm 7,03$  gün olarak hesaplanmıştır. Bu hastalarda HBOT boyunca herhangi bir komplikasyona rastlanmamıştır. Bir hasta tedavisini tamamlamamış olup tedavi sonucuna dahil edilmezken diğer 5 hasta Siegel Kriterleri'ne göre değerlendirilmiş 2'si (%40) tam şifa, 2'si (%40) kısmi şifa ve 1'i (%20) ise haliyle taburcu edilmiştir. Bu hastalarda refakatçi eşliği gerekmemiştir. Hastaların tamamı çok kişilik basınç odasında maske ile oksijen solumuştur. Manyetik rezonans görüntüleme 4 hastada yapılmış ve patoloji saptanmamıştır. IV steroid uygulanan 4 hasta ve İTS uygulanan 3 hasta olmuştur.

## 4.3. ÜROLOJİK ACİLLER

Ürolojik aciller başlığı altında 10 pediatrik hasta tedaviye alınmıştır. Bu hastalardan 3'üne testis torsiyonu, 3'üne hipospadias onarımı ve 4 hastaya ise sünnet veya diğer üroloji operasyonları sonrasında gelişen vasküler problemler sebebiyle HBOT uygulanmıştır.

Testis torsiyonu tanılı hastaların yaş ortalaması  $16,6\pm 0,9$  yıl olarak hesaplanmıştır. Bu hastaların başvuru şikayetleri testiste ağrı ve şişlik olarak kaydedilmiş ve hastalar danışıldıktan ortalama  $1,16\pm 0,28$  saat sonra ve detorsiyon operasyonundan ise ortalama  $9\pm 8,6$  saat sonra HBOT'nin ilk seansı uygulanmıştır. İlk 24 saatte ortalama  $2,3\pm 1,15$  seans uygulanmıştır. Hastalara uygulanan toplam seans sayısı 33 olup seans ortalaması  $11\pm 4,5$ 'tir. Seansların tamamı komplikasyonsuz tamamlanmış ve hiçbir hastaya refakatçi eşliği gerekmemiştir. Hastaların biri tedaviye devam edemediğinden tedavi sonucu değerlendirilememiş olup bir hastada tam şifa, bir hastada kısmi şifa sağlanmıştır. Bir hasta çok kişilik basınç odasında maske ile

oksijen soluyarak, bir hasta tek kişilik basınç odasında, maske ile oksijen soluyarak tedavi almıştır. Diğer hasta ise önce tek kişilik sonra ise çok kişilik basınç odasında HBOT almıştır.

Hipospadias onarımı sonrası gelişen komplikasyonlar sebebiyle HBOT'ye alınan 3 hastanın ortalama yaşı  $1,4\pm 0,4$  yıl olarak hesaplanmıştır. İlk 24 saatte her bir hastaya bir seans HBOT uygulanmış toplamda 11 seans, ortalama ise  $3,6\pm 3,05$  seans HBOT uygulanmıştır. Hastalardan biri tek kişilik basınç odası oksijen ile basınçlandırılarak refakatçisi ile tedaviye alınmışken, ikisi çok kişilik basınç odasında refakatçi eşliğiyle tedaviye alınmış ve maske ile oksijen solumuştur. Çok kişilik basınç odasında tedaviye alınan bir hastada orta kulak barotravması gelişmiştir. Hastalardan ikisi tedaviye devam edememişken bir hastada şifa saptanmıştır.

Sünnet veya diğer üroloji operasyonları sonrasında gelişen vasküler komplikasyonlar sebebiyle dört hasta HBOT almıştır. Bu hastalardan üçünde sünnet öyküsü birinde ise penil rotasyon anomalisi sebebiyle uygulanmış operasyon öyküsü olduğu kaydedilmiştir. Geliş şikayetleri glans peniste nekroz veya siyanoz olmuştur. Yaş ortalamaları  $3,3\pm 0,9$  yıl olarak hesaplanmıştır. İlk 24 saatte tüm hastalar bir seans HBOT almıştır. Toplam 17 seans, ortalama ise  $4,25\pm 2,36$  seans HBOT uygulanmıştır. Hastaların hiçbiri HBOT seanslarını tamamlamamıştır. Hastaların tamamı çok kişilik basınç odasında maske ile oksijen solumuş ve hepsine refakatçisi eşlik etmiştir. Tüm tedaviler komplikasyonsuz tamamlanmıştır.

#### **4.4. PERİFERİK İSKEMİ**

Periferik iskemi sebebiyle HBOT uygulanan 5 hasta olmuştur. Hastaların 4'ü (%80) erkek çocuktur. Yaşları 22 gün ile 2,3 yıl arasında değişmekle birlikte ortalama  $0,6\pm 0,9$  yıl olarak hesaplanmıştır. İlk 24 saatte bir (%20) hastaya iki HBOT seansı diğer hastalara ise bir HBOT seansı uygulanmıştır. Toplam 90 seans, ortalama ise  $18,2\pm 7,4$  seans HBOT uygulanmıştır. Hastaların birinde etyolojide dehidratasyon, bir hastada BT şant operasyonu öyküsü, iki hastada ise ekstremitasyon öyküsü kaydedilmiştir. Hastaların 3'ünde (%60) sağ üst ekstremitate etkilenirken, bir hastada (%20) sağ alt ekstremitate ve bir hastada (%20) ise sol alt ekstremitate etkilenmiştir. Bu hastalarda tedavi süresince komplikasyon yaşanmamıştır. Tüm hastalar çok kişilik

basınç odasında, maske ile oksijen solumuştur. Bir hastaya doktor refakati gerekmiş, diğer 4 hasta ise ebeveyn refakati ile tedaviye alınmıştır. Bir hasta tedaviye devam etmediğinden sonucu değerlendirilememiş bir hastada başarısız olunmuş, bir hastada şifa sağlanmış ve iki hastada ise kısmi şifa sağlanmıştır. HBOT'nin başarısız kabul edildiği hasta 2,5 yaşında ALL tanılı, kalsiyum ekstrevasyonu sonrasında sağ el parmaklarının distali siyah nekrotik, el dorsal ve palmar yüzünde siyanotik alanlar bulunan bir hasta olmuştur. Bu hastaya toplamda 30 (otuz) seans HBOT uygulanmış ve sağ el orta kısmında demarkasyon hattının oluşması üzerine HBOT sonlandırılmıştır. Sonraki takiplerinde sağ el amputasyonu uygulandığı öğrenilmiştir.

#### **4.5. RETİNAL ARTER TIKANIKLIĞI**

Sağ gözde retinal arter dal tıkanıklığı tanısı ile sadece bir pediatrik hasta HBOT'ye alınmıştır. On üç yaşında erkek çocuk semptomun ortaya çıkışının 15. Saatinde HBOT'ye alınmıştır. İlk 24 saatte iki HBOT seansı ve toplamda 20 HBOT seansı uygulanmıştır. Basınç odası çok kişilik olarak seçilmiş ve hastada mental retardasyon olması sebebiyle ebeveyn refakati ile tedaviye alınmıştır. Hasta bir HBOT seansında orta kulak barotravması yaşamıştır. Yirmi seans HBOT sonunda görmesi logMAR 0,9 düzelen hastada başarı sağlanmış ve tedavisi sonlandırılmıştır.

#### **4.6. ANOKSİK BEYİN HASARI**

Asıya bağlı anoksik beyin hasarı sebebi ile HBOT alan yalnızca bir hasta bulunmaktadır. Hasta 17 yaşında erkek, ası sonrası arrest gelişmiş, CPR uygulanmış ve entübe edildikten 2 saat sonra HBOT'ye alınmıştır.

Hasta tedavisini çok kişilik basınç odasında, doktor refakatinde, endotrakeal tüp aracılığı ile oksijen soluyarak almış 1. seanstan sonra tedaviye devam etmemiştir (dış merkez YBÜ'den gelen hasta).

## 5. TARTIŞMA

Çalışmamızda Gülhane Eğitim Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği' nde 01 Ocak 2017 – 01 Ocak 2022 tarihleri arasında acil endikasyonlarla en az bir seans HBOT uygulanmış toplam 179 pediatrik hasta yer almıştır. Hastaların ortalama yaşı  $8,6\pm 5,6$  yıl olup 98'i (%54,7) erkek çocuklardan oluşmaktadır. En sık tedavi alan yaş grubu 65 hasta (%36,3) ile 12 -18 yaş grubu olmuştur. Hastaların 104'üne (%58,1) refakatçi eşlik etmiştir. Tedaviye alınan hastalar için en sık endikasyon 156 hasta ile (%87,2) CO intoksikasyonu olduğu belirlenmiştir. Hastaların 167'sinde konsültasyon ile ilk HBOT'ye başlama arasında geçen süre (HBOT'ye gecikme süresi) ortalama  $6,25\pm 5,25$  saattir ve hastaların 156'sı (%96,6) ilk 24 saat içinde bir seans HBOT almıştır. İl dışından 46 hasta başvurmuştur (%25,7). Genel tedavi sonucuna baktığımızda 161 (%95,3) hastada şifa saptanmıştır. Komplikasyon olarak hastaların 3'ünde (%1,7) orta kulak barotravması görülmüştür.

HBOT genellikle erişkin hastalarda uygulanmakla beraber nispeten az sayıda olan pediatrik vakalarda da farklı endikasyonlarda uygulanabilmektedir. Dolayısıyla pediatrik vakalarda HBOT uygulamaları, pediatrik vaka başvurusunun az olması sebebiyle erişkinlere göre daha az sayıda sunulmuştur. Çalışmamız acil endikasyonlarla HBOT uygulanmış pediatrik hastaların özelliklerinin incelemesi açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

Coğrafi konum, meteorolojik koşullar, sosyoekonomik ve sosyokültürel yapının değişmesiyle pediatrik hastalarda en sık görülen HBOT endikasyonu aynı ülkedeki farklı bölgelerde dahi farklılık gösterebilmektedir. Literatüre bakıldığında, Waisman ve ark., İsrail Deniz Tıbbi Enstitüsü'nde 1980 ve 1997 yılları arasında HBOT alan 139 pediatrik hastayı incelemiş ve hastaların 111'inin (%79) akut CO intoksikasyonu tanısı ile tedaviye alındığını bildirmiştir [70]. Gülhane Askeri Tıp Akademisi Haydarpaşa Eğitim Hastanesi'nde 2002-2006 yılları arasında HBOT alan 47 pediatrik hastadan 30'unun (%63) akut CO intoksikasyonu tanısı ile tedavi aldığı bildirilmiştir [69]. Avustralya'da yapılan bir çalışmada ise bir HBOT merkezinde 1998-2010 yılları arasında <16 yaşın olup HBOT alan 54 pediatrik hastanın 21'inin akut arteriyel iskemi nedeniyle tedavi aldığı kaydedilmiştir [71]. Türkiye'de pediatrik

yaş grubunda genel HBOT endikasyonları ile ilgili yapılmış bir çalışma da 30 yıllık bir sürede HBOT uygulanan 0-14 yaş arası pediatrik hastaların endikasyon ve tedavi sonuçlarının değerlendirildiği, İstanbul Üniversitesi'nde yapılmış olan "Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulanmış 0-14 Yaş Grubu Hastaların Değerlendirilmesi" başlıklı tez çalışmasıdır. Bu çalışmada 299 hasta incelenmiş ve en sık endikasyonun akut travmatik periferik iskemi olduğu saptanmıştır (n=101, %38) [72]. Çalışmamızı gerçekleştirdiğimiz HBOT merkezimiz, karasal iklimin hakim olduğu, kış sıcaklıklarının düşük seyrettiği bir lokasyonda bulunmaktadır. Isınma amacıyla sosyoekonomik sebeplerle güvenli olmayan yöntemlerin tercih edilmesi, ısınma sistemlerinin yetersiz bakım ile çalıştırılması ve eksik bilgi düzeyi sebebiyle özellikle kış aylarında Ankara ve yakın çevresindeki illerden CO intoksikasyonu sebebiyle başvurular sık olmaktadır. Bu nedenle, çalışmamızda pediatrik vakalarda saptanan en sık acil HBOT endikasyonu 156 (%87,2) hasta ile CO intoksikasyonu olmuştur aynı zamanda HBOT merkezimizde 2017-2019 yılları arasında acil HBOT endikasyonu ile başvuran erişkin hastaların incelendiği bir çalışmada da çalışmamızla uyumlu şekilde en sık HBOT endikasyonunun 188 hasta (% 41,1 ) ile CO zehirlenmesi olduğu görülmüştür [73].

HBOT birçok endikasyonda başarıyla uygulanan bir tedavi yöntemidir. Waisman ve ark. İsrail Deniz Tıbbi Enstitüsü'nde 1980-1997 yılları arasında HBOT alan 139 pediatrik hastanın 129'unda (%93) tam iyileşme sağlandığını saptamışlardır [70]. Keenan ve ark. mekanik ventilatör desteği altında HBOT ile tedavi edilen 3 gün ile 11 yaş arasındaki 32 kritik pediatrik hastanın %43'ünde taburculuk sırasında şifa sağlandığını, %37,5'inin hastalık veya tedavilerinin bir sonucu olarak major morbiditeye sahip olduğunu ve mortalite oranının ise %12,5 olduğunu bildirmiştir [74]. Frawley ve ark. 13 yıllık süreçte 112 çocuk hastaya HBOT uygulamış ve başarı oranı %81,5 (93 hasta) olmuştur [75]. İstanbul Üniversitesi'nde yapılan tez çalışmasında ise hastaların %87,2'sinde olumlu sonuç alındığı görülmüştür [72]. Çalışmamız, pediatrik acil vakalarda tedavi sonuçlarımızın yüksek oranda başarılı olduğunu (161 hastada (%95,3) şifa) göstermiştir. Hastaların 10'u tedaviye devam edememiş (%5,6) ve bu hastalar tedavi sonucu değerlendirilirken dikkate alınmamıştır. Çalışmamızdaki başarı oranı diğer çalışmalarla benzerdir.

Hastalarımızın 161'inde (%98,3 'ünde) HBOT seansları komplikasyonsuz olarak tamamlanmıştır. Komplikasyon yaşanan 3 hasta ( %1,7) olmuş ve bu hastalarda orta kulak barotravması görülmüştür. Orta kulak barotravması yaşayan 3 hastadan 2'si 1-5 yaş arası grupta, 1'i ise 12-18 yaş arası gruptadır. Kulakta rahatsızlık, ağrı şikayetini lokalize edip sözel olarak ifade edemeyecek olan <12 ay ve özellikle de yenidoğan grubunda seans sonunda şüphe olmadıkça otoskopik muayene yapılmadığından ve huzursuzluk, ağlama gibi durumlar mevcut hastalıkla ilişkilendirilebilir ve bu yaş grubunda barotravma görülme oranı saptanandan daha yüksek olabilir. Aynı zamanda <12 ay yaş grubu olup, kliniğimizde tedaviye alınan bebeklerin kompresyon fazında basınç değişimine uyum sağlayabilmeleri için emzirilmesi, beslenmesi veya emzik kullanımı önerilmektedir. Bu durum orta kulakta barotravma olasılığını düşürmüştür. Hasta verileri geriye dönük taranmış olduğundan orta kulak barotravmalarının şiddetine dair ayrıntılı veriye ulaşamamıştır. Ayrıca çalışmamızda 4 entübe çocuk vakanın yönetiminin de komplikasyonsuz olarak sonuçlandığı kaydedilmiştir. Bu hastalardan 3'ü CO zehirlenmesi olup devam eden seanslarda ekstübe olarak tedaviye alındığı ve tam iyileşme sağlandığı görülmüştür. Frawley ve ark.  $\leq 16$  yaş 112 pediatrik hastaya uygulanan 1099 HBOT seansının 58'inde (%5,3) istenmeyen etki ile karşılaşmıştır. İstenmeyen etkilerin %2'lik kısmını anksiyete epizodları oluşturmuştur. Bunun dışında HBOT' ye bağlı orta kulak barotravması, konvülsiyon, pulmoner oksijen toksisitesi, bulantı, hipotansiyon ve hipoglisemi bildirilmiştir [75]. Waisman ve ark. çalışmasında ise HBOT uygulanan 139 pediatrik hastadan birinde SSS oksijen toksisitesi ve birinde ise pulmoner oksijen toksisitesi geliştiği bildirilmiştir [69]. Çalışmamızdaki komplikasyon oranı literatürle uyumlu olup mortalite ve morbiditeye sebep olan herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmamıştır; HBOT uygun pediatrik hastalarda güvenle uygulanabildiği görülmektedir.

Kliniğimizdeki tek kişilik basınç odası 02.12.2019-14.07.2021 tarihleri arasında revizyon sebebiyle hizmet verememiştir. Çok kişilik basınç odası 2017-2022 yılları arasında kesintisiz hizmet vermiştir. Hastalarımızın 24'üne (%13,4) tek kişilik basınç odasında tedavi uygulanmıştır. Tek kişilik basınç odasında tedavi uygulanan 24 hastanın 16'sı (%66,6) ise ortam %100 O<sub>2</sub> ile basınçlandırılarak refakatçisi ile birlikte tedaviye alınmıştır. Tek kişilik basınç odasında pediatrik acil vakalarda daha çok

%100 O<sub>2</sub> ile basınçlandırmanın tercih edildiğini görmekteyiz. Çalışmamızda çok kişilik basınç odasında tedavi alan hastaların tek kişilik basınç odasında tedavi alan hastalara göre yaş dağılımları arasında fark olduğu görülmüştür (p<0,01). Tek kişilik basınç odasında tedavi alan <12 ay yaş grubu çocuk oranının daha fazla olduğu saptanmıştır. Bir yaş altı pediatrik hastalarda tek kişilik basınç odasında %100 O<sub>2</sub> ile ortamın basınçlandırılmasıyla, maske/oksijen başlığı (hood) kullanımı gerektirmemesi, özellikle anne eşliği ile tedaviye alınmışsa sık sık ve rahat beslenebilmesi, anksiyetenin azalması, akrilik yapı sayesinde dışarı ile göz temasının korunması gibi sebeplerle tedaviye uyumu zor olabilecek bu yaş grubunda HBOT'nin daha konforlu uygulanabilmesini sağlanmıştır. Yaş grubu olarak 12 aydan küçük pediatrik hastalarda tek kişilik basınç odası kullanımı açısından en çok vaka alan HBOT merkezlerden biri olmamız, bu konudaki deneyimlerimizin aktarılması büyük önem taşımaktadır.

Hastalarımızın pediatrik yaş grubu olması sebebiyle 104'üne (%58,1) refakatçi eşlik etmiştir. Hastaların 51'ine (%28,5) refakat eden ebeveyn aynı zamanda CO maruziyeti sebebiyle tedavi amaçlı basınç odasına alınmıştır. Hastaların 159 'unda (%88,8) oksijen solutma yöntemi olarak maske kullanılmıştır. Bilinç durumu sebebiyle endotrakeal tüp kullanılan hastalar da olmakla birlikte oksijen başlığı kullanılmamıştır. Maske kullanımına izin vermeyecek anatomik bozukluk veya oksijen difüzyonu ile de fayda sağlanacak bir endikasyon olmadıkça oksijen başlığı kullanımı tercih edilmemiştir. Oksijen başlığının pediatrik hastaların beslenmesini ve refakatçi ile iletişimini kısıtlayabilmesi, anksiyeteyi artırabilmesi, tedavi uyumunu düşürebilmesi sebebiyle kliniğimizde pediatrik vakalarda maske veya tek kişilik basınç odasında %100 O<sub>2</sub> ile basınçlandırma yöntemi tercih edilmiştir.

Hastalarımızın 46'sını (%25,7) il dışından başvuran hastalar oluşturmuştur. İl dışı başvuruların Ankara'ya olan ortalama uzaklıkları 274,02±101,37 km'dir. En uzak 440 km'lik mesafeden (Sivas) başvuran hasta varken en fazla Samsun ilinden başvuru alınmıştır (n=8 , %4,5). Acil endikasyonla HBOT alan pediatrik hastalarımızda HBOT' ye gecikme süresi (konsültasyon ile ilk HBOT arasında geçen süre) 167 hastada ortalama 6,25±5,25 saat olarak hesaplanmış ve tüm hastaların 156'sının (%96,6 ) ilk 24 saat içinde bir seans HBOT aldığı görülmüştür.



Çalışmamızda CO İntoksikasyonu olan hastaların %98,7'sine ilk 24 saatte 1 seans HBOT uygulandığı ve %99,4'ünün tam şifa bulduğu saptanmıştır. HBOT' ye başlama süresinin 154 hastada ortalama  $5,75 \pm 2,99$  saat olduğu tespit edilmiştir. Güncel literatürler pediatrik hastalarda akut CO zehirlenmesinden sonra HBOT'ye mümkün olan en erken sürede başlanmasının nörolojik geç sekeli önlemede önemli olduğu yönündedir. Bir derlemede CO zehirlenmesinden sonraki ilk 6 saatte HBO uygulanması önerilmiş [76], Liao ve ark. yaptığı retrospektif bir çalışmada ise akut CO zehirlenmesinden sonraki ilk 22,5 saatte HBOT uygulanmasının nörolojik geç sekeli engellediğini bildirmiştir [77]. Çalışmamızda HBOT'ye başlama süresi güncel literatürle uyumludur. İl dışından başvuran hastalar için konsülte eden hekimle 112 KKM aracılığı ile görüşmeler yapılması, hastanın tedaviye uygunluğunun değerlendirilmesi, ambulans ve sağlık ekibi için gerekli koordinasyonun sağlanması ve hastaların uzun mesafeler kat ederek HBOT' ye ulaşmaları sebebiyle çalışmamızda ortalama sürenin ilk 6 saat içinde tutulabilmesi dikkat çekicidir.

CO zehirlenmesi kaynakları sosyoekonomik düzey, bilgi seviyesi, iklim koşullarına göre çeşitlilik gösterebilmekte ve kimi zaman en sık sebep uygunuz çalıştırılan fırın, jeneratör sistemi iken [10] kimi zaman ise evdeki ısı kaynağı olabilmektedir[78]. Sac ve ark. Ankara'da bir pediatrik acil servise CO intoksikasyonu sebebiyle başvuran 80 hastayı analiz etmiş ve 57 (%71,2) hastada maruziyet kaynağının kömür veya odun sobası olduğunu bildirmiştir[79]. Boztepe ve ark. ise CO intoksikasyonu sebebiyle pediatrik acil servise başvuran 353 pediatrik hastayı değerlendirmiş ve hastaların 228'inin (%70,2) sobadan zehirlendiğini bildirmiştir [80]. Çalışmamızda da benzer şekilde en sık maruziyet kaynağı %60,7 ile soba olmuştur.

Hastalarımızda en sık semptom senkop (%45) iken ikinci sıklıkta ise bulantı veya kusma (%31,1) olduğu görülmüştür. Sethuraman ve ark. 2008-2013 yılları arasında HBOT merkezlerine CO intoksikasyonu sebebiyle başvuran 47 pediatrik hastayı incelemiş ve en sık görülen semptomları baş ağrısı ve bulantı, kusma olarak bildirmiştir. Ayrıca senkop ve bilinç değişikliği gibi daha fazla endişe uyandıran klinik prezentasyonların, bu popülasyondaki en yüksek serum COHb seviyeleri ile korelasyon göstermediğine değinmiştir [10]. Özgök Kangal ve ark. tarafından HBOT merkezimizde yapılan başka bir çalışmada bir yıllık sürede CO intoksikasyonu

sebebiyle kliniğimize konsülte edilen 562 hasta incelenmiş ve 289'una (51%) HBOT endikasyonu konulduğu, senkop öyküsü olan hastaların 163'üne (%72 ) HBOT önerildiği bildirilmiştir [81] .Kliniğimize danışılan hastaların genellikle kardiyak veya nörolojik etkilenimi olan hastalar olması, kliniği hafif ve nörolojik etkilenimi bulunmayan hastaların ilk başvuru yaptığı hastanede tedavi ve gözleminin yapılarak taburcu edilmesi sebebiyle hastalarımızın %64'ünün nörolojik etkileniminin olması ve en sık gözlenen semptomun senkop (%45) olmasını açıklayabiliriz .

CO zehirlenmesi olan pediatrik hastaların yaş grupları arasındaki farklılıklar incelendiğinde; sadece <12 ay olanlarla 1-5 yaş arası grupta refakatçi eşliği açısından farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Özellikle 5 yaş altı hastalarda refakatçi eşliğinin tedaviye uyum için önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda, 12-18 yaş grubundaki hastalarda 5 yaş altı gruptaki hastalara göre kardiyak enzim yüksekliği ve kardiyak etkilenimin daha az görüldüğü tespit edildi. Beş yaş altı grupta şikayetlerin tam olarak ifade edilememesi, objektif bulgular gelişmeden CO intoksikasyonunu akla getirmeyebilir bu nedenle maruziyet sürelerinin uzamasına neden olabilir. Çalışmamızda 5 yaş altı grup ile 12-18 yaş arası grupta kardiyak etkilenim açısından anlamlı farklılık bulunmasının bir diğer sebebi 5 yaş altı pediatrik hastaların solunum hızının daha yüksek olması, CO maruziyetinin daha fazla olmasına ve daha fazla myokardiyal hasarın gelişmesine neden olması da olabilir.

Literatürde CO intoksikasyonu tanımlı hastaların laboratuvar parametreleri ile klinik şiddet arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Damlapınar ve ark . CO zehirlenmesi ile başvuran pediatrik hastaların başlangıç CK, CK-MB, LDH ve cTnI değerleri yüksek olan hastalarda kan laktat düzeylerinin de anlamlı şekilde yüksek olduğunu bildirmiştir[78] . Simonsen ve ark. deneysel bir çalışmada hafif ve şiddetli zehirlenmelerde artan COHb seviyeleri, CO maruziyeti sırasında elde edilen numunelerde pH'ta bir düşüş ( $P= 0,002$ ) ve laktat ( $P< 0,000001$ ) seviyelerinde gözlenen artışa dikkat çekmişlerdir [82]. Çalışmamızda da COHb değeri ile pH değerleri arasında negatif yönlü hafif düzeyde korelasyon saptanmıştır ( $r=-0,257$   $p<0,01$ ). COHb değeri ile laktat ( $r=0,303$   $p<0,01$ )ve CK ( $r=0,238$   $p<0,05$ ) değerleri arasında pozitif yönlü hafif düzeyde korelasyon saptanmış ve COHb değerleri ile diğer laboratuvar değerleri arasında korelasyon bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Özellikle acil servislere başvuran COHb  $>25\%$  olan hastalar HBOT endikasyonu açısından danışılmaktadır [83] . Literatürde COHb ile klinik şiddet ilişkisine bakıldığında korelasyon bulunamamıştır[10],[78]. CO intoksikasyonu hastalarında HBOT kararı verirken COHb değeri belirleyici değildir. Çalışmamızda COHb  $>25\%$  ve COHb  $\leq 25\%$  grupları arasında maruziyet kaynağı, kardiyak etkilenim, nörolojik etkilenim ve kardiyak enzim yüksekliği açısından fark bulunamamıştır. Bu sonuç, COHb ile klinik şiddetin korele olmadığını desteklemektedir. Dolayısıyla COHb  $\leq 25\%$  olan hastalarda nörolojik ve kardiyak etkilenim olabileceği, HBOT ihtiyacının bulunabileceği akılda tutulmalı, COHb değeri değil klinik tablo esas alınmalıdır.

Güncel literatürde, inflamasyonun CO intoksikasyonundan sonra gelişen geç nörolojik sekel ile ilişkili olduğunu gösteren kanıtlar sunulmaktadır. Tam kan sayımından elde edilen bazı skorlar sistemik inflamasyonun göstergesi olarak kabul edilmektedir ve bu skorlar ile geç nörolojik sekel arasındaki ilişki güncel araştırmaların konusu olmaktadır. Çalışmamızda, NLO değeri ile pH, WBC ve PLO değeri arasında pozitif yönlü korelasyon saptandı ( $r=0,222$   $p<0,05$ ,  $r=0,211$   $p<0,05$ ,  $r=0,794$   $p<0,001$  ). NLO ile GKS arasında negatif yönlü korelasyon saptandı ( $r=-0,250$   $p<0,01$ ). Literatürde NLO değerinin CO zehirlenmesinde uzun dönem nörolojik prognozunu tahmin etmedeki önemini araştıran bir çalışma kötü prognozlu grupta NLO değerinde anlamlı artış olduğunu göstermiştir[84] . Çalışmamız geriye dönük yapıldığından elimizde geç nörolojik sekele ilişkin veri bulunmamaktadır. Bazı CO zehirlenmelerinde ilk başvuru hastanenin arteriyel kan gazı çalışma imkânı yoksa yapılması daha kolay olan tam kan sayımına bakarak NLO değerinin hesaplanması semptomlar haricinde klinik şiddet ve HBOT ihtiyacı hakkında sağlık profesyonellerine yol gösterebilir.

Literatürde NLO' nun yanı sıra PLO' nun da klinik şiddet ve geç nörolojik sekeli ön görmedeki yeri araştırılmaktadır. Moon ve ark . 2019 yılında yaptıkları bir çalışmada PLO değeri ilk 6 saatte daha yüksek olan hastalarda uzun dönem nörolojik sonucun daha kötü olduğunu bildirmiştir [85]. Yapılan bir çalışmada, şiddetli CO intoksikasyonu olan grup ile hafif-orta şiddette CO intoksikasyonu olan grup karşılaştırılmış ve hafif-orta şiddetteki CO intoksikasyonu olan grupta NLO [2,57 (3,27), 1,65 (1,93), ( $p=0,001$ )] ve PLO [123,0 (88,24), 92,8 (54,1), ( $p=0,001$ )]

değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Ayrıca laktat düzeyi yüksek olan grupta PLO değerleri anlamlı olarak daha düşük [120,1 (71,9), 100,2 (85,4), (p = 0,017)] bulunmuştur. PLO' nun, CO intoksikasyonu olan hastalarda doku seviyesinde maruziyeti tespit etmek için laktat seviyeleri ile birlikte kullanılabileceğini bildirmişlerdir [86]. Çalışmamızda ise PLO değeri ile LDH seviyesi ve GKS arasında negatif yönlü korelasyon saptandı ( $r=-0,283$   $p<0,05$ ,  $r=-0,191$   $p<0,05$ ).

Çalışmamızın çeşitli kısıtlılıkları bulunmaktadır. Retrospektif yapılan bir olması sebebiyle hasta dosyaları ve otomasyon sistemlerinden ulaşılabilen kısıtlı veriler değerlendirilmiştir. Özellikle hastalarımızın büyük çoğunluğunu oluşturan CO zehirlenmelerinin Ankara içinde farklı hastanelerden veya il dışından gelen hastalar olması sebebiyle bazı laboratuvar değerlerine ulaşamamıştır. CO zehirlenmesi dışındaki endikasyonlarda tedavi edilen hastaların sayısının yetersiz olması sebebiyle istatistiksel sonuç elde edilememiş, hastalar vaka düzeyinde değerlendirilmiştir. HBOT komplikasyonlarının değerlendirilmesinde sadece orta kulak barotravmasına dair verilere ulaşılmıştır. Otoskopik muayene bulgularına ulaşamaması sebebiyle barotravmanın şiddeti değerlendirilememiştir.

Pediyatrik vakalarda acil endikasyonlarla HBOT uygulamalarında bazı teknik sorunlar yaşanabilmektedir. Pediyatrik hastalarda yaşanan en sık sorun uygun oksijen solutma yönteminin seçimidir. Kliniğimizde <1 yaş acil vakalarda sıklıkla tek kişilik basınç odasında %100 oksijen ile ortamın basınçlandırılması tercih edilirken, çok kişilik basınç odalarında tedavi uygulanması gereken hastalarda maske veya oksijen başlığı kullanılması gerekmektedir. Oksijen başlığının pediyatrik vakalardaki uygulaması pratikte zorluklar içerebilir. Çocuklarda anksiyeteyi arttırabilir, bebeklerde aralıklı beslenme imkânı ortadan kalkar. Normalde boyundan vücuda sabitlenen oksijen başlıkları bebeklerde boyundan sabitlenemez, vücudun üst kısmının da başlık içerisine alınması gerekebilir, monitorizasyon ve termoregülasyonunu zorlaştırabilir. Uygun şekilde sabitlenemediği takdirde oksijen kaçağı olabilir. Diğer yandan pediyatrik veya infant boy yüz maskeleri temin edilebilirse, kullanım esnasında uyum problemleri görebiliriz. Hasta maskeyi yüzünde tutmak istemeyebilir, yeterli oksijen alamayabilir. İkinci problem ise özellikle küçük yaşlarda kulak barotravmalarını önleyebilmek için yapılan Valsalva gibi kulak eşitleme manevralarının yeterli yapılamamasıdır. Özellikle anksiyete ile beraber çocuklar bu

manevraları yapmakta zorluk çekebilirler. Profilaktik olarak miringotomi önerilebilir ancak acil şartlarda bu girişimsel işlemin yapılması pratik olmayabilir. Kliniğimizde infant vakalarda, HBOT seansı kompresyon fazında anne sütü veya mama ile beslenmesi veya emzik kullanımını önermekteyiz. Ancak bu esnada bebekler hava yutabilir ve dekompresyon esnasından gastrointestinal barotravmalara yol açabilir. Bu nedenle bu bebeklerde beslenmenin ardından refakatçi veya iç yardımcıları tarafından beslenmenin ardından gaz çıkartılması önerilmelidir. Dekompresyon esnasında da gastrointestinal barotravma açısından dikkatli olunmalıdır. Başka bir problem ise monitorizasyon için pediatrik veya infant boy satürasyon probu, tansiyon manşonu veya çeşitli girişimsel işlemler için pediatrik vakalara uygun nazogastrik sonda, intraket, endotrakeal tüp, laringoskop bleydi, pediatrik kateterlerin gereklilik halinde hazırda bulundurulması önem arz etmektedir. Diğer yandan basınç odası güvenliği için merkezimizde erişkin hastalara özel olarak hazırlanmış %100 pamuklu kıyafetlerle HBOT uygulanmaktayken, sık tedaviye alınmamaları sebebiyle çocuk ve bebek hastalara özel boyutlarda hazırlanmış %100 pamuklu kıyafet bulunmamaktadır. Sentetik içerikli kıyafetle başvuran acil pediatrik hastalarda uygun hazırda %100 pamuklu kıyafetlerin bulundurulması tedavi güvenliği açısından önemlidir. İl dışından veya Ankara sınırları içerisinde farklı hastanelerden başvuran pediatrik hastalarda transport aşamasında ve HBOT esnasında termoregülasyonun sağlanması, özellikle infantlarda hipotermi veya hipertermiden korunmak oldukça önemli bir diğer husustur. HBOT uyumlu bebek küvözü olmaması sebebiyle HBOT esnasında yaşanan sıcaklık değişimlerinden kolayca etkilenebilirler. Bu açıdan dikkatli olunmalıdır. Son olarak acil endikasyonlarla HBOT planlanan ve refakatçi ihtiyacı olan pediatrik hastalarda, HBOT kontraendikasyonu olmayan refakatçi bulmak zorlayıcı olabilmektedir. Bu olası sorunlar HBOT merkezlerinde pediatrik vakaların tedavisi planlanırken mutlaka göz önünde bulundurulmalı ve seans öncesinde gerekli tüm malzemelerin temin edilmiş ve hazırda bulundurulması oldukça önemlidir. Özellikle genel durumu kötü olan pediatrik vakalarda HBOT merkezinde bu hazırlıkların tamamlanmış olması hayati önem taşımaktadır.

## 6. SONUÇLAR

Acil şartlarda pediatrik vakalarda HBOT kararı verirken çekimser kalan hekimler olabilmektedir. Çalışmamız <18 yaş hastalarda acil endikasyonlarda HBOT'nin güvenli ve başarılı bir şekilde uygulanabildiğini göstermiştir.

Literatürde, acil endikasyonlarla HBOT alan çocuk hastalara dair yayınlar oldukça kısıtlıdır. Özellikle çalışmamız, CO zehirlenmesi sebebiyle HBOT alan çocuk hastalara dair ayrıntılı değerlendirme içermekte ve yönetimi zor olabilen < 5 yaş hasta sayısının yüksek olması (65 hasta) sebebiyle bu yaş grubunda HBOT'nin uygun teknik, protokol ve önlemlerle başarıyla uygulanarak tedavi yanıtlarına olumlu katkılar sağlayabileceğini göstermiştir.

İlgili branşlarda çocuk hasta takip eden hekimlerin, uygun endikasyonu bulunan pediatrik hastaları, acil şartlarda HBOT'ye yönlendirirken, olumlu tedavi sonuçlarına odaklanması faydalı olacaktır. Çalışmamızda görüldüğü gibi, HBOT komplikasyon oranları düşüktür, acil uygulama gerektiren hastaların ivedilikle tedaviye ulaştırılması olumlu tedavi sonuçları elde edilebilmesi açısından önemlidir. Ayrıca hekimlerin çocuk hastalarda acil HBOT endikasyonlarını iyi tanınması, tedaviye yönlendirirken hastanın doğru ve bilimsel kanıtlarla bilgilendirilmesi daha çok hastanın HBOT'ye ulaşabilmesi ve şifa bulması açısından önemli bir diğer noktadır.

Gelecekte HBOT uygulanan pediatrik hastalara dair yapılacak olan çalışmaların prospektif olarak planlanması ve özellikle yaşanan teknik sorunlara odaklanması olası çözüm fikirlerinin oluşması açısından faydalı olacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

- [1] T. Sahni+, P. Singh, and M. J. John, "Hyperbaric oxygen therapy: Current trends and applications Hyperbaric Oxygen Therapy : Current Trends and Applications," *Article in The Journal of the Association of Physicians of India*, 2003, Accessed: Oct. 23, 2022. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/10680254>
- [2] J. Shah, "Hyperbaric Oxygen Therapy," *J Am Col Certif Wound Spec*, vol. 2, no. 1, pp. 9–13, Jan. 2010, doi: 10.1016/J.JCWS.2010.04.001.
- [3] C. R. Mortensen, "Hyperbaric oxygen therapy," *Curr Anaesth Crit Care*, vol. 19, no. 5–6, pp. 333–337, Oct. 2008, doi: 10.1016/J.CACC.2008.07.007.
- [4] A. L. Gill and C. N. A. Bell, "Hyperbaric oxygen: Its uses, mechanisms of action and outcomes," *QJM - Monthly Journal of the Association of Physicians*, vol. 97, no. 7, pp. 385–395, Jul. 2004, doi: 10.1093/qjmed/hch074.
- [5] Wilhelm Welslau, *Physics Of Hyperbaric Pressure ,Handboook On Hyperbaric Medicine*. Dordrecht, The Netherlands.: Springer, 2006.
- [6] R. M. Leach, P. J. Rees, and P. Wilmshurst, "ABC of oxygen: Hyperbaric oxygen therapy," *BMJ : British Medical Journal*, vol. 317, no. 7166, p. 1140, Oct. 1998, doi: 10.1136/BMJ.317.7166.1140.
- [7] "25/08/2022 SUT Değişiklik Tebliği İşlenmiş Güncel 2013 SUT," <https://sgk.gov.tr>, 2022.
- [8] "Uzmanlar | Sualtı ve Hiperbarik Tıp Derneği." [http://sualti.org/?page\\_id=11](http://sualti.org/?page_id=11) (accessed Dec. 09, 2022).
- [9] K. J. Chou, J. L. Fisher, and E. J. Silver, "Characteristics and outcome of children with carbon monoxide poisoning with and without smoke exposure referred for hyperbaric oxygen therapy," *Pediatr Emerg Care*, vol. 16, no. 3, pp. 151–155, Jun. 2000, doi: 10.1097/00006565-200006000-00002.
- [10] K. Sethuraman, T. Douglas, ... B. B.-P., and undefined 2020, "Clinical characteristics of pediatric patients with carbon monoxide poisoning," *journals.lww.com*, Accessed: Nov. 26, 2022. [Online]. Available: [https://journals.lww.com/pec-online/Fulltext/2020/04000/Clinical\\_Characteristics\\_of\\_Pediatric\\_Patients.3.aspx](https://journals.lww.com/pec-online/Fulltext/2020/04000/Clinical_Characteristics_of_Pediatric_Patients.3.aspx)
- [11] K. Williams *et al.*, "Standard 6: Age groups for pediatric trials," *Pediatrics*, vol. 129, no. SUPPL. 3, Jun. 2012, doi: 10.1542/PEDS.2012-0055I.
- [12] A. Yılmaz *et al.*, "Use of hyperbaric oxygen therapy of purpura fulminans in an extremely low birth weight preterm: A case report Mucopolysaccharidosis type 4 (Morquio syndrome): A case report and Article Evaluation of serum 25-hidroxy vitamin D and zinc levels in asthmatic patients View project Public Health View project Case Report Use of hyperbaric oxygen therapy of purpura fulminans in an extremely low birth weight preterm: A case report," *Article in Journal of Neonatal-Perinatal Medicine*, 2020, doi: 10.3233/NPM-200428.
- [13] M. H. Bennett and S. J. Mitchell, "Emerging indications for hyperbaric oxygen," *Curr Opin Anaesthesiol*, vol. 32, no. 6, pp. 792–798, Dec. 2019, doi: 10.1097/ACO.0000000000000773.
- [14] Kemmer A., Muth C., and Mathieu D., "Patient Management," in *Handbook on Hyperbaric Medicine*, Mathieu D., Ed., Netherland: Springer, 2006, pp. 651–669.

- [15] K.K. Jain, "Hyperbaric Chambers: Equipment, Technique, and Safety," in *Textbook of Hyperbaric Medicine*, Switzerland: Springer, 2017, pp. 61–78.
- [16] K.K. Jain, "The History of Hyperbaric Medicine," in *Textbook of Hyperbaric Medicine*, Switzerland: Springer, 2017, pp. 3–11.
- [17] Dick Clarke, "History of Hyperbaric Therapy," in *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*, Tom S. Neuman and Stephen R. Thom, Eds., 1st ed.Saunders, 2008, pp. 3–23.
- [18] Çimşit Maide, "Hiperbarik Tedavinin Tarihçesi," in *Hiperbarik Tıp*, Eflatun Yayınevi, 2009, pp. 1–22.
- [19] W. H. Brummelkamp, J. Hogendijk, and I. Boerema, "Treatment of anaerobic infections (clostridial myositis) by drenching the tissues with oxygen under high atmospheric pressure," *Surgery*, vol. 49, no. 3, pp. 299–302, Mar. 1961, doi: 10.5555/URI:PII:0039606061902641.
- [20] Kindwall EP., "A History of Hyperbaric Medicine," in *Hyperbaric Medicine Practise*, Kindwall EP. and Whelan HT., Eds., 2002, pp. 1–16.
- [21] A. Spira, A. Spira, T. Medicine Center, N. Robertson Blvd, and B. Hills, "Diving and Marine Medicine Review Part I: Diving Physics and Physiology." doi: 10.1111/j.1708-8305.1999.tb00865.x.
- [22] Hammarlund C., "The Physiologic Effects of Hyperbaric Oxygenation," in *Hyperbaric Medicine Practise*, Whelan HT. and Kindwall EP., Eds., 2nd revised.USA: Best Publishing Company, 2002, pp. 37–68.
- [23] K.K. Jain, "Physical, Physiological, and Biochemical Aspects of Hyperbaric Oxygenation," in *Textbook of Hyperbaric Medicine*, 6th ed.Switzerland: Springer, 2017, pp. 11–22.
- [24] Claude A. Piantadosi, "Pulmonary Gas Exchange, Oxygen Transport, and Tissue Oxygenation," in *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*, S. Neuman Tom and R. Thom Stephen, Eds., 1st ed.USA: Elsevier, 2008, pp. 133–158.
- [25] G. Vezzani *et al.*, "Hyperbaric oxygen therapy modulates serum OPG/RANKL in femoral head necrosis patients," *J Enzyme Inhib Med Chem*, vol. 32, no. 1, pp. 707–711, 2017, doi: 10.1080/14756366.2017.1302440.
- [26] Gerardo Bosco and Enrico M. Camporesi, "The Physiologic Effects of Hyperbaric Oxygenation," in *Hyperbaric Medicine Practice*, Whelan Harry T. and Kindwall Eric P., Eds., 4th ed.USA: Best Publishing Company, 2017, pp. 52–65.
- [27] Kemmer Armin, Muth Claus, and Mathieu Daniel, "Patient Management," in *Handbook on Hyperbaric Medicine*, Mathieu Daniel, Ed., 1st ed.Netherland: Springer, 2006, pp. 651–669.
- [28] Çimşit Maide, "Hiperbarik Oksijenin Etki Mekanizması," in *Hiperbarik Tıp*, 1st ed.Ankara: Eflatun Yayınevi, 2009, pp. 35–58.
- [29] Mathieu Daniel, Favory Raphael, and Collet François, "Physiologic Effects Of Hyperbaric Oxygen On Hemodynamics And Microcirculation," in *Handbook on Hyperbaric Medicine*, Mathieu Daniel, Ed., 1st ed.Netherland: Springer, 2006, pp. 75–101.
- [30] Z. Yang *et al.*, "Interventions for treating gas gangrene," *Cochrane Database Syst Rev*, vol. 2015, no. 12, Dec. 2015, doi: 10.1002/14651858.CD010577.PUB2.



- [31] M. Y. Memar, M. Yekani, N. Alizadeh, and H. B. Baghi, "Hyperbaric oxygen therapy: Antimicrobial mechanisms and clinical application for infections," *Biomedicine and Pharmacotherapy*, vol. 109, pp. 440–447, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.BIOPHA.2018.10.142.
- [32] Jain K.K., "HBO Therapy in Infections," in *Textbook of Hyperbaric Medicine*, Jain K.K., Ed., 6th ed. Switzerland: Springer, 2017, pp. 155–169.
- [33] Rodney E., Whelan Harry T., Keval Aliyah, and Falzon Charles C., "Effects of Hyperbaric Oxygen in Infectious Diseases: Basic Mechanisms," in *Hyperbaric Medicine Practice*, Kindwall Eric P. and Whelan Harry T., Eds., 4th ed. USA : Best Publishing Company, 2017, pp. 594–630.
- [34] Mirasoğlu Bengüsü, "Kronik Yara ve Hiperbarik Oksijen Tedavisi," in *YARA*, Uncu Hakan, Ed., 1st ed. Ankara: Ortadoğu Reklam Tanıtım Yayıncılık Turizm Eğitim İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2021, pp. 187–191.
- [35] Juha Niinikoski, "Physiological Effects Of Hyperbaric Oxygen On Wound Healing Processes," in *Handbook on Hyperbaric Medicine*, Mathieu Daniel, Ed., Springer, 2006, pp. 135–145.
- [36] Moon Richard E., Ed., "Hyperbaric Oxygen Therapy Indications," in *Undersea And Hyperbaric Medical Society*, 14th ed. USA: Best Publishing Company, 2019.
- [37] Kot Jacek, Marroni Alessandro, and Mathieu Daniel, "Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment," *Diving Hyperb Med*, vol. 47, pp. 24–32, 2017.
- [38] Gündüz Şükrü Hakan, "Karbonmonoksit ve Zehirlenme," in *Her Yönüyle Karbonmonoksit Zehirlenmesi*, Özgök Kangal Münire Kübra, Ed., 1st ed. 2020, pp. 1–5.
- [39] S. Metin, Ş. Yıldız, ... T. Ç.-T. P., and undefined 2011, "2010 Yılında Türkiye’de Karbonmonoksit Zehirlenmesinin Sıklığı," *search.ebscohost.com*, Accessed: Oct. 31, 2022. [Online]. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=1303734X&AN=70143239&h=xj4NXt5vcWuRAG4crInv3jgnJnXINn4xjt81eXKYYV%2FXsHJGHfnOF13XIUI5kLnF7HfSTqqEcOFeySWYjuSwTKw%3D%3D&crl=c>
- [40] C. Naci KOCABAŞ Ankara Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hematoloji Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi *et al.*, "Ankara Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hematoloji Onkoloji Eğitim ve", doi: 10.12956/tjpd.2014.51.
- [41] Zaman Taylan, "Karbonmonoksit Zehirlenmesi Patofizyolojisi," in *Her Yönüyle Karbonmonoksit Zehirlenmesi*, Özgök Kangal Münire Kübra, Ed., 1st ed. Ankara: Akademisyen Kitabevi, 2020, pp. 7–15.
- [42] J. J. Rose *et al.*, "Carbon monoxide poisoning: Pathogenesis, management, and future directions of therapy," *Am J Respir Crit Care Med*, vol. 195, no. 5, pp. 596–606, Mar. 2017, doi: 10.1164/RCCM.201606-1275CI/SUPPL\_FILE/DISCLOSURES.PDF.
- [43] S. R. Thom, R. L. Taber, I. I. Mendiguren, J. M. Clark, K. R. Hardy, and A. B. Fisher, "Delayed Neuropsychologic Sequelae After Carbon Monoxide Poisoning: Prevention by Treatment With Hyperbaric Oxygen," *Ann Emerg Med*, vol. 25, no. 4, pp. 474–480, Apr. 1995, doi: 10.1016/S0196-0644(95)70261-X.
- [44] Jain K.K., "Carbon Monoxide and Other Tissue Poisons," in *Textbook of Hyperbaric Medicine*, Jain K.K., Ed., 6th ed. Switzerland: Springer, 2017, pp. 131–154.
- [45] Weaver Lindall K., "Carbon Monoxide Poisoning," in *Undersea And Hyperbaric Medical Society Indication*, Moon Richard E., Ed., 14th ed. USA: Best Publishing Company, 2019, pp. 81–103.

- [46] G. Cadoni *et al.*, “Clinical associations of serum antiendothelial cell antibodies in patients with sudden sensorineural hearing loss,” *Laryngoscope*, vol. 113, no. 5, pp. 797–801, May 2003, doi: 10.1097/00005537-200305000-00006.
- [47] M. Cavaliere *et al.*, “Combination of Hyperbaric Oxygen Therapy and Oral Steroids for the Treatment of Sudden Sensorineural Hearing Loss: Early or Late?,” *Medicina (Kaunas)*, vol. 58, no. 10, p. 1421, Oct. 2022, doi: 10.3390/MEDICINA58101421.
- [48] P. Tripathi and P. Deshmukh, “Sudden Sensorineural Hearing Loss: A Review,” 2022, doi: 10.7759/cureus.29458.
- [49] S. S. Chandrasekhar *et al.*, “Clinical Practice Guideline: Sudden Hearing Loss (Update),” *Otolaryngol Head Neck Surg*, vol. 161, no. 1\_suppl, pp. S1–S45, Aug. 2019, doi: 10.1177/0194599819859885.
- [50] Rhee Tae-Min and Hwang Doeyon, “Addition of hyperbaric oxygen therapy vs medical therapy alone for idiopathic sudden sensorineural hearing loss: a systematic review and meta-analysis,” *JAMA Otolaryngol Head Neck Surgery*, no. 144, pp. 1153–1161, 2018.
- [51] D. D. Varma, S. Cugati, A. W. Lee, and C. S. Chen, “A review of central retinal artery occlusion: clinical presentation and management,” *Eye 2013 27:6*, vol. 27, no. 6, pp. 688–697, Mar. 2013, doi: 10.1038/eye.2013.25.
- [52] G. J. Manayath, P. K. Shah, V. Narendran, and R. J. Morris, “Idiopathic pediatric retinal artery occlusion,” *Indian J Ophthalmol*, vol. 58, no. 2, pp. 151–152, Jun. 2010, doi: 10.4103/0301-4738.60091.
- [53] C. S. Chen and A. W. Lee, “Management of acute central retinal artery occlusion,” *Nat Clin Pract Neurol*, vol. 4, no. 7, pp. 376–383, Jul. 2008, doi: 10.1038/ncpneuro0811.
- [54] A. Cope, J. Eggert, E. O.-D. and hyperbaric medicine, and undefined 2011, “Retinal artery occlusion: visual outcome after treatment with hyperbaric oxygen.,” *europemc.org*, Accessed: Nov. 04, 2022. [Online]. Available: <https://europemc.org/article/med/21948498>
- [55] S. Aisenbrey, R. Krott, R. Heller, D. Krauß, G. Rössler, and K. Heimann, “[Hyperbaric oxygen therapy in retinal artery occlusion],” *Ophthalmologe*, vol. 97, no. 7, pp. 461–467, 2000, doi: 10.1007/S003470070075.
- [56] B. Mirasoglu, H. Cetin, S. O. Akgun, and S. Aktas, “Hyperbaric oxygen treatment for intrauterine limb ischaemia: A newborn in the chamber,” *Diving Hyperb Med*, vol. 51, no. 2, p. 220, Jun. 2021, doi: 10.28920/DHM51.2.220-223.
- [57] S. Mihaljević, L. Mihaljević, V. Majerić-Kogler, and K. Oremuš, “Hyperbaric oxygenation combined with streptokinase for treatment of arterial thromboembolism of the lower leg,” *Wien Klin Wochenschr*, vol. 116, no. 4, pp. 140–142, Feb. 2004, doi: 10.1007/BF03040752.
- [58] E. Rosenthal, A. Benderly, ... I. M.-C.-A. of disease in, and undefined 1985, “Hyperbaric oxygenation in peripheral ischaemic lesions in infants.,” *adc.bmj.com*, doi: 10.1136/adc.60.4.372.
- [59] E. Rosenthal, A. Benderly, I. Monies-Chass, J. Fishman, J. Levy, and V. Bialik, “Hyperbaric oxygenation in peripheral ischaemic lesions in infants,” *Arch Dis Child*, vol. 60, no. 4, pp. 372–374, 1985, doi: 10.1136/ADC.60.4.372.
- [60] Alp Bilal Firat, Cebi Gamze, Özdemir Adem, İrkilata Hasan Cem, and Uzun Günalp, “Hyperbaric Oxygen Treatment for Unilateral Testicular Torsion in a Child,” *Diving Hyperb Med*, vol. 44, pp. 161–162, 2014.

- [61] Seyhan T. and Şahin C., “Hipospadias Cerrahisinde Başarıyı Etkileyen Faktörler Ve Komplikasyonların Önlenmesi: Klinik Deneyimlerimiz,” *turkjplastsurg.com*, Accessed: Nov. 05, 2022. [Online]. Available: <http://turkjplastsurg.com/wp-content/uploads/2020/04/2002-Vol102-90-93.pdf>
- [62] N. Bush, W. S.-T. J. of urology, and undefined 2019, “Hyperbaric oxygen therapy improves oral graft take in hypospadias staged tubularized autograft reoperations,” *auajournals.org*, vol. 202, no. 3, pp. 1–6, Sep. 2019, doi: 10.1097/JU.000000000000145.
- [63] A. Hadanny *et al.*, “Hyperbaric oxygen can induce neuroplasticity and improve cognitive functions of patients suffering from anoxic brain damage,” *Restor Neurol Neurosci*, vol. 33, no. 4, pp. 471–486, Jan. 2015, doi: 10.3233/RNN-150517.
- [64] M. H. Bennett, S. Weibel, J. Wasiak, A. Schnabel, C. French, and P. Kranke, “Hyperbaric oxygen therapy for acute ischaemic stroke,” *Cochrane Database Syst Rev*, vol. 2014, no. 11, Nov. 2014, doi: 10.1002/14651858.CD004954.PUB3.
- [65] Roque Filipe and Simao Antonio, “Barotraumatism,” in *Handbook on Hyperbaric Medicine*, Mathieu Daniel, Ed., 4th ed. USA: Springer, 2006, pp. 715–730.
- [66] M. W. Jones, K. Brett, N. Han, and H. A. Wyatt, “Hyperbaric Physics,” *StatPearls*, Sep. 2022, Accessed: Oct. 23, 2022. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448104/>
- [67] J. M. Clark, R. M. Jackson, C. J. Lambertsen, R. Gelfand, W. D. B. Hiller, and M. Unger, “Pulmonary function in men after oxygen breathing at 3.0 ATA for 3.5 h,” *J Appl Physiol*, vol. 71, no. 3, pp. 878–885, 1991, doi: 10.1152/JAPPL.1991.71.3.878.
- [68] Jain K.K., “Indications, Contraindications, and Complications of HBO Therapy ,” in *Textbook of Hyperbaric Medicine*, Jain K.K, Ed., 6th ed. Switzerland: Springer, 2017, pp. 79–84.
- [69] Waisman Dan, Baenziger Oskar, and Gall Nachum, “Hyperbaric Oxygen Therapy in Newborn Infants and Pediatric Patients,” in *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*, Neuman Tom, Ed., 1st ed. USA: Saunders, 2008, pp. 95–116.
- [70] D. Waisman, A. Shupak, G. Weisz, and Y. Melamed, “Hyperbaric oxygen therapy in the pediatric patient: the experience of the Israel Naval Medical Institute.,” *Pediatrics*, vol. 102, no. 5, 1998, doi: 10.1542/peds.102.5.e53.
- [71] G. Frawley, A. F.-P. C. C. Medicine, and undefined 2012, “Pediatric hyperbaric oxygen therapy in Victoria, 1998–2010,” *journals.lww.com*, 1998, doi: 10.1097/PCC.0b013e318238b3f3.
- [72] Canaz Zeynep, “Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulanmış 0-14 Yaş Grubu Hastaların Değerlendirilmesi ,” İstanbul Üniversitesi , İstanbul Tıp Fakültesi, İstanbul, 2021.
- [73] Akın Engin, “Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği Ve Hiperbarik Tıp Kliniği’nde Acil Endikasyonlarla Hiperbarik Oksijen Tedavisi Gören Hastaların Değerlendirilmesi,” Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara, 2021.
- [74] H. Keenan, S. Bratton, D. Norkool, ... T. B.-J. of critical, and undefined 1998, “Delivery of hyperbaric oxygen therapy to critically ill, mechanically ventilated children,” *Elsevier*, Accessed: Nov. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883944198900235>
- [75] G. Frawley, M. Benet, K. Thistlethwaite, and N. Banham, “Australian paediatric hyperbaric oxygen therapy 1998-2011,” *Anaesth Intensive Care*, vol. 41, no. 1, pp. 74–81, 2013, doi: 10.1177/0310057X1304100113.

- [76] A. Gozubuyuk, H. Dag, ... A. K.-N. clinics of, and undefined 2017, "Epidemiology, pathophysiology, clinical evaluation, and treatment of carbon monoxide poisoning in child, infant, and fetus," *ncbi.nlm.nih.gov*, Accessed: Nov. 26, 2022. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5530151/>
- [77] S. Liao, Y. Mao, K. Yang, K. Wang, ... L. W.-J. of the, and undefined 2019, "Targeting optimal time for hyperbaric oxygen therapy following carbon monoxide poisoning for prevention of delayed neuropsychiatric sequelae: A retrospective study," *Elsevier*, Accessed: Nov. 26, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022510X18304787>
- [78] R. Damlapinar, F. Arikan, ... S. S.-P. emergency, and undefined 2016, "Lactate level is more significant than carboxihemoglobin level in determining prognosis of carbon monoxide intoxication of childhood," *journals.lww.com*, Accessed: Nov. 26, 2022. [Online]. Available: [https://journals.lww.com/pec-online/fulltext/2016/06000/Lactate\\_Level\\_Is\\_More\\_Significant\\_Than.6.aspx](https://journals.lww.com/pec-online/fulltext/2016/06000/Lactate_Level_Is_More_Significant_Than.6.aspx)
- [79] Ünsal Sac Rukiye, Taşar Medine Ayşin, Bostancı İlknur, Şimşek Yurda, and Dallar Yıldız Bilge, "Characteristics of Children with Acute Carbon Monoxide Poisoning in Ankara: A Single Centre Experience," *J Korean Med Sci*, vol. 30, no. 12, pp. 1836–1840, 2015.
- [80] H. Boztepe, Z. Yalaki, and Y. Dallar Bilge, "Evaluation of neurological and cardiological findings in carbonmonoxide poisoning in children," 2014, doi: 10.5152/tpa.2014.201010.
- [81] M. K. Özgök-Kangal, I. Karatop-Cesur, G. Akcali, S. Yildiz, and G. Uzun, "Requests for emergency hyperbaric oxygen treatment for carbon monoxide poisoning in Ankara, Turkey," *Diving Hyperb Med*, vol. 46, no. 3, pp. 176–180, Sep. 2016.
- [82] C. Simonsen *et al.*, "Metabolic changes during carbon monoxide poisoning: An experimental study," *J Cell Mol Med*, vol. 25, no. 11, pp. 5191–5201, Jun. 2021, doi: 10.1111/JCMM.16522.
- [83] "Carbon monoxide poisoning - UpToDate." <https://www.uptodate.com/contents/carbon-monoxide-poisoning#H1884832241> (accessed Nov. 28, 2022).
- [84] J. M. Moon, B. J. Chun, Y. S. Cho, and S. M. Lee, "Diagnostic Value of Parameters Related to White Blood Cell Counts for Troponin I Elevation in CO Poisoning," *Cardiovasc Toxicol*, vol. 19, no. 4, pp. 334–343, Aug. 2019, doi: 10.1007/S12012-018-09501-W.
- [85] J. M. Moon, B. J. Chun, and Y. S. Cho, "The predictive value of scores based on peripheral complete blood cell count for long-term neurological outcome in acute carbon monoxide intoxication," *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, vol. 124, no. 4, pp. 500–510, Apr. 2019, doi: 10.1111/bcpt.13157.
- [86] Z. Bağcı, A. Arslan, and D. Arslan, "The Value of Neutrophil:Lymphocyte Ratio and Platelet:Lymphocyte Ratio in Predicting Clinical Severity in Children with Carbon Monoxide Poisoning," *Indian J Pediatr*, vol. 88, no. 11, pp. 1121–1126, Nov. 2021, doi: 10.1007/S12098-021-03704-W.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

### I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı : Özge Yeşilgül

Doğum yeri : Ankara

Yabancı dili : İngilizce

### II-Eğitimi

2019-Halen: SBÜ Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı

2012-2018: İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi

2008-2011: Çankaya Milli Piyango Anadolu Lisesi

### III- Mesleki Deneyimi

2019-Halen: SBÜ Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı- Asistan Doktor

### IV- Bilimsel İlgi Alanları

Yeşilgül Özge, Zaman Taylan (2022). Minör Amputasyon Sonrası Geniş Doku Defekti Bulunan Bir Diyabetik Ayak Enfeksiyonu Olgusunda Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulaması: Olgu Sunumu, 15. Ulusal Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kongresi (Sözlü Bildiri)

Yeşilgül Özge, Özgök Kangal Münire Kübra, Zaman Taylan (2020), Diyabetik Ayak Ülseri ve Osteomyelit Bulunan Bir Olguda Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulaması: Olgu Sunumu, 13. Ulusal Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kongresi (Poster Bildiri)

Üstünel Cesur, Özgök Kangal Münire Kübra, Yeşilgül Özge, Zaman Taylan (2019), Buerger Hastalığı Nedeniyle Ayak Parmağı Amputasyon Güdüğünde Yara Gelişen Bir Olguda Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulaması: Olgu Sunumu, 14. Ulusal Yara Kongresi (Poster Bildiri)

### V- Bilimsel Etkinlikleri

14. Ulusal Yara Kongresi Poster Bildiri Üçüncülük Ödülü, Yara Bakımı Derneği, 2019

## 9. EKLER

### EK-1: ETİK KURUL ONAYI



T.C.  
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ  
Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 46418926

17.03.2022

Konu : Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurul Kararları

#### ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

TOPLANTI TARİHİ : 17.03.2022

TOPLANTI SAATI : 13:30 (Covid-19 tedbirleri kapsamında toplantı online yapılmıştır.)

TOPLANTI NO : 2022/04

PROJE/ KARAR NO : 2022-124 (Değerlendirilme Tarihi: 17.03.2022)

Üniversitemiz Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalında görevli Dr. Öğr. Üyesi Münire Kübra ÖZGÖK KANGAL'ın sorumlu araştırmacı olduğu, Arş. Gör. Dr. Özge YEŞİLGÜL'ün ve Dr. Öğr. Üyesi Taylan ZAMAN'ın yardımcı araştırmacı oldukları, 2022/124 kayıt numaralı, "**Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği'nde Acil Endikasyonlarla Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulanan Pediatrik Hastaların Değerlendirilmesi**" başlıklı tıpta uzmanlık tezi proje önerisi, araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur. Rica ederim.

Sıra No	Adı Soyadı ve Görev Yeri	Kuruldaki Görevi	İmza
1	Prof. Dr. Ahmet COŞAR (Gülhane Anestezi Anabilim Dalı Başkanlığı)	Başkan	
2	Prof. Dr. Alper GÖZÜBÜYÜK (Gülhane Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı)	Başkan Yardımcısı	
3	Prof. Dr. Selahattin BEDİR (Gülhane Üroloji. Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
4	Prof. Dr. Levent KENAR (Enstitü Tıbbi Kimyasal Biyolojik Radyolojik ve Nükleer Savunma Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
5	Prof. Dr. Yusuf İZCİ (Gülhane Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
6	Prof. Dr. Suat DOĞANCI (Gülhane Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
7	Prof. Dr. Ali Kağan COŞKUN (Gülhane Genel Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
8	Prof. Dr. Cantürk TAŞÇI (Gülhane Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
9	Prof. Dr. Necmiye Ün YILDIRIM (Gülhane Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	TOPLANTIYA KATILMADI
10	Prof. Dr. Fulya TOKSOY TOPÇU (Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
11	Prof. Dr. Ayten TÜRKKANI (Gülhane Tıp Fakültesi, Histoloji Anabilim Dalı Başkanlığı)	Sekreter	TOPLANTIYA KATILMADI
12	Prof. Dr. Gülten GÜVENÇ (Gülhane Hemşirelik Fakültesi, Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
13	Prof. Dr. Dilek YILDIZ (Gülhane Hemşirelik Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
14	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÜNEY (Gülhane Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	
15	Dr. Öğr. Üyesi Eray Serdar YURDAKUL (Gülhane Tıp Fakültesi, Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı Başkanlığı)	Üye	

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu  
Etik-Ankara Telefon: 0 (312) 304 6135

## EK-2: ÖZGÜNLÜK RAPORU

Tez

ORJİNALLİK RAPORU

%9	%8	%2	%2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	<a href="http://sualti.org">sualti.org</a> İnternet Kaynağı	%4
2	<a href="http://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> İnternet Kaynağı	%1
3	Submitted to TechKnowledge Öğrenci Ödevi	<%1
4	Submitted to Sabanci Universitesi Öğrenci Ödevi	<%1
5	<a href="http://nek.istanbul.edu.tr:4444">nek.istanbul.edu.tr:4444</a> İnternet Kaynağı	<%1
6	<a href="http://doczz.biz.tr">doczz.biz.tr</a> İnternet Kaynağı	<%1
7	<a href="http://www.jcam.com.tr">www.jcam.com.tr</a> İnternet Kaynağı	<%1
8	<a href="http://www.sualti.org">www.sualti.org</a> İnternet Kaynağı	<%1
9	<a href="http://dspace.kocaeli.edu.tr:8080">dspace.kocaeli.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<%1

10	"Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2015 Yayın	<% 1
11	acikerisim.ybu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
12	tez.sdu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
13	wwwno.moph.go.th İnternet Kaynağı	<% 1
14	acikerisim.uludag.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
15	earsiv.anadolu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
16	openaccess.ogu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
17	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
18	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
19	Submitted to Ankara University Öğrenci Ödevi	<% 1
20	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
21	Submitted to Eskisehir Osmangazi University	



	Öğrenci Ödevi	<% 1
22	Submitted to Saglik Bilimleri Universitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
23	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<% 1
24	bozyakaeah.saglik.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
25	www.tubitak.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
26	file.lookus.net İnternet Kaynağı	<% 1
27	katalog.istanbul.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
28	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
29	www.jcritintensivecare.org İnternet Kaynağı	<% 1
30	acikerisim.erbakan.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
31	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<% 1
32	repository.medri.uniri.hr İnternet Kaynağı	<% 1

33 AKA, Hayriye. "Kalibrasyon işlemlerinin adımları ve süreleri", TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2006.  
Yayın

<% 1

34 Handbook on Hyperbaric Medicine, 2006.  
Yayın

<% 1

Alıntılarını çıkart Kapat  
Bibliyografyayı Çıkart Kapat

Eşleşmeleri çıkar Kapat