

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ACİL TIP ANABİLİM DALI

**HAFİF KAFA TRAVMALI HASTALARDA KRANİYAL BT
TARAMALARINA KARAR VERMEDE YAPAY ZEKA
UYGULAMALARI İLE HEKİMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Süleyman Cem AKIL

TRABZON – 2024

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ACİL TIP ANABİLİM DALI

**HAFİF KAFA TRAVMALI HASTALARDA KRANİYAL BT
TARAMALARINA KARAR VERMEDE YAPAY ZEKA
UYGULAMALARI İLE HEKİMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Melih İMAMOĞLU

TRABZON – 2024

ÖNSÖZ

Acil Tıp İhtisasım süresince, tez çalışmam boyunca ve başasistanlık yaptığım süre boyunca her daim desteğini gördüğüm kıymetli tez danışman hocam ve ağabeyim Dr. Öğr. Üyesi Melih İMAMOĞLU'na,

Acil Tıp İhtisasım boyunca bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Prof. Dr. Abdulkadir GÜNDÜZ'e, Prof. Dr. Süleyman TÜREDİ'ye, Doç. Dr. Özgür TATLI'ya, Doç. Dr. Yunus KARACA'ya, Doç. Dr. Aynur ŞAHİN'e, Doç. Dr. Sinan PASLI'ya, Dr. Öğr. Üyesi Vildan ÖZER'e, Dr. Öğr. Üyesi Abdul Samet ŞAHİN'e,

Acil Tıp İhtisasımda eş kıdemlerim olan, her anımda yanımda olan kadim dostum Dr. M. Samet BEKAR'a ve kıymetli dostum Dr. İbrahim GÜNAYDIN'a,

Yine Acil Tıp İhtisasım boyunca engin tecrübelerinden istifade ettiğim Uzm. Dr. M. Erdi YILMAZ'a, Uzm. Dr. Emre KOÇ'a, Uzm. Dr. İbrahim TEMİZKAN'a ve başta Uzm. Dr. Özlem BÜLBÜL ve Dr. Kaan Başar CANDAS olmak üzere tüm hekim arkadaşlarıma,

Veri toplama sürecimde sonsuz emekleri olan Dr. Songül KURŞUN'a, Dr. Esra YANIK'a, Dr. Nurullah Samet YILMAZ'a, Dr. Sinan AKPUNAR'a ve Dr. Hakan ŞAHİN'e,

Sayısız acil servis nöbetimde, unutulmaz anılar biriktirdiğim, yüzlerce hastanın şifasına vesile olduğum, başta hemşirelerimiz olmak üzere tüm KTÜ Acil Servis personeline,

Yaşamım boyunca emekleri ve destekleri ile her daim yanımda olan ve beni bugünlere getiren kıymetli anneme, babama ve sevgili kardeşlerime,

Acil tıp ihtisasımın ilk aylarındaki nöbetlerimde tanıdığım, KTÜ Acil'in bana kattığı en büyük değer olan, varlığı ile hayatıma anlam katan, desteğiyle her an yanımda olan canım eşime,

Devletimizin kurucusu, Ulu Önderimiz Mustafa Kemal ATATÜRK'e

Saygılarımı, şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunarım...

ÖZET

HAFİF KAFA TRAVMALI HASTALARDA KRANİAL BT TARAMALARINA KARAR VERMEDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI İLE HEKİMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Amaç: Çalışmanın amacı, acil servise hafif kafa travması ile başvuran hastalarda kranial BT çekimi kararı verilmesinde Chat Generation Pre-Training-4 (ChatGPT-4)'ün kullanılabilirliğini araştırmak ve bu konuda klinisyenlerin karar verme süreçlerine katkı sağlayıp sağlayamayacağının belirlenmesidir.

Yöntem: Çalışmamız prospektif ve gözlemsel bir çalışma olarak planlanmıştır. Araştırmaya 3. basamak üniversite hastanesi acil servisine hafif kafa travması ile başvuran farklı yaş gruplarındaki 957 hasta dahil edilmiştir. Tüm hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün kranial Bilgisayarlı Tomografi (BT) çekim kararları kaydedilmiştir. Erişkin hastalarda Kanada BT kuralları ve pediatrik hastalarda PECARN BT kurallarına göre BT çekim endikasyonları ile hekimlerin ve ChatGPT-4'ün BT çekim kararları uygun istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

Bulgular: ChatGPT-4 hekimlere kıyasla hafif kafa travması olan hastalarda hem erişkin hasta grubunda ($\kappa=1,000$ ve $p<0,001$ vs $\kappa:0,647$ ve $p<0,001$) hem 2 yaş üzeri pediatrik hasta grubunda ($\kappa:0,977$ ve $p<0,001$ vs $\kappa:0,655$ ve $p<0,001$) hem de 2 yaş altı pediatrik hasta grubunda ($\kappa:0,979$ ve $p<0,001$ vs $\kappa:0,781$ ve $p<0,001$) kranial BT taramalarına karar vermede Kanada ve PECARN BT kuralları ile daha yüksek uyum göstermiştir. Bu uyum istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur.

Sonuç: Yapay zekâ uygulamaları sağlık alanında birçok amaç için kullanılmaktadır. Çalışmamız sonucunda ChatGPT-4'ün hafif kafa travmalı hastalarda kranial BT çekim kararı verilmesinde kullanılabileceğini saptadık.

Anahtar Kelimeler: Kafa Travması, ChatGPT-4, Kanada BT kuralları, PECARN

SUMMARY

COMPARING PHYSICIANS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN DECISION-MAKING FOR CRANIAL CT SCANS IN PATIENTS WITH MILD HEAD TRAUMA

Objective: The study aims to investigate the usability of Chat Generative Pre-Training-4 (ChatGPT-4) in decision-making for cranial CT scans in patients presenting to the emergency department with mild head trauma and to evaluate whether it can contribute to clinicians' decision-making processes.

Methods: Our study was designed as a prospective and observational study. A total of 957 patients of varying age groups who presented with mild head trauma to the emergency department of a tertiary university hospital were included. For all patients, the cranial Computed Tomography (CT) scan decisions made by physicians and ChatGPT-4 were recorded. In adult patients, CT scan indications were assessed based on the Canadian CT Head Rules, while in pediatric patients, the PECARN (Pediatric Emergency Care Applied Research Network) rules were utilized. The CT imaging decisions of physicians and ChatGPT-4 were compared using appropriate statistical methodologies to evaluate their concordance and diagnostic accuracy.

Results: ChatGPT-4 demonstrated higher concordance with the Canadian CT Head Rules and PECARN guidelines for cranial CT scan decision-making in patients with mild head trauma compared to physicians. This higher concordance was observed across all patient groups: the adult patient group ($\kappa=1.000$, $p<0.001$ vs. $\kappa=0.647$, $p<0.001$), the pediatric patient group aged over 2 years ($\kappa=0.977$, $p<0.001$ vs. $\kappa=0.655$, $p<0.001$), and the pediatric patient group under 2 years of age ($\kappa=0.979$, $p<0.001$ vs. $\kappa=0.781$, $p<0.001$). These differences were found to be statistically significant.

Conclusion: Artificial intelligence applications are being utilized for various purposes in the field of healthcare. The results of our study suggest that ChatGPT-4 can be used in decision-making for cranial CT scans in patients with mild head trauma.

Keywords: Head Trauma, ChatGPT-4, Canadian CT Head Rules, PECARN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xi
RESİMLER DİZİNİ.....	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
FİGÜRLER DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kafa Travması Tanımı.....	3
2.2. Kafa Travmalarının Epidemiyolojisi.....	3
2.3. Kafa Anatomisi.....	4
2.3.1. Kafa Derisi.....	4
2.3.2. Kafatası.....	6
2.3.3. Beyin.....	7
2.4. Kafa Travmalarının Sınıflandırılması.....	12
2.5. Kafa Yaralanmaları.....	14
2.5.1. Primer Hasar.....	15

2.5.2. Sekonder Hasar.....	22
2.6. Kafa Travması ile Ek Hastalık İlişkisi.....	23
2.7. Acilde Kafa Travmasına Yaklaşım.....	24
2.7.1. Hafif Kafa Travmalı Hastaların Yönetimi.....	25
2.7.2. Orta Şiddetli Kafa Travmalı Hastaların Yönetimi.....	28
2.7.3. Ağır Kafa Travmalı Hastaların Yönetimi.....	29
2.7.4. Primer Bakı ve Resüsitasyon.....	30
2.7.5. Kafa Travmalarında Medikal Tedavi.....	33
2.7.6. Kafa Travmalarında Cerrahi Tedavi.....	36
2.7.7. Beyin Ölümü.....	38
2.8. Çocuklarda Kafa Travmaları.....	38
2.9. Kanada Beyin Tomografisi Kuralları.....	39
2.10. PECARN Kuralları.....	41
2.11. Yapay Zeka.....	42
2.11.1. Yapay Zekanın Sağlık Alanında Kullanımı.....	43
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	45
3.1. Araştırmanın Tipi, Yeri, Zamanı ve İzni.....	45
3.2. Araştırmanın Evreni.....	45
3.3. Örneklem Seçimi.....	46
3.3.1. Çalışma için belirlenen dışlama kriterleri.....	46
3.3.2. Örneklem büyüklüğünün hesaplanması.....	46
3.4. Verilerin Niteliği ve Toplanması.....	46

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	50
3.6. İstatistiksel Analiz.....	51
4. BULGULAR.....	52
4.1. Erişkin Hastalar.....	53
4.2. 2 Yaş Üzeri Hastalar.....	61
4.3. 2 Yaş Altı Hastalar.....	70
4.4. Ortak Bulgular.....	78
5. TARTIŞMA.....	80
5.1. Kısıtlılıklar.....	87
6. SONUÇ.....	90
7. KAYNAKLAR.....	92

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ABLS	: İleri Yanık Yaşam Desteği
ADTK	: Araç Dışı Trafik Kazası
AİTK	: Araç İçi Trafik Kazası
ASA	: Amerika Anesteziyologlar Derneği
ATLS	: Travma İleri Yaşam Desteği
BT	: Bilgisayar Tomografi
CCHR	: Kanada Beyin Tomografisi Kafa Travması Kuralları
CDC	: Centers for Disease Control and Prevention
ChatGPT	: Chat Generation Pre-Training
CNN	: Konvolüsyonel Sinir Ağı
DAH	: Diffüz Aksonal Hasar
DL	: Derin Öğrenme
EKG	: Elektrokardiyografi
ESI	: Emergency Severity Index
GKS	: Glasgow Koma Skalası
INR	: International Normalized Ratio
İKB	: İntrakranial Basınç
LP	: Lomber Ponksiyon
MKT	: Minör Kafa Travmaları

ML : Makine Öğrenme

MÖ : Milattan Önce

MR : Manyetik Rezonans

OAB : Ortalama Arterial Kan Basıncı

PECARN : Pediatric Emergency Care Applied Research Network

SAK : Subaraknoid Kanama

SPB : Serebral Perfüzyon Basıncı

TBH : Travmatik Beyin Hasarı

YZ : Yapay Zeka

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Kafa travmalarının sınıflandırılması.....	13
Tablo 2. Glasgow koma skalası.....	14
Tablo 3. Travmatik kafa yaralanmaları.....	15
Tablo 4. Hafif kafa travmalı hastaların yönetimi.....	25
Tablo 5. Hafif kafa travmalı hastalarda kranial BT endikasyonları.....	27
Tablo 6. Hafif kafa travmaları taburculuk öneri formu.....	28
Tablo 7. Orta şiddetli kafa travmalı hastaların yönetimi.....	29
Tablo 8. Ağır kafa travmalı hastaların yönetimi.....	30
Tablo 9. Kafa travmalı hastalarda klinik, laboratuvar ve monitör parametreleri.....	32
Tablo 10. Antikoagülasyonun geri döndürülmesi.....	34
Tablo 11. Kanada beyin BT kuralları.....	40
Tablo 12. Tehlikeli travma mekanizmaları kriterleri.....	41
Tablo 13. 2 yaş altı hastalarda PECARN BT kuralları.....	42
Tablo 14. 2 yaş üstü hastalarda PECARN BT kuralları.....	42
Tablo 15. Erişkin hastaların demografik verileri.....	54
Tablo 16. Erişkin hastalarda kranial BT çekim kararları.....	55
Tablo 17. Erişkin hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı	55
Tablo 18. Erişkin hastaların kranial BT bulgularının dağılımı.....	56
Tablo 19. Erişkin hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün Kanada BT kurallarını değerlendirme başarısı.....	57

Tablo 20. Erişkin hastalarda BT çekim kararı vermede Kanada BT kuralı kararı ile ChatGPT-4 ve hekimlerin arasındaki uyum.....	58
Tablo 21. Erişkin hastalarda hekimlerin kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı.....	59
Tablo 22. Erişkin hastalarda ChatGPT-4'ün kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı.....	60
Tablo 23. Erişkin hastalarda Kanada BT kurallarına göre kranial BT endikasyonları ve bulguların dağılımı.....	61
Tablo 24. Pediatrik 2 yaş üzeri hastaların demografik verileri.....	63
Tablo 25. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT çekim kararları.....	64
Tablo 26. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı.....	64
Tablo 27. Pediatrik 2 yaş üzeri hastaların BT bulgularının dağılımı.....	65
Tablo 28. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün PECARN kurallarını değerlendirme başarısı.....	66
Tablo 29. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda BT çekim kararı vermede PECARN BT kuralları ile ChatGPT-4 ve hekimlerin arasındaki uyum.....	67
Tablo 30. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda hekimlerin kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı.....	68
Tablo 31. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda ChatGPT-4 kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı.....	69
Tablo 32. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda PECARN BT kurallarına göre BT çekim kararları ve bulguların dağılımı.....	70
Tablo 33. Pediatrik 2 yaş altı hastaların demografik verileri.....	71
Tablo 34. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda kranial BT çekim kararları.....	72

Tablo 35. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı.....	72
Tablo 36. Pediatrik 2 yaş altı hastaların BT bulgularının dağılımı.....	73
Tablo 37. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün PECARN kurallarını değerlendirme başarısı.....	74
Tablo 38. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda BT çekim kararı vermede PECARN BT kararları ile ChatGPT-4 ve hekimlerin arasındaki uyum.....	75
Tablo 39. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı.....	76
Tablo 40. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda ChatGPT-4 kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı.....	77
Tablo 41. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda PECARN BT kuralları kranial BT çekim endikasyonları ve bulguların dağılımı.....	78
Tablo 42. ChatGPT-4 ve hekimlerin her hasta grubu için intrakraniyal kanama belirlemedeki performansı.....	79

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: Scalp tabakaları.....	5
Resim-2: Meninksler.....	7
Resim 3: Beyin sapı (Truncus cerebri).....	8
Resim 4: BOS dolaşımı.....	10



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Beyni besleyen damarlar.....	9
Şekil 2: Monro-Kellie doktrini.....	18
Şekil 3: Epidural hematoma.....	18
Şekil 4: Subdural hematoma.....	19



FIGÜRLER DİZİNİ

Figür 1. Kanada BT çekim kuralı değerlendirilmesi için ChatGPT-4 ile paylaşılan verilerin sırası.....	48
Figür 2. PECARN BT çekim kuralı değerlendirilmesi için ChatGPT-4 ile paylaşılan verilerin sırası.....	49
Figür 3. Kanada BT çekim kuralına göre ChatGPT-4 örnek değerlendirme sonucu.....	49
Figür 4. PECARN BT çekim kuralına göre ChatGPT-4 örnek değerlendirme sonucu.....	50
Figür 5. Çalışmaya dahil edilen ve hariç tutulan hastaların akış şeması.....	52

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kafa travmaları tüm dünyada sağlık problemlerinin başında gelmektedir. Travma sonucu gerçekleşen ölümlerin ve sakatlıkların en önemli sebebi kafa travmalarıdır (1).

Amerika Birleşik Devletleri(ABD)'nde, 2013 yılında travmatik beyin hasarı nedeniyle yaklaşık 2,5 milyon kişinin acil servis başvurusu olmuş, bunların 282.000'i hastaneye yatırılmış, bu yatırılanların da 56.000'inde ölüm meydana gelmiştir (2). Centers for Disease Control and Prevention (CDC) verilerine göre en az 5,3 milyon ABD vatandaşı travmatik beyin hasarı sebebiyle sakat kalmıştır (3). Kafa travmalarının sık morbidite ve mortalite nedeni olması sebebiyle acil servise başvuran hastalarda radyolojik görüntülemelere sık başvurulmaktadır. Bilgisayarlı Tomografi (BT) bu hastalarda en sık başvurulmuş radyolojik görüntüleme yöntemidir ve bu hastaların tanı takip ve tedavisinin belirlenmesinde çok faydalı olmaktadır. Fakat ülkemizde ve dünyada kafa travmalı hastalara gereğinden fazla miktarda BT çekimi yapılabilmektedir. ABD'de yapılan bir çalışmada acil servise başvuran kafa travmalı 22 milyon hastanın 1 milyonuna kranial BT görüntülemesi alınmış fakat bunların sadece %6'sında intrakraniyal patoloji saptanmıştır (4). Yine ABD'de yapılan bir çalışmaya göre her yıl yaklaşık yirmi milyon gereksiz BT çekimi yapılmaktadır. Bunun sonucunda yıllık yaklaşık 29.000 kişinin daha kanser olacağı öngörülmektedir (5). Bu nedenle, kafa travması ile başvuran hastalarda gereğinden fazla BT çekiminin önüne geçmek için çeşitli skorelama sistemleri geliştirilmiştir. Kafa travmaları, Glasgow Koma Skalası(GKS)'na dayanarak; ciddi kafa travması (GKS 3-8), orta şiddette kafa travması (GKS 9-12) ve hafif kafa travması (GKS 13-15) olarak sınıflandırılmaktadır. Orta ve ciddi kafa travmaları için BT önerilirken, hafif kafa travmalarında görüntüleme gereksinimini belirlemek amacıyla farklı skorelama sistemleri uygulanmaktadır (6). Bu amaçla erişkin hastalarda; Kanada Beyin Tomografisi Kafa Travması Kuralları (CCHR), pediatrik hastalarda; Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) skorelama sistemleri kullanılmaktadır.

Yapay zeka çoğunlukla karmaşık veya belirsiz olarak anlaşılrsa da yeni verilerle beslendiğinde çıkarımlar yapmayı öğrenerek insan zekasını simüle eden bir bilgisayar anlamına gelir. Son yıllarda, yapay zeka teknolojileri sağlık hizmetlerinde önemli bir

rol oynamaya başlamıştır. Özellikle büyük dil modelleri ve konuşma üretimi alanındaki gelişmeler, tıbbi alanda da dikkat çekici sonuçlar elde etmeye başlamıştır. Bu bağlamda, Chat Generation Pre-Training (ChatGPT) gibi büyük dil modelleri, insan benzeri metin üretimi konusunda oldukça etkili hale gelmiştir.

Sağlık hizmetleri alanındaki teknolojik ilerlemeler, tıbbi uygulamaların daha etkin ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesine yönelik yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu gelişmeler, özellikle zamanın ve doğru kararların hayati önem taşıdığı birimler için büyük avantajlar sunmaktadır. Acil servisler, hastaların acil tıbbi ihtiyaçlarına hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermenin önemli bir bileşenidir. Acil servislerin yoğun çalışma temposu ve karmaşık hasta profilleri, bu birimlerdeki klinik karar verme süreçlerini daha da önemli hale getirmektedir. Hafif kafa travmalı hastalar acil başvurularının önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve bu hastaların az bir kısmında kranial BT çekilme endikasyonu bulunmaktadır. Kranial BT çekimi ile hastanın maruz kalacağı radyasyon ve çekim işleminin maliyeti gibi bileşenler göz önüne alındığında bu hasta grubunda seçilmiş vakalarda kranial BT çekilmesi gerekmektedir.

Çalışmamızın amacı, hafif kafa travmalı hastalarda Kanada BT Kuralları (erişkin hastalar) ve PECARN BT Kuralları (çocuk hastalar) temel alınarak verilen kranial BT çekim kararlarının, hekimlerin ve ChatGPT-4'ün aynı kurallara göre verdiği kararlarla uyumunu değerlendirmektir. Ayrıca, hekimlerin hafif kafa travmalı hastalarda yalnızca BT çekim karar kurallarını değil, klinik değerlendirmelerini de dikkate alarak verdikleri kranial BT çekim kararlarının, Kanada BT Kuralları (erişkin hastalar) ve PECARN BT Kuralları (çocuk hastalar) ile uyumu analiz edilmiştir. Elde edilecek sonuçlarla yapay zekâ uygulamalarının hafif kafa travmalı hastalarda kranial BT çekimi karar süreçlerinde destekleyici bir araç olarak kullanılıp kullanılamayacağı değerlendirilecek ve klinisyenlerin karar verme süreçlerindeki potansiyel katkısı ortaya konulacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kafa Travması Tanımı

Kafa travması, baş bölgesinde mekanik kuvvetlerin etkisiyle meydana gelen yaralanmalardır. Kafa travması ve travmatik beyin hasarı (TBH) terminolojisi sıklıkla karıştırılmaktadır. Klinik uygulamalarda ve literatürde kafa travması ve TBH terimleri genellikle eş anlamlı olarak kullanılmaktadır; ancak kafa travması, kafada meydana gelen her türlü yaralanmayı kapsar. Örneğin, SCALP (deri, subkutan bağ dokusu, aponevroz, gevşek bağ dokusu, perikranyum) ve deri abrazyonları, maksillofasial yaralanmalar, kemik kırıkları ve intrakraniyal kanamalar gibi yaralanmalar kafa travması olarak kabul edilir. Ancak her kafa travması beyin hasarına neden olmaz. TBH ise mekanik kuvvetler sonucu beyin fonksiyonlarında meydana gelen bozulma olarak tanımlanır. Bu bozulmalar geçici veya kalıcı olabilir ve bilişsel, fiziksel ve psikososyal fonksiyonları etkileyen beyin hasarına yol açabilir. Bu beyin hasarı, hastalarda bilinç değişikliği yaratabilir (6, 7).

2.2. Kafa Travmalarının Epidemiyolojisi

Travma, dünya genelinde sağlık sorunları arasında önemli bir yere sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre, her yıl dünya çapında yaklaşık 3,5 milyon insan, kazalar veya şiddet kaynaklı travmalar nedeniyle hayatını kaybetmektedir (8). Kafa travmaları, yaşamın her aşamasında ortaya çıkabilir. Travma nedeniyle meydana gelen ölümler ve sakatlıkların en büyük nedeni kafa travmalarıdır (1).

Kafa travması insidansı, ülkeler ve bölgeler arasında farklılık göstermekle birlikte, literatüre göre yaklaşık 1 milyon kişide 2000-3000 olarak bildirilmiştir (9). Her yıl milyonlarca kafa travması geçiren hastanın ilk başvurduğu yer acil servislerdir. Amerika'da acil servislere başvuran kafa travmalı hasta sayısı yıllık 4.8 milyon olarak belirlenmiş, bunlardan 3,9 milyonuna (%82) BT çekilmiştir. BT incelemesi sonucunda travmatik akut patoloji saptanan hasta oranı %9 olarak bulunmuştur. Bu travmaların %89,2'si minör kafa travması olarak sınıflandırılmıştır (1). Kafa travmalarının en yaygın nedenleri düşmeler (%43,7) ve motorlu araç kazalarıdır (%21,5). 25 yaş altındaki hastalarda kafa travması, ölümün en sık nedenidir ve tüm travma kaynaklı ölümlerin yaklaşık üçte biri kafa travması sonucunda meydana gelmektedir (8). Rutland-Brown ve ekibinin gerçekleştirdiği bir çalışmaya göre, ABD'de her yıl

yaklaşık 1,1 milyon kişi kafa travması nedeniyle hastaneye başvurmakta, 235.000 hasta hastaneye yatırılmakta ve yaklaşık 50.000 kişi de hayatını kaybetmektedir. CDC verilerine göre en az 5,3 milyon ABD vatandaşı TBH nedeniyle sakat kalmıştır (3). Bu veriler, TBH'nin ciddi bir halk sağlığı sorunu olduğunu göstermektedir.

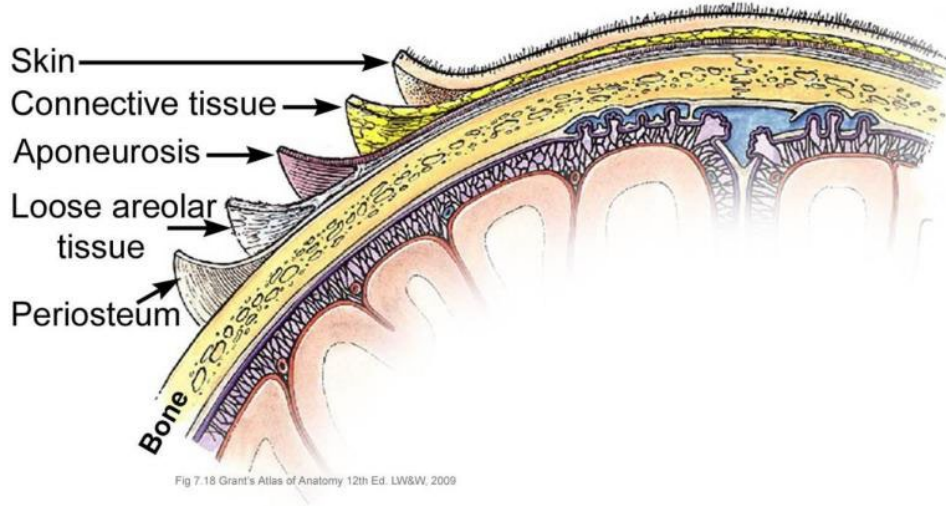
Ülkemizde kafa travması sayısı ve insidansı ile ilgili net bir kaynak bulunmamaktadır. Yukarıdaki örneklerdeki travma oranlarının farklı olmasının nedeni, çalışmaların farklı yıllarda yapılmış olmasıdır. Literatürdeki verilerden anlaşılabileceği üzere, kafa travması nedeniyle acil servislere başvuru sayısı giderek artmaktadır. Amerika'da yapılan bir çalışmaya göre, 1990-2016 yılları arasında kafa travması sonrası sekelli hasta sayısında %3,6'lık bir artış görülmüştür (10). Sonuç olarak, bu veriler travmatik beyin hasarının önemli bir halk sağlığı sorunu olduğunu ortaya koymaktadır.

2.3. Kafa Anatomisi

2.3.1. Kafa Derisi

Kafa derisi, kafadaki kemikleri saran beş katmanlı bir yapıdır. Bu katmanlar; deri, subkutan bağ dokusu, aponevroz, gevşek bağ dokusu ve perikranyumdan oluşur. Bu katmanlar, İngilizce isimlerinin ilk harflerinden oluşan SCALP terimi ile adlandırılır (11)(Resim-1). Skalp, vücudun en vaskülarize dokularından biridir. Bu nedenle, bu bölgedeki kanamalar kontrol altına alınmalıdır. Kanama kontrolü özellikle çocuklarda daha önemlidir ve bu bölgenin kontrol altına alınamayan kanamalarında hemorajik şok görülebilir. Skalp yaralanmaları genellikle aseptik şartlar altında muayene edilmektedir ve bu sebepten dolayı daha dikkatli olunmalıdır. Yaralanma bölgesinde yabancı cisim, kanama, kranium fraktürü, beyin-omurilik sıvısı (BOS) ve nöral doku araştırılmalıdır. Yabancı cisimler çıkarılmalı, yaralı skalp temizlenmeli ve gerekirse debridman yapılmalıdır. Kesi bölgesi uygun şekilde suture edilmeli ve baskılı sargı ile sarılmalıdır.

Kafa derisinin geniş damar ağına sahip olması nedeniyle, kafa derisi kesileri büyük miktarda kan kaybına, hemorajik şoka ve hatta ölüme yol açabilir. Özellikle uzun nakil sürelerine maruz kalan hastalar bu komplikasyonlar açısından risk altındadır ve yakından takip edilmelidir (12).



Resim 1. SCALP tabakaları (13)

Deri (S-Skin): Ter bezleri, yağ bezleri ve saç kökleri bakımından zengin olan bölgedir. Kafa derisi vücudun diğer deri bölgelerine göre daha kalın bir deri tabakasına sahiptir (11).

Subkutan bağ dokusu (C-Connective Tissue): Kafa derisi, arterler, damarlar ve sinirleri barındırır. Bu bölgedeki kan akışının korunması, rekonstrüktif cerrahi açısından önemlidir. Kafa derisi çok miktarda kollajen dokusu içerir. Saç derisini kapsayan kesiler çok kanamaktadır, çünkü buradaki arterler kasılma yeteneğine sahip değildir (11, 14).

Aponevroz (A-Aponeurotica): Sert, dayanıklı kas dokusuna sahip olan bölgedir. Kaşların kaldırılmasını, alnın kırıştırılmasını ve kafa derisinin öne ve arkaya hareket etmesini sağlayan oksipitofrontal ve temporoparyetal kaslar bu bölgede bulunur (11).

Gevşek bağ dokusu (L-Loose Connective Tissue): Avasküler olan bu tabaka, enfeksiyon riski açısından dikkat edilmesi gereken bir bölgedir. Gevşek bağ dokusu nedeniyle, bu katmandaki enfeksiyonun diğer bölgelere yayılma riski daha yüksektir (11).

Perikranyum (P-Perikranium): Deriyi kafatasına sıkıca bağlayan bir zardır. Bu bölgenin diseksiyonu sırasında minimal kanama meydana gelir ve kontrol edilmesi kolaydır (11).

2.3.2. Kafatası

Toplam 22 kemiğin birbirleriyle eklemler yaparak oluşturduğu kafa iskeletinin bütününe kranyum denir. Kranyum, çevrelediği yapılara göre iki alt başlıkta incelenir: neurocranium (kranyum kemikleri) ve viscerocranium (yüz kemikleri) (15).

Frontal, temporal, oksipital ve paryetal kemikler beyni çevreleyerek kranyum kemiklerini meydana getirirken; lakrimal, vomer, nazal, konka nazalis inferior, sfenoid, palatin, maksilla ve mandibula kemikleri yüz kemiklerini oluşturmaktadır (15).

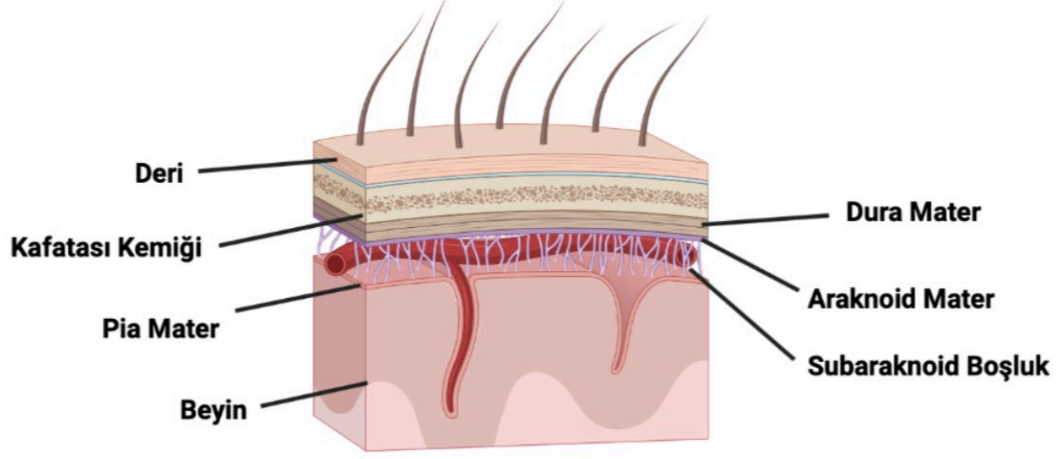
Meninksler: Beyni çevreler ve dura mater, araknoid mater ve pia mater olmak üzere 3 katmandan meydana gelir (16, 17) (Resim-2).

Dura mater: Kafatasının iç yüzeyine yapışan, sert ve esneme özelliği olmayan kalın bir zar olan dura mater, beyinde bazı bölgelerde iki tabaka şeklinde seyreder ve bu tabakalar arasında ven sinüsleri bulunur. Bu sinüslerin hepsi vena jugularis internaya dökülür. Travma esnasında bu venöz sinüslerin yırtılması büyük kanamalara sebep olabilir. Dış tabaka olan lamina eksterna, kemiklerin iç yüzeyine yapışan lifler gönderir. İç tabaka ise kranial kaviteyi bölümlere ayıran falks serebri, tentorium serebri, falks serebelli ve diyafragma sellae oluşumları sayesinde travma esnasında kafa içi yapıları stabil tutmayı sağlar (16, 17).

Meningeal arterler, dura mater ile kafatasının iç yüzeyi arasında epidural boşlukta bulunur. Üstteki kafatası kırıkları bu arterleri yırtabilir ve epidural hematoma neden olabilir. En sık yaralanan meningeal damar, temporal fossa üzerinde yer alan orta meningeal arterdir. Bu bölgede arter yaralanmasından kaynaklanan genişleyen bir hematoma, hızlı bir şekilde kötüleşmeye ve ölüme yol açabilir (12).

Araknoid mater: Beyin ve medulla spinalis'i örümcek ağı gibi saran, dura mater ile pia mater arasında bulunan ince bir zardır. Dura mater ile araknoid mater arasında subdural aralık adı verilen bir boşluk vardır ve bu boşlukta çok sayıda köprü ven bulunur. Travma sonrasında bu köprü venlerin yırtılmasıyla subdural hematomlar meydana gelebilir. Araknoid mater ile pia mater arasında ise beyin-omurilik sıvısının dolaştığı subaraknoid aralık adında bir boşluk yer alır (17).

Pia mater: Beyin ve medulla spinalisi saran, en içte yer alan, çok damarlı ve tüm fissür ile sulkuslara giren ince bir membrandır. Beyin omurilik sıvısını (BOS) üretir ve damarların dış yüzeyini çevreler (17).



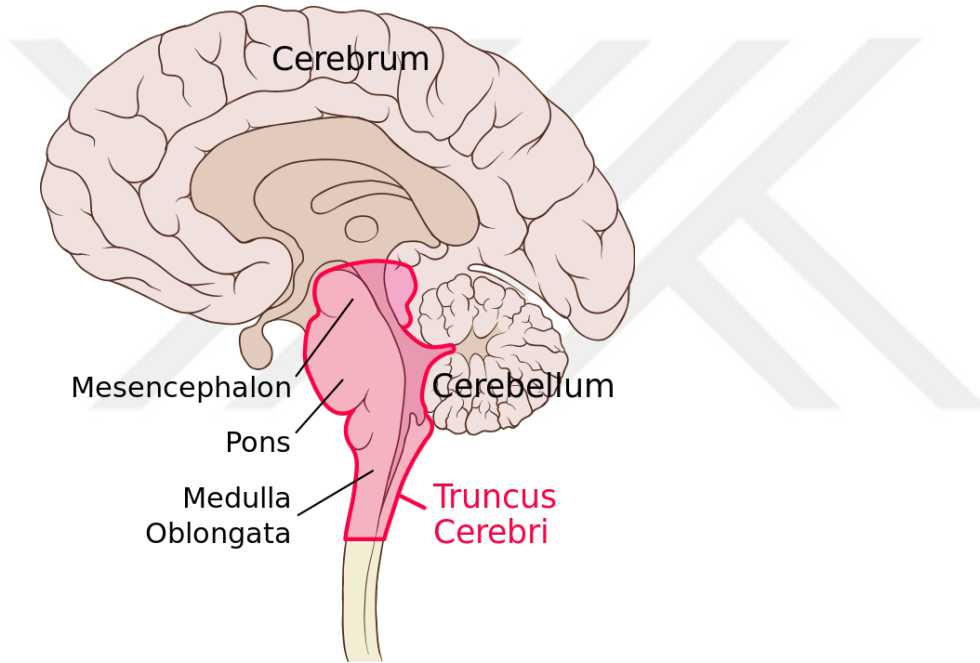
Resim-2: Meninksler (18)

2.3.3. Beyin

Yetişkin beyni 1300-1500 gram ağırlığında olup, kafatası hacminin %80'ini kaplar. Serebrum, serebellum ve beyin sapından oluşur. Vücut ağırlığının yaklaşık %2'sini oluşturur. Çevremizdeki her şeyin geldiği impuls merkezidir. Bu impulsları değerlendirerek, öğrenme, hafıza gibi özellikler ile hayati fonksiyonların yönetiminden sorumludur (19). Sol yarım küre, neredeyse tüm sağ elini kullanan kişilerde ve solakların %85'inden fazlasında dil merkezlerini içerir. Frontal lob, yürütme işlevi, duygular, motor işlevi ve baskın tarafta konuşmanın ifadesini kontrol eder. Parietal lob, duyuşal işlev ve mekansal yönelimi yönetir, temporal lob belirli hafıza işlevlerini düzenler ve oksipital lob görmeden sorumludur (12). Dura, beyin bölümlerinin arasına uzantılar göndererek iki supratentoriyal ve bir subtentoriyal olmak üzere üç büyük boşluk oluşturur. Subtentoriyal boşlukta serebellum ve beyin sapı, supratentoriyal boşluklarda ise beyin hemisferleri yer alır. Falx serebri, iki beyin hemisferi arasında uzanan bir septumdur ve beynin iki yana doğru serbest hareketlerini önler. Tentorium serebelli ise beynin oksipital lobları ile serebellumu birbirinden ayırır. Vücudun toplam oksijen gereksiniminin yaklaşık %20'sini ve toplam kardiyak debinin %15'ini beyin kullanır. Beyin özellikle iskemiye ve hipoksiye duyarlıdır.

Serebrum: Beyin, sağ ve sol lob olmak üzere iki lobdan oluşur ve falks serebri ile birbirinden ayrılır. Frontal, parietal, temporal ve oksipital lob olmak üzere dört bölümden meydana gelir. Duyusal, motor, hafıza, görme ve işitmeden sorumlu alanlar içerir (19).

Beyin sapı (Truncus cerebri): Mezensefalon, pons ve medulladan meydana gelir (Resim-3). Mezensefalon ve ponsun üst kısmı uyanıklık halini sağlar. Kardiyorespiratuvar merkezler medullada yer alır ve spinal kord ile birleşerek aşağıya doğru uzanır. Beyin sapındaki küçük bir lezyon bile solunumu baskılayarak hayati tehlikeye sebep olabilir (19).

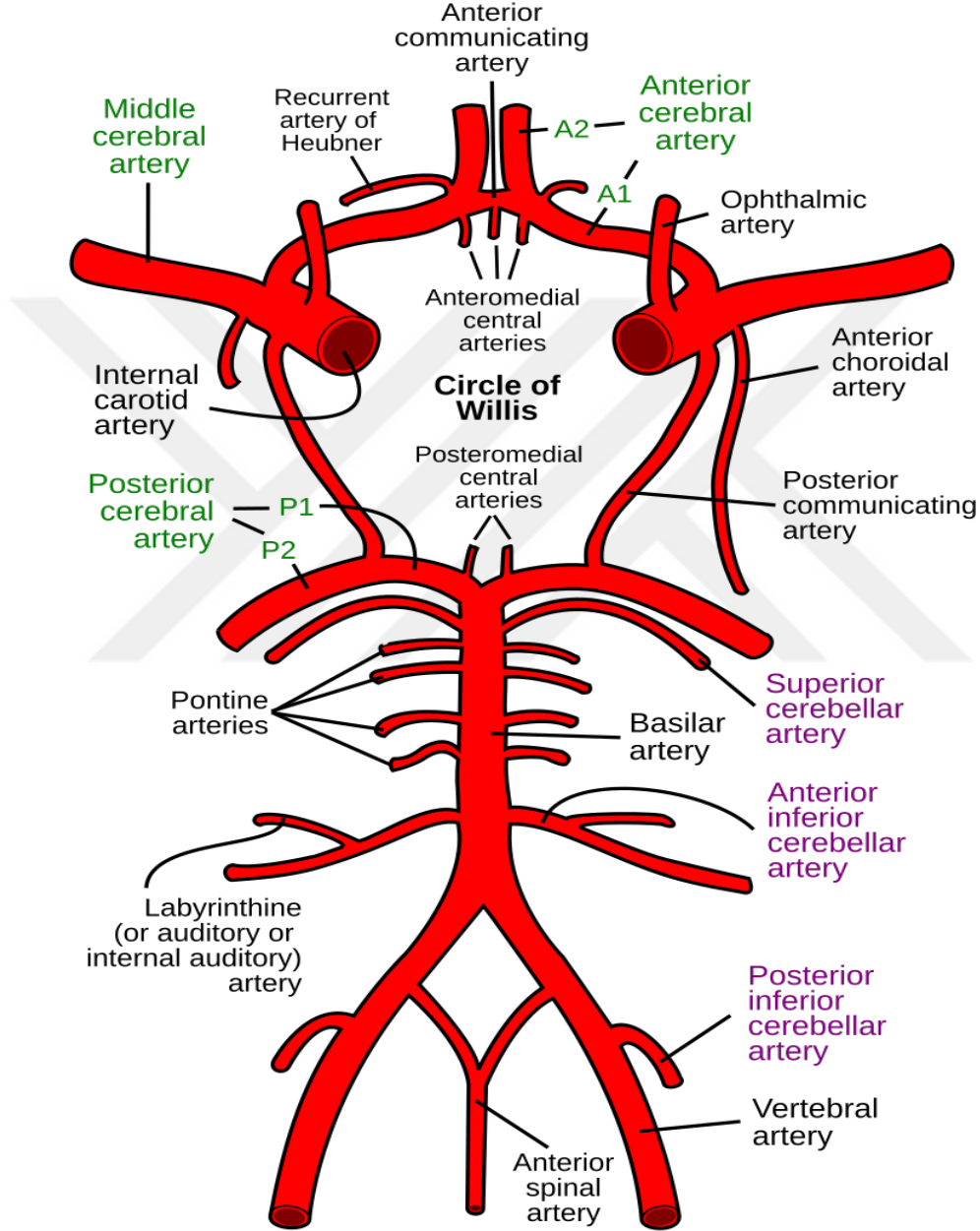


Resim-3: Beyin sapı (Truncus cerebri)

Serebellum: Yaklaşık 150 gram ağırlığında olan bu kısım, kasların iş birliği içinde çalışmasını sağlayarak koordinasyon ve dengeyi sağlar. Beyinden üç yolak aracılığıyla medulla spinalise, oradan da üç yolak ve sinapslar aracılığıyla beyinciğe sinyaller iletilir. Böylece vücudun denge ve koordinasyonu sağlanır (19).

Ventriküler Sistem: Ventriküller, beyin içinde BOS (beyin omurilik sıvısı) dolu boşluklardan oluşan bir sistemdir. BOS, sürekli olarak ventriküller içinde üretilir ve beyin yüzeyinde emilir. BOS içinde kan bulunması, emilimini engelleyebilir ve bu da intrakraniyal basıncın artmasına neden olabilir (12).

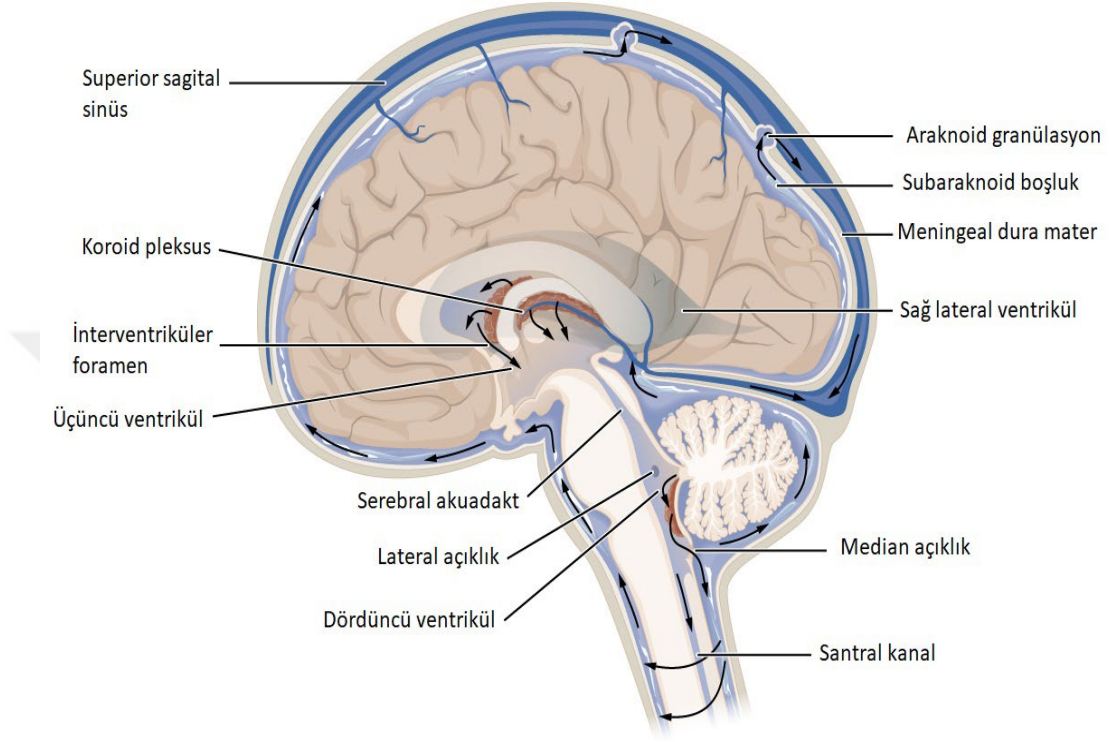
Beynin Kanlanması: Beynin kanlanması, ön ve arka dolaşım olmak üzere iki sistem tarafından sağlanır. Ön dolaşımı A. carotis interna, arka dolaşımı ise A. vertebralis ve A. basilaris sağlar. Bu iki sistem beyin içinde birleşerek Willis Poligonu'nu oluşturur (19)(Şekil-1).



Şekil-1. Beyni besleyen damarlar (20)

Beyin-Omurilik Sıvısı: Koroid pleksuslar tarafından üretilir ve ventriküller içerisine salgılanır. Santral sinir sistemi ile çevresindeki kemikler arasında mekanik travmalara karşı koruyucu bir hava yastığı işlevi görür. Aynı zamanda, santral sinir

sisteminin beslenmesi ve metabolitlerin uzaklaştırılması gibi fonksiyonları vardır. Toplam hacmi yaklaşık 130 ml olan BOS'un 30 ml'si ventriküllerde, geri kalanı ise subaraknoid aralıkta yer alır. BOS insanlarda günde 500-750 ml civarında üretilir (19)(Resim-4).



Resim-4: BOS dolaşımı (12)

BOS, renksiz ve berrak bir sıvıdır ve normalde içinde hücre barındırmaz. İçerik açısından seruma benzer, ancak BOS içerisindeki protein, glukoz ve iyon miktarları serumdan farklıdır. BOS örnekleme genellikle L3-4 veya L4-5 seviyesindeki subaraknoid aralıktan sıvı alınarak gerçekleştirilir (19).

Kan, beyin, BOS ve diğer bileşenlerin (örn: hematom, tümör) intrakraniyal hacimlerinin toplamı sabittir ve bunlardan herhangi birindeki artış, diğerlerindeki eşit azalmalarla dengelenir. Bu hacimler, elastik olmayan ve tamamen kapalı bir yer olan kafatası içinde bulunur ve basınç, tüm intrakraniyal boşlukta eşit olarak dağılır.

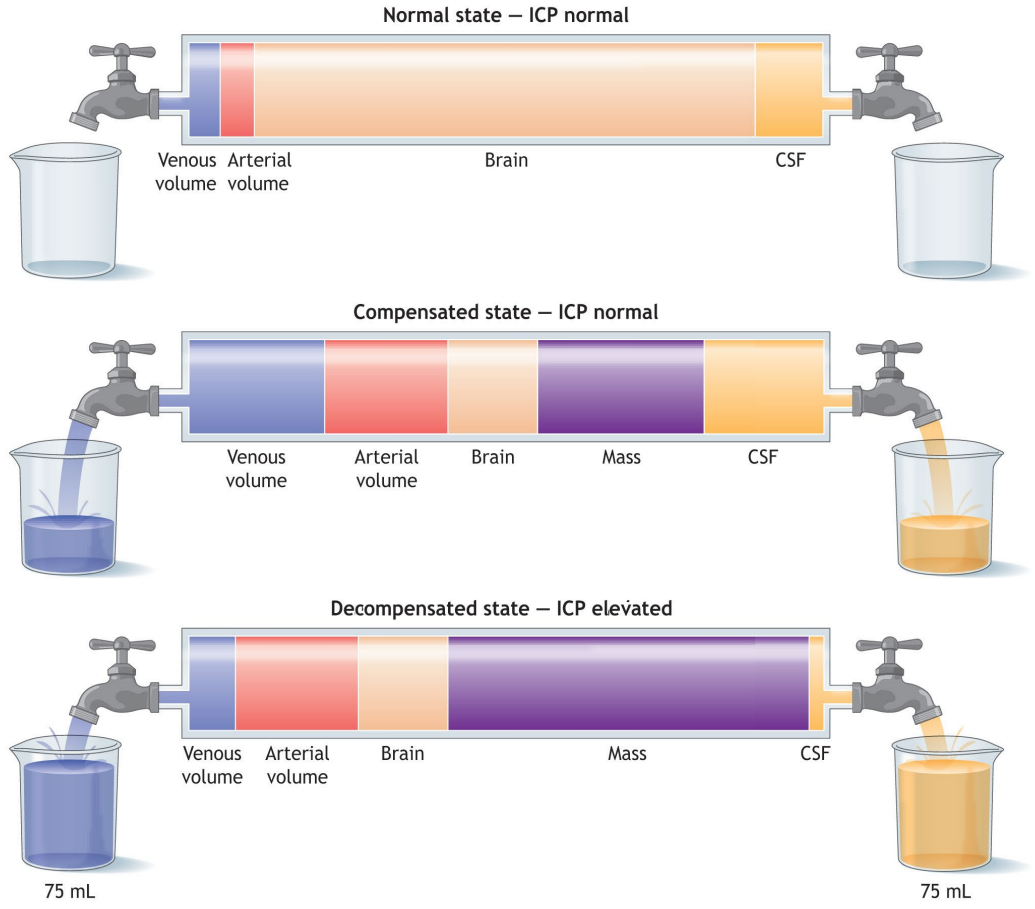
Serebral Perfüzyon Basıncı(SPB): Beyin işlevinin değerlendirilmesinde kritik parametre serebral kan akımıdır. Serebral kan akımı, serebral perfüzyon basıncı ile saptanabilir ve bu basınca bağımlıdır.

$$SPB = \text{Ortalama arteriyel kan basıncı(OAB)} - \text{İntrakraniyal basınç (İKB)}$$

Normal bir erişkinde SPB>50 mmHg, İKB<15 mmHg'dir.

İntrakranial Basınç: Kafa içi boşluğunu dolduran BOS, kan ve nöral doku hacimleri arasındaki ilişki Monroe-Kellie eşitliği ile tanımlanabilir. Serebral otoregülasyon, İKB'da artış olsa bile ortalama kan basıncında kompensatuar bir artışa yol açarak beyin kan akışını sürdürmeye çalışır. İntrakraniyal basınçtaki 50-100 ml'lik artışlar kompanse edilebilir. Normal kompensatuvar rezerv tükendiğinde, kafa içi hacminde oluşacak küçük değişiklikler bile serebral perfüzyon basıncının azalmasına neden olacak ve bu da önemli derecede intrakraniyal basınç artışı ile sonuçlanacaktır. Sonuç olarak SPB düşer ve bu, beyni iskemiye daha duyarlı hale getirir.

Monro-Kellie Doktrini: İntrakraniyal basınç dinamiklerini açıklayan basit ancak hayati bir kavramdır. Doktrin, kafatasının genişleyemeyen rijit bir yer olduğu için intrakraniyal içeriğin toplam hacminin sabit kalması gerektiğini belirtir. Normal intrakraniyal hacim aşıldığında, İKB yükselir. Venöz kan ve beyin omurilik sıvısı (BOS), kapalı alanda sıkışabilir ve bu, bir dereceye kadar basınç tamponlaması sağlar. Bu nedenle, yaralanmadan hemen sonra oluşan hematom gibi bir kitle büyürken, ICP normal kalabilir. Ancak, BOS ve kanın tamponlama kapasitesi sınırına ulaşıldığında, ICP hızla artar (12).



Şekil-2: Monro-Kellie doktrini (12)

2.4. Kafa Travmalarının Sınıflandırılması

Kafa travmaları farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Genel olarak; travmanın morfolojisine ve Glasgow Koma Skalası (GKS) değerlerine göre farklı gruplamalar yapılabilir (12, 21) (Tablo 1).

Tablo 1. Kafa travmalarının sınıflandırılması (12)

Şiddeti	Hafif	GKS Puanı 13-15	
	Orta	GKS Puanı 9-12	
	Ciddi	GKS Puanı 3-8	
Morfolojisi	Kafatası Kırıkları	Kafatası	Lineer Deplase/nondeplase
		Baziler	BOS kaçağı olan/ olmayan 7. Kranial sinir felci olan/olmayan
	İntrakranial Lezyonlar	Fokal	Epidural Subdural İntraserebral
		Diffüz	Konklüzyon Kontüzyon Hipoksik iskemik yaralanma Aksiyel yaralanma

Glasgow Koma Skoru: GKS, travma skorum sistemlerinden ilki olup, bozulmuş bilinç durumu ile komanın süresi ve derinliğini değerlendirmek amacıyla 1974 yılında Jennett ve Teasdale tarafından oluşturulmuştur.

Günümüzde GKS, kafa travmasının sınıflandırılmasında klinisyenler için güvenilir bir nörolojik değerlendirmeye olanak tanır. Tarih boyunca klinisyenler ve araştırmacılar, GKS skorlarını kullanarak kafa travmalarını hafif, orta ve ağır olarak üç gruba ayırmışlardır. Glasgow Koma Skalası yapılan son çalışmalarla birlikte günümüzdeki halini almıştır (22)(Tablo 2).

Tablo 2. Glasgow koma skalası (22)

Göz Açma	Puan
Spontan	4
Sesli uyaran ile	3
Ağrılı uyaran ile	2
Yok	1
Test edilemez	NT
Sözel Yanıt	Puan
Oryante	5
Konfüze	4
Kelimeler	3
Sesler	2
Yok	1
Test edilemez	NT
Motor Yanıt	Puan
Komutlara uyuyor	6
Lokelize ediyor	5
Normal fleksiyon	4
Anormal fleksiyon	3
Ekstansiyon	2
Yok	1
Test edilemez	NT

2.5. Kafa Yaralanmaları

Kafa travmaları sonucu meydana gelen yaralanmalar primer ve sekonder olmak üzere ikiye ayrılır. Primer hasar, hastanın yaralanmasıyla birlikte veya kısa bir süre sonra oluşan yaralanmadır. Sekonder yaralanma ise primer hasarın ardından gelişen klinik durumlardır (23)(Tablo 3).

Şüpheli kafa yaralanması olan hastaların tedavisindeki birincil hedef, ikincil beyin yaralanmasını önlemektir. İkincil beyin hasarını sınırlamak ve böylece hastanın

sonucunu iyileştirmenin en önemli yolları, yeterli oksijenasyonu sağlamak ve beyin perfüzyonunu sağlamak için yeterli kan basıncını korumaktır (12).

Tablo 3. Travmatik kafa yaralanmaları (12)

Primer Hasar	Skalp Yaralanmaları
	1. Kaput suksadenum
	2. Subgaleal hematoma
	3. Sefal hematoma
	Kafatası Kırıkları
	1. Lineer kırık
	2. Çökme kırığı
	3. Kaide kırığı
	4. Yüz kırıkları
	Ekstra Aksiyel Kanamalar
	1. Epidural hematoma
	2. Subdural hematoma
	3. Subaraknoid kanama
	4. İntraventricüler kanama
	Parankimal Lezyonlar
	1. Kortikal kontüzyon
	2. İntraparankimal hematoma
	3. Diffüz aksonal hasar
	4. Diffüz vasküler hasar
Sekonder Hasar	Herniasyon Sendromları
	Diffüz Beyin Ödemi
	Diffüz Hipoksik Yaralanma
	Sekonder Beyin Sapı Yaralanması

2.6.1. Primer Hasar

Travma sırasında veya sonrasında ortaya çıkan, SKALP'ta ve beyinde meydana gelen hasarlardır. Bu hasarlar önlenemez. Primer hasar, diffüz ya da fokal olabilir.

Fokal lezyonlar arasında epidural hematoma, subdural hematoma ve kontüzyon gibi lezyonlar bulunur (24).

Primer hasar iki mekanizma ile açıklanabilir. Birinci mekanizma, travmanın doğrudan teması sonucu saçlı deride laserasyon, kafatasında kırıklar, hematoma ve kontüzyon gibi lezyonların oluşmasıdır. İkinci mekanizma ise gri ve beyaz cevher hareketlerinden kaynaklanan hasar ile diffüz aksonal hasarlanma veya köprü venlerin yırtılması sonucu subdural hematomun oluşmasıdır. Ayrıca, travma sonrası venöz sinüsten geçen kırıklar, üst servikal kırıklar ve faset çıkıkları gibi durumlarda damarsal paketlerde yaralanma olabileceği unutulmamalıdır. Travma hastalarında sinirsel yaralanma riski göz önünde bulundurulmalıdır (24).

Skalp yaralanmaları

Kaput suksadenum: Cilt ile aponöroz arasına kanın birikmesi ile oluşan hematomdur. Genellikle kendiliğinden rezorbe olur (24).

Subgaleal hematoma: Aponöroz ile periost arasında kan birikmesi sonucu oluşan hematomdur. Genellikle bu hematoma kendiliğinden rezorbe olur. Ancak çocuklarda, hipovolemiye neden olabilecek kadar büyük miktarlara ulaşabilir ve sütürleri geçebilir. Bu nedenle, çocuklarda hematomun takibi çok önemlidir (24).

Sefal hematoma: Kan, periost ile kemik arasında birikir ve sütürleri geçmez. Kronikleşirse, periostta distrofik kalsifikasyonlar oluşabilir. Bu durum, kemik dışındaki epidural kanama gibi değerlendirilmesine neden olabilir (24).

Kafatası ve yüz kırıkları

Kafatası kırığının oluşumu, yapısal özelliklere, darbenin büyüklüğüne ve yönüne, darbe bölgesinin boyutlarına ve kafatasının çeşitli bölgelerinin kalınlık ve kuvvetine bağlıdır. Kafatası kırıkları, kapalı ya da açık kırıklar şeklinde olabilir ve çeşitli komplikasyonlara yol açabilir. Ana komplikasyonlar; BOS kaçağı, enfeksiyon, sinir hasarı, arter ve ven yaralanmasıdır. ICA zedelenmesi riski en yüksek olan kırık tipi, karotid kanala uzanan petröz kemik kırığıdır. İntrakranial yaygın hava varlığı, dura bütünlüğünün bozulduğunu gösterir. Sinüs kırıklarında enfeksiyon riski yüksek olduğundan enfektif semptomlar açısından dikkatli olunmalıdır. Temporal kemik kırıklarında iletim tipi işitme kaybı veya fasiyal sinir zedelenmeleri görülebilir (24).

Ekstraaksiyel kanamalar

Kanın damar dışına çıkışı, dördüncü dakikadan itibaren BT'de tespit edilebilir. Az miktardaki kanamalar, özellikle gençlerde ilk birkaç gün içinde kaybolabilir. Kanaması olan hastaların bilinç düzeyleri yakından izlenmelidir (24)

Epidural hematoma

Kafa travmalarının %0.2-12'sinde görülmekte olup ölüm oranı %5'tir (25). Kafatasının iç tabulası ile dura mater arasındaki epidural boşluk denilen potansiyel boşluğa kan dolması sonucu oluşur. En sık, orta meningeal arter (%60-90) veya dural venin (%10-40) rüptürü sonucu meydana gelir. Bu kırıklara %90-95 oranında temporal kemik kırığı eşlik eder. Venöz epidural kanama ise genellikle temporal ve parietal bölgede görülen fraktürlerle birlikte ortaya çıkar (24). Çocuklarda kafatasının daha elastik olması nedeniyle fraktür olmadan da görülebilir. Çoğunlukla arter kaynaklı kanama yüksek basınçlıdır ve bu nedenle komşu parankimde bası bulguları ve kitle etkisi oluşturur. Hastalarda başlangıçta kısa süreli bilinç kaybını takiben nörolojik olarak normal seyreden "lucid interval" görülebilir. Lezyon bikonveks şeklindedir, sınırları geçemez(Şekil-3). Epidural hematoma, beyinde yer kaplayan, genellikle yüksek basınçlı arteriyel kaynaklı, ani büyüyen herniasyona neden olabilecek ve cerrahi müdahale gerektiren lezyonlardır (26). Hiperdens kanama içinde hipodens alanların bulunmasıyla karakterize edilen "swirl sign" varlığı, akut kanamayı ve kötü prognozu işaret eder (27).

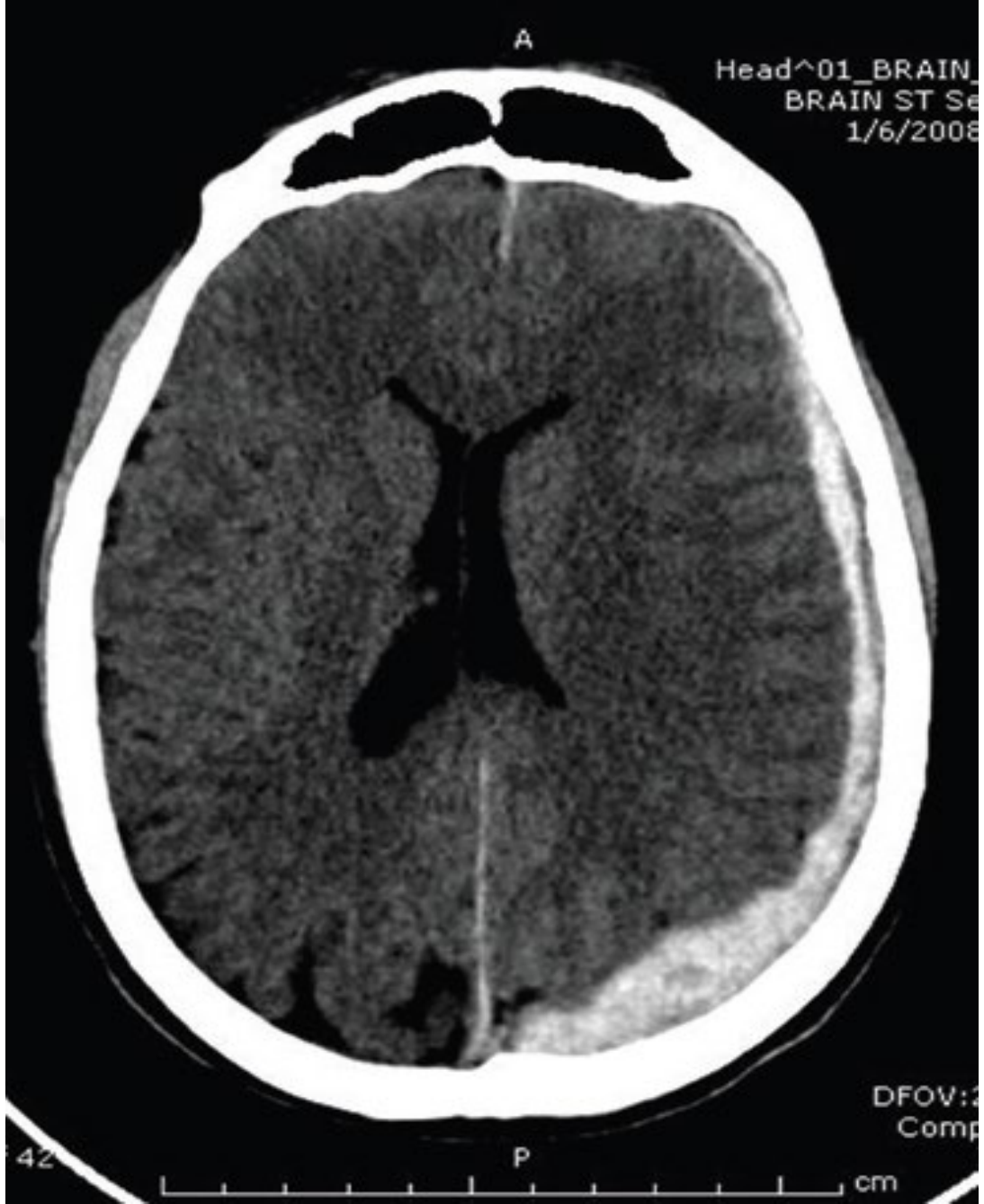
Beyin parankiminde genellikle lezyon olmadığı için, nörolojik hasar veya herniasyon gelişmeden cerrahi boşaltma yapılırsa tam iyileşme beklenir (28). Genellikle tek taraflıdır ve daha çok genç hastalarda rastlanır. %90-95'i supratentorial bölgede, %5-10'u ise posterior fossada görülebilir (29).



Şekil-3. Epidural hematom (12)

Subdural Hematom

Dura mater ve araknoid mater arasında bulunan köprü venlerinin yırtılması sonucu oluşan hematomdur. Genellikle yarım ay şeklindedir(Şekil-4). En sık görüldüğü bölgeler frontal ve parietal bölgelerdir. Travmatik beyin hasarı vakalarının %12-29'unda görülür (24, 30). Yaşlı hastaların parankimi atrofik olduğundan subdural hematom boyutları daha büyüktür. Bu lezyon sütürleri geçmektedir (24).



Şekil-4. Subdural hematom (12)

Akut, subakut ve kronik olmak üzere üç tipte bulunur. Akut subdural hematom, travmadan hemen sonra oluşur ve BT’de hiperdens olarak izlenir. Nadiren, anemisi olan kişilerde veya araknoiddeki yırtığa bağlı olarak BOS'un kanama içine girmesi sonucu dilüsyon olursa, hipodens veya izodens olarak görülebilir. Dansitesi günde 1,5 Hounsfield Skalası (HU) azalarak 7-10 gün içinde yani subakut dönemde izodens olarak görülür. Kronik subdural hematomlar çoğunlukla hipodens izlenir, ancak bazen de farklı evrelerdeki kanamalara bağlı olarak seviyelenmeler şeklinde mikst dansitede

görülebılır. Subakut ve kronik olguların genellikle yaşlılarda görölmesinin nedeni, atrofiye bağılı olarak beyin dokusunun azalmasıyla venlerin gerilerek kanamasıdır. Öyküde altta yatan koagulopati, alkolizm, ileri yaş, epilepsi veya ventriküler şant operasyonu gibi faktörler bulunabilir (24).

BT’de izodens subdural hematomlar, özellikle bilateral olduklarında kolayca normal BT ile karıştırılabilir. Böyle bir durumda, klinisyenin sulkuslardaki silinmeye dikkat etmesi önemlidir (31).

Kronik subdural hematomları subdural higroma ile karıştırmamak önemlidir. Subdural higroma, travma sonucu araknoid membranda yırtılma meydana gelmesi ve BOS'un subdural alanda toplanması ile oluşur. MR’da tüm sekanslarda BOS ile izointens görünmesi, bu durumu ayırt etmede faydalıdır. Subdural higromanın mortalite oranı yaklaşık %60’tır (31). Bu lezyonlar büyüyerek herniasyona neden olabilir. Lezyonun 2 cm’den büyük olması kötü prognozun bir göstergesidir ve kafa içi hacminin %10’undan fazlasına ulaşması, lezyonun ölümcül olduğunu gösterir (24, 31).

Subaraknoid Kanama (SAK)

Parankim içindeki ve subaraknoid alandaki damarların yırtılması nedeniyle BOS'da kan birikmesidir. Hastalar genellikle baş ağrısı, fotofobi ve meningeal irritasyon belirtileri ile gelir. Travmatik beyin hasarı olan vakaların yaklaşık %40'ında subaraknoid kanama mevcuttur (32). En yaygın sebep travmadır. Travma dışı en sık görülen neden ise anevrizma rüptürüdür. Direkt vasküler yaralanmalardan, kontüzyona uğramış korteksten veya intraventriküler kanamadan kaynaklanabilir. Travmatik erken SAK gelişen hastalar, SAK gözlenmeyen gruba göre 3 kat daha fazla mortalite riski taşır (%42'ye karşı %14) ve ayrıca maluliyet oranı da daha yüksektir (28). Genellikle fokal olup, daha nadir olarak diffüz olabilir. Diffüz ise; özellikle anevrizma rüptürüne bağılı olabileceğı için anevrizma araştırması yapmak gerekmektedir. Subaraknoid kanama durumunda ilk iki gün normal beyin BT görölabilir. Bu nedenle, klinik bulguları olan hastalarda kontrol beyin BT çekilmeli ve klinik takip yapılmalıdır. BT bulgusu saptanmayan fakat SAK şüphesi olan hasta grubunda Lomber Ponksiyon (LP) tanıda faydalı olabilir.

İntraventriküler Kanama

Beyinde travmaya bağlı olarak ventriküler duvarın yırtılması sonucu intraventriküler kanama meydana gelir. En sık nedeni, subependimal venlerin yırtılması olup, özellikle lateral ventriküllerin oksipital horn adı verilen bölgede BOS içerisinde kan seviyelenmesi olarak görülür. Ayrıca paraventriküler kontüzyonların kanaması ile de oluşabilir. İntraventriküler kan, intraserebral hematomdan daha hızlı absorbe olur. Ancak bazen yapışıklıklar gelişebilir ve BOS drenajı bozulur (33).

İntraaksiyel Lezyonlar

Kontüzyon/Laserasyon

Kontüzyon yüzeysel olan gri cevher hasarı, laserasyon ise kontüzyona piaraknoid yırtığının eşlik etmesi sonucu oluşur (34). Kontüzyon kortikal yüzeyin travmatik şekilde yaralanmasıdır ve beyin dokusu içerisindeki küçük kanamaları tanımlamak için kullanılmaktadır. En sık görülen primer intraaksiyel lezyonlardır. İki mekanizma ile gelişebilirler: birincisi travma alanında (Coup kontüzyon) olan kafanın sabit olduğu doğrudan travmada çökme kırığının neden olduğu, diğeri ise travma alanının karşısında(Contrecoup kontüzyon) akselerasyon-deselerasyon mekanizması sonucunda kafatasındaki düzensiz alanlarda kortikal hasar oluşmasıdır. Frontal ve temporal lobların antero-inferior bölgelerinde daha sık görülür. Akut dönemde kortikal ve subkortikal bölgede hipodens lezyonlar olarak görülebilmeleri nedeniyle tespit edilmeleri zordur. Ancak ileriki dönemde daha belirgin ve hiperdens hale gelirler. Akut kanama BT'de hiperdens, ödem ise hipodens olarak izlenir. Kanama vakaların yarısında görülür ve kortekse dik yerleşimlidir. Kortikal kontüzyonları göstermede MR daha faydalıdır. Kontüzyon sonrası genellikle komplikasyonsuz iyileşme görülse de vakaların %25'inde ilk 24 saat sonrası gecikmiş kanama görülebilir. Cerrahi müdahale nadiren gereklidir (35).

İntraserebral Hematom

Beyin parankiminin derinlerindeki damarsal yapılarda gerilme ve zorlanma nedeniyle fokal kanamalar meydana gelir. Kontüzyonlar ile bağlantılı olabilir. En sık frontotemporal beyaz cevherde veya bazal ganglionlarda rastlanır (24). İntraserebral hematomlar, travmadan hemen sonra BT'de hiperdens olarak görülür. İlk incelemede sıklıkla görüntülenirler ve posttravmatik periyotta büyüyebilirler. Hematom, travma

sonrası genellikle ilk hafta içinde gerilemeye başlar. Posttravmatik dönemde geç hematomlar da ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, nörolojik bulgular devam ediyorsa, travma sonrası kontrol BT'ler ile kafa travmalı hastaların takibi önemlidir. Hematomun kitle etkisine bağlı olarak ortaya çıkan kafa içi basınç artışı nörolojik kötüleşmeye, beynin orta hat yapılarında ve ventriküler yapılarda herniasyonlara neden olabilir (36).

Diffüz Aksonal Hasar (DAH)

Genellikle motorlu araç kazaları veya sarsılmış çocuklarda görülen akselerasyon travmasına sekonder olarak beyaz cevher ve beyin sapındaki aksonal liflerin kesilmesidir (7). En sık gri-beyaz cevher bileşkesi, korpus kallosum, beyin sapı, süperior serebellar pedinkül ve internal kapsülde bulunur. BT'de %20 oranında saptanabilir. Kesin tanı için MR gereklidir; BT'de hastanın nörolojik bulguları kötü iken, küçük kanamalar görülmesi tanıya yardımcı olabilir. MR'da T2A ve FLAIR incelemede, tipik lokalizasyonlarda 1 cm'den küçük multipl ovoid ya da eliptik hiperintens lezyonların görülmesi ile tanı konur. Tedavi sürecinde, serebral ödemi azaltmaya ve ikincil hasarı önlemeye odaklanılmalıdır (28).

Diffüz Vasküler Hasar

Diffüz aksonal hasarın ileri evre lezyonları ile ilişkili bulunmuş olup, diffüz aksonal hasar ile aynı mekanizma sonucunda geliştiği düşünülmüştür. Aksonal yaralanma sürecinin en ölümcül durumudur. Subkortikal ve derin beyaz cevherde, korpus kallosumda, derin gri cevherde, beyin sapında ve serebellumda çok sayıda punktat hemorajiler şeklinde görülen mikrovasküler kanamalardır (37).

2.5.2. Sekonder Hasar

Travmadan hemen sonra değil, zaman içinde ortaya çıkan primer lezyonlara ait önlenebilir komplikasyonlardır.

Beyin Herniasyonları

Beyinde ödem veya kitle etkisi artarsa, beyin bir kompartmandan diğerine itilebilir. Bu durum, beyinde veya vasküler yapılarda hasara neden olabilen herniasyona yol açabilir. Bu açıdan, kanamalı hastaların bilinç durumu yakından izlenmeli ve nörolojik defisit gelişirse herniasyon olabileceği düşünülerek hastanın

stabilizasyonu sağlanıp acil görüntüleme yapılmalıdır (24). Birçok alt tipi vardır ve herniasyon tipine göre çeşitli klinik bulgular görülebilir.

Serebral Ödem

Travma sonrası kanlanmada bozulma sonucu erken evrede parankimal ödem şeklinde görülen, sulkuslar, fissürler, sisternalar ve ventriküllerin silinmesi ile karakterize BT bulguları ile seyreden bir klinik tablodur. Daha sonraki evrede gri madde ile beyaz madde ayrımı kaybolur, serebral hemisferler hipodens izlenirken, serebellum göreceli olarak hiperdens görülür. Çocuk ve genç erişkinlerde sık görülür. Travmadan sonra 24-48 saat içinde başlaması tipiktir. Tedavisinde dekompresif cerrahi ve anti-ödem tedavi uygulanır (38).

Diffüz Hipoksik Yaralanma

Kafa travması sonrasında sistolik kan basıncındaki uzun süreli düşüş veya arterial spazma bağlı olarak hipoksi meydana gelir. Bu hipoksi sonucunda, önce büyük arterlerin sulama alanlarında "watershed zon" görülür. Daha sonra bu bölgede infarkt gelişir. Başlangıçta BT bir katkı sağlamaz, ancak takiben enfarktı gösterebilir (39). Hipoksi durumunda sekonder beyin ödemi daha da artar.

2.6. Kafa Travması ile Ek Hastalık İlişkisi

Kafa travması ile gelen hastaların öyküsünde ek hastalıklar ve kullanılan ilaçlar çok önemlidir. Hastanın daha önceki tıbbi geçmişi, cerrahi öyküsü ve antikoagülan ilaç kullanımı sorgulanmalıdır. Ayrıca, ilaç intoksikasyonu ve alkol intoksikasyonu gibi durumların olabileceği unutulmamalıdır.

Avusturya'da hazırlanan konsensus raporuna göre, antikoagülan kullanan veya koagülasyon bozukluğu olan her hastada kafa travması şüphesi varsa BT çekilmeli ve 24 saat boyunca izlenmelidir (40).

ABD'de yapılan bir çalışmaya göre, künt kafa travması geçiren ve belirtileri olmayan veya minimal semptomları olan alkolik hastalarda kanama oranı %7-14'tür (41). Özellikle alkol alımının ardından ortaya çıkan oryantasyon kaybı ve hastanın olayı hatırlamama ihtimali unutulmamalıdır. McLeod ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmaya göre, 60 gram alkol (beş bardak) alımı ilk altı saat içinde kafa travması riskini üç kat arttırmaktadır (42).

Bebeklerde sarsılmış bebek sendromu her zaman göz önünde bulundurulmalı ve anamnez alırken istismar ihtimali dikkate alınmalıdır (43). Sarsılmış bebek sendromu ile gelen hastaların %5-35'i hayatını kaybederken, %65'inde nörolojik sekel kalmaktadır (44).

Yaşlı hastalarda fizyolojik değişiklikler nedeniyle travma sonrası olumsuz sonuçlar görülme riski daha yüksektir. Örneğin, yaşlılarda motorlu araç kazalarında ölüm oranı genç yaş grubuna kıyasla daha fazladır. ABD'de yaşlı yaya kazalarında mortalite oranı %53'tür (45). Bu yüzden, minör kafa travması olsa dahi, 65 yaş üstü tüm hastalara BT çekilmesi önerilir. Ayrıca, yaşlı hastalarda adli olayların da olabileceği unutulmamalıdır. 85 yaş üzeri ölümle sonuçlanan düşme vakalarının %20'si bakım evlerinde meydana gelmektedir (46). Yaşlı hastalar ve Alzheimer gibi hastalığı olan bireylerde, atrofiye sekonder olarak; köprü venlerde, özellikle sık travmaya maruz kaldıklarında subdural hematom gelişebilir (47).

2.7. Acilde Kafa Travmasına Yaklaşım

Travma hastalarında ölüme en sık neden olan travma kafa travmasıdır. Bu yüzden, kafa travmalı hastaların yönetimi önemlidir. Acile gelen kafa travmalı hastada öncelikle solunum ve dolaşım kontrolü sağlanarak stabilizasyon sağlanmalı ve böylece hipotansiyon ile hipoksemi önlenmelidir (48). Primer bakıda gelen hastanın multipl travmaya sahip olabileceği unutulmamalı ve bu doğrultuda öykü alınıp ayrıntılı muayene yapılmalıdır (6).

Kafa travmalı hastalarda, GKS'ye göre travma derecesi belirlenir. Orta ve ciddi dereceli yaralanmaları olan hastalarda stabilizasyon sağlandıktan sonra, ikincil yaralanmayı önlemek ve tedavi edilebilir lezyonları tespit etmek hedeflenir. İkincil beyin yaralanmasını önlemek için hastada hipoksemi, hipotansiyon, anemi, hiperglisemi ve hipertermi gibi durumlar önlenmeye çalışılmalıdır. Kitle etkisi yaratan bir lezyon varsa, bu lezyon boşaltılmalı veya kitle etkisi en aza indirilmelidir (48). Hipotansiyon, anemi ve hipoksemi mortaliteyi arttırmaktadır (49).

Hastalar acil servise başvurduğunda, kafa travmasının ciddiyeti belirlenmeli ve kaydedilmelidir. Entübasyon gerektiğinde, indüksiyon ve paralizi için kısa etkili ajanlar kullanılmalı, hipotansiyondan kaçınılmalı ve sıvı tedavisi ile sistolik tansiyon >90 mmHg olacak şekilde ayarlanmalıdır (48). Hastadan alınabiliyorsa travma

öyküsü, hastalık öyküsü ve kullandığı ilaçlar kaydedilmeli; ilaç veya alkol alım durumu özellikle sorgulanmalıdır.

Orta ve ciddi kafa travması olan hastalarda BT görüntülemesi yapılmalıdır. Minör kafa travması olan hastalar klinik durumlarına ve skarlama sistemlerine göre değerlendirilmelidir. Endikasyon dahilinde gerekiyorsa BT çekilmeli ve yine gerekliyse nöroşirürjiye danışılmalıdır (6).

2.7.1. Hafif Kafa Travmalı Hastaların Yönetimi

Hafif kafa travması, GKS skorunun 13 ile 15 arasında olmasıyla tanımlanır. Bu hastalar sıklıkla hafif bir kafa travması geçiren hastalardır. Hastalarda klinik tablonun değerlendirilmesi alkol veya diğer sarhoş edici maddeler nedeniyle zor hale gelebilir. Beyin yaralanması kesin olarak dışlanana kadar mental durumdaki değişiklikler hiçbir zaman bu tür karıştırıcı faktörlere bağlanmamalıdır. Hafif kafa travmalı hastaların yönetimi Tablo 4’te verilmiştir (12)(Tablo 4).

Tablo 4. Hafif kafa travmalı hastaların yönetimi (12)

Tanım: GKS 13-15 olan bilinci açık kafa travmalı hastalar	
Öykü	
İsim, yaş, cinsiyet, meslek	Yaralanma mekanizması
Yaralanma zamanı	Yaralanma sonrası bilinç kaybı
Uyanıklık düzeyi	Amnezi; retrograd veya anterograd
Baş Ağrısı; hafif, orta, şiddetli	Kusma
Sistemik yaralanmaları dışlamak için genel muayene	
Hızlı nörolojik değerlendirme	
Servikal değerlendirme ve gereklilik halinde röntgen çekimi	
Kan alkol düzeyi ve idrar toksikoloji taraması	
Skarlama sistemine göre değerlendirilerek uygun hastalarda beyin BT alınması	

Bu değerlendirmeler sonrasında eğer hastalarda; kranial BT’de patoloji olması, penetran kafa travması, uzun süreli bilinç kaybı, takibinde bilinç düzeyinde kötüleşme, orta ve şiddetli baş ağrısı, alkol veya uyuşturucu madde alımı, kafatası kırığı, BOS kaçağı olması, eşlik eden önemli yaralanması olması, evde güvenilir refakatçinin

bulunmaması, kalıcı nörolojik defisitinin olması durumunda hasta mutlaka uygun tesise yatırılmalı veya sevk edilmelidir (12).

Çoğu hafif kafa travması olan hasta, sorunsuz bir şekilde iyileşir. Bu hasta grubunun yaklaşık olarak %3'ü kötüleşir ve erken tespit edilmezse ciddi nörolojik defisitlerle sonuçlanabilir (12).

Hafif kafa travması olan hastaların değerlendirilmesinde ikincil değerlendirme özellikle önemlidir. Yaralanma mekanizması not edilmeli ve özellikle bilinç kaybı, hastanın ne kadar süre tepkisiz kaldığı, herhangi bir nöbet aktivitesinin varlığı ve sonrasındaki uyanıklık düzeyi gibi detaylara dikkat edilmelidir. Travmatik olaydan önce (retrograd) ve sonra (antegrad) olan olaylar için amnezi süresi belirlenmelidir. Tüm hastalarda GKS skorunun seri muayenesi ve kaydedilmesi önemlidir. BT taraması, görüntülemeye tercih edilen yöntemdir, ancak BT taraması yapılması, hastanın uygun merkeze naklini geciktirmemelidir(12).

Beyin yaralanmasından şüphelenilen tüm hastalarda klinik olarak şüphelenilen açık kafatası kırığı, bazal kafatası kırığının herhangi bir belirtisi ve iki veya daha fazla kusma epizodu olanlarda BT taraması yapılmalıdır. Ayrıca, 65 yaşından büyük hastalarda da BT taraması yapılmalıdır. Hasta, beş dakikadan uzun süre bilinç kaybı yaşamışsa, 30 dakikadan uzun süre retrograd amnezi yaşamışsa, tehlikeli bir yaralanma mekanizması varsa, şiddetli baş ağrıları, nöbetler, kısa süreli hafıza kaybı, alkol veya uyuşturucu zehirlenmesi, koagülopati veya fokal nörolojik defisit varsa BT taraması yapılması düşünülmelidir (12)(Tablo 5).

Tablo 5. Hafif kafa travmalı hastalarda BT endikasyonları (12)

Yüksek risk
Yaralanmadan 2 saat sonra GKS<15 olması
Şüpheli açık veya çökük kafatası kırığı
Bazal kafatası kırığının herhangi bir belirtisi (hemotimpanium, rakun eyes, otore/rinore, Battle sign)
2 veya daha fazla kusma
Yaş>65 olması
Antikoagülan kullanımı
Orta risk
Travma öncesi >30 dakika amnezi olması
Tehlikeli travma mekanizması (Motorlu taşıt tarafından çarpılan yaya, motorlu araçtan fırlamış yolcu, >3 feet (yaklaşık 90 cm) yüksekten veya beş basamaktan düşme)

BT taramasında anormallikler gözlemlenirse veya hasta semptomatik kalmaya devam ederse ya da nörolojik bulguları devam ederse, hasta hastaneye yatırılmalı ve bir nöroşirurji uzmanı tarafından değerlendirilmeli veya uygun bir travma merkezine sevk edilmelidir(12).

Eğer hastalar asemptomatik, tamamen uyanık ve nörolojik anormallikleri yoksa, birkaç saat gözlemlenebilir, tekrar muayene edilebilir ve hâlâ normal ise güvenle taburcu edilebilirler. Hastalar sonraki 24 saat boyunca hastayı sürekli olarak gözlemleyebilecek bir refakatçi gözetiminde taburcu edilir. Hastaya ve refakatçiye, baş ağrısı gelişirse veya mental durumunda bir değişiklik ya da fokal nörolojik defisitler yaşarsa acil servise geri dönmeleri gerektiğini belirten bir talimat formu verilmelidir (Tablo 6). Hasta yazılı ve sözlü talimatları açıkça anlayacak kadar uyanık değilse, hastanın taburculuk kararı yeniden gözden geçirilmeli ve takip süresi uzatılmalıdır (12).

Tablo 6. Hafif kafa travmaları taburculuk önerileri formu (12)

Hafif Kafa Travmaları Taburculuk Önerileri
Kafa yaralanmanızın ciddi olduğunu gösteren hiçbir kanıt saptanmamıştır. Ancak, yaralanmadan saatler veya hatta günler sonra yeni semptomlar ve beklenmedik komplikasyonlar gelişebilir. İlk 24 saat en kritik dönemdir ve bu süre boyunca güvenilir bir refakatçiyle birlikte kalınmalıdır. Aşağıdaki belirtilerden herhangi biri gelişirse doktor aranmalı veya hastaneye tekrar başvurulmalıdır.
1) Sürekli uyuma veya hastayı uyandırmada artan zorluk (hasta uyku sırasında her iki saatte bir uyandırılmalıdır)
2) Bulantı veya kusma
3) Kasılmalar veya nöbetler
4) Burun veya kulaktan kanama veya akıntı
5) Şiddetli baş ağrıları
6) Kol ve bacakta kuvvet kaybı veya his kaybı
7) Kafa karışıklığı veya garip davranışlar
8) Bir göz bebeğinin (gözün siyah kısmı) diğerinden daha büyük olması; gözlerin tuhaf hareketleri, çift görme veya diğer görme bozuklukları
9) Çok yavaş veya çok hızlı nabız veya alışılmadık bir solunum durumu
Yaralanma bölgesinde şişlik varlığında, bir bez veya havlu ile sarılarak cilt üzerine buz uygulanmalıdır. Buz uygulamasına rağmen şişlik belirgin bir şekilde artarsa hastaneye başvurulmalıdır
Normal şekilde yemek yiyip içilebilir fakat ilk üç gün boyunca alkollü içecekler tüketilmemelidir
İlk 24 saat boyunca sakinleştirici veya asetaminofenden daha güçlü ağrı kesiciler ve aspirin içeren ilaçlar kullanılmamalıdır

2.7.2. Orta Şiddetli Kafa Travmalı Hastaların Yönetimi

Acil servise başvuran kafa travmalı hastaların yaklaşık %15'i orta şiddetli kafa travmalarıdır. Bu hastalar basit komutları takip edebilir, ancak genellikle konfüze veya letarjik olup hemiparezi gibi fokal nörolojik defisitlere sahip olabilirler. Bu hastaların yaklaşık %10 ila %20'si kötüleşir ve komaya girer. Bu nedenle, bu hastaların takibinde

seri nörolojik muayeneler kritik öneme sahiptir. Orta şiddetli kafa travmalı hastaların yönetimi Tablo 7’de verilmiştir (12)(Tablo 7).

Tablo 7. Orta şiddetli kafa travmalı hastaların yönetimi (12)

Tanım: GKS 9-12 olan kafa travmalı hastalar
İlk Değerlendirme
Hafif kafa travması ile aynı, ek olarak temel kan tetkikleri alınması
Tüm vakalarda kranial BT taraması yapılmalı
Nöroşirurjik değerlendirme yapılabilecek bir tesise sevkini sağlanması
Takiplerinde sık nörolojik muayene yapılması
Durumu kötüleşirse veya taburcu olmadan kontrol beyin BT alınması
Taburculuğa uygun olana kadar klinik takip yapılması
Hastanın durumu kötüleşirse ağır kafa travması protokolüne göre takip yapılması

Acil serviste kısa bir öykü alınmalı ve nörolojik değerlendirmeden önce kardiyopulmoner stabilite sağlanmalıdır. Beyin BT taraması yapılmalı ve gerekirse bir nöroşirurji uzmanı veya travma merkezi ile iletişime geçilmelidir. Orta şiddetli kafa travması olan tüm hastaların, en az ilk 12 ila 24 saat boyunca sık takibi ve sık nörolojik değerlendirmesinin yapılabildiği bir birimde gözlem için yatış yapılması gereklidir. İlk beyin BT taraması anormal ise veya hastanın nörolojik durumu kötüleşirse, 24 saat içinde kontrol beyin BT taraması önerilir (12).

2.7.3. Ağır Kafa Travmalı Hastaların Yönetimi

Ağır kafa travmalı hastalar, kafa travması ile acil servise başvuran hastaların %10’unu oluşturmaktadır. Bu hastalar, kardiyopulmoner stabilizasyondan sonra bile basit komutları takip edemezler. Şiddetli kafa travmalı hastaların ciddi yaralanmaları vardır ve önemli morbidite ve mortalite riski taşımaktadır. Bu tür hastalarda hızlı teşhis ve tedavi son derece önemlidir. Hastanın eğer nakli gerekiyorsa kranial BT taraması bu hastanın naklini geciktirecekse yapılmamalıdır. Ağır kafa travmalı hastaların yönetimi Tablo 8’de özetlenmiştir (12)(Tablo 8).

Tablo 8. Ağır kafa travmalı hastaların yönetimi (12)

Tanım: GKS 3-8 olan ve basit komutları yerine getiremeyen kafa travmalı hastalar
Değerlendirme ve Yönetim
ABCDE değerlendirmesi (Havayolu, solunum, dolaşım, servikal stabilizasyon, tüm vücut soyma ve değerlendirme)
Primer değerlendirme ve resüsitasyon
İkincil değerlendirme ve AMPLE öyküsü (Alerjiler, ilaçlar, geçmiş hastalık öyküsü, son yemek saati, olayın detayları)
Nöroşirurjik değerlendirme yapılabilecek merkeze kabulü veya sevki
Tedavide kullanılacak ajanların nöroşirurji hekimi değerlendirmesi ile verilmesi (Mannitol, hipertonic salin)
Nörolojik yeniden değerlendirme
Glasgow koma skorunun tekrar hesaplanması (Göz açma, motor yanıt, sözel yanıt)
Işık yanıtının yeniden değerlendirilmesi
Fokal nörolojik defisit açısından muayene yapılması

2.7.4. Primer Bakı ve Resüsitasyon

Beyin yaralanması genellikle sekonder hasar gelişimiyle prognostik olarak olumsuz etkilenir. Acil servise başvurusunda hipotansiyonu olan ağır kafa travması hastalarının ölüm oranı, hipotansiyonu olmayan hastaların ölüm oranının iki katından fazladır. Hipotansiyona ek olarak hipoksinin varlığı, ölüm riskinin %75 artması ile ilişkilidir. Şiddetli beyin yaralanması olan hastalarda kardiyopulmoner stabilizasyonun hızla sağlanması zorunludur (12).

Havayolu ve Solunum

Ağır kafa travmalı hastalarda apne ve hipoksi yaygın bir şekilde görülür ve ikincil beyin yaralanmasına neden olabilir. Komatöz ve GKS puanı düşük hastalarda erken endotrakeal entübasyon düşünülmelidir(12).

Kan gazı ölçümleri elde edilene kadar hastalar %100 oksijenle ventile edilmeli ve ardından FIO₂ uygun şekilde ayarlanmalıdır. Pulse oksimetre takibi bu hastaların takibinde fayda sağlamaktadır. Oksijen saturasyonları %98'in üzerinde tutulmalıdır.

Ventilasyon parametrelerinden PCO_2 'yi yaklaşık 35 mm Hg düzeyinde tutacak şekilde ayarlama yapılmalıdır. Akut nörolojik kötüleşme veya herniasyon belirtileri olan ağır kafa travmalı hastalarda akut olarak hiperventilasyon uygulanmalıdır. $PCO_2 < 25$ mm Hg olacak şekilde uzun süreli hiperventilasyon önerilmemektedir (12).

Dolaşım

Terminal evrelerde medullar yetmezlik veya eşlik eden spinal kord yaralanması olmadıkça hipotansiyon genellikle doğrudan beyin yaralanmasından kaynaklanmaz. İntrakranial kanama hemorajik şoka neden olamaz. Hasta hipotansifse, gerektiğinde kan ürünleri veya izotonik sıvılar kullanılarak övolemi mümkün olan en kısa sürede sağlanmalıdır. Hipotansif hastaların nörolojik muayenesi güvenilir değildir. Hipotansif hastalar, herhangi bir uyarana tepki vermiyorsa, normal kan basıncı sağlandıktan hemen sonra iyileşebilir ve önemli ölçüde düzelebilir. Hipotansiyonun birincil kaynağını hemen tespit etmek ve tedavi etmek çok önemlidir (12).

Sistolik kan basıncı (SBP) 50-69 yaş arası hastalar için ≥ 100 mm Hg, 15-49 yaş arası hastalar veya 70 yaşından büyük hastalar için ≥ 110 mm Hg veya daha yüksek tutulmalıdır. Bu tansiyon hedefleri, hastalarda mortaliteyi azaltmakta ve klinik sonuçları iyileştirmektedir (12).

Kafa travmalı hastaların tedavi hedefleri klinik, laboratuvar ve izleme parametreleri Tablo 9'da gösterilmiştir (12)(Tablo 9).

Tablo 9. Kafa travmalı hastalarda klinik, laboratuvar ve monitör parametreleri (12)

	Parametre	Normal Değerler
Klinik Parametreler	Sistolik kan basıncı	>100 mmHg
	Sıcaklık	36-38 °C
Laboratuvar Parametreleri	Glukoz	80-180 mg/dL
	Hemoglobin	>7 g/dL
	INR	<1.4
	Na	135-145 meq/dL
	PaO ₂	>100 mmHg
	PaCO ₂	35-45 mmHg
	pH	7.35-7.45
	Trombosit	>75.000
Monitör Parametreleri	Serebral Perfüzyon Basıncı	>60 mmHg
	İntrakranial Basıncı	5-15 mmHg
	Pulse oksimetre	>95%

Nörolojik Değerlendirme

Hastanın kardiyopulmoner durumu yönetildikten sonra, hızlı ve odaklı bir nörolojik muayene yapılmalıdır. Bu muayene esas olarak hastanın GKS skorunu hesaplamayı, pupiller ışık refleksini ve fokal nörolojik defisitlerini belirlemeyi içermektedir (12).

Travmatik beyin yaralanmasının değerlendirilmesinde ilaçların, alkol/diğer sarhoş edici maddelerin ve diğer yaralanmaların varlığını dikkate almak önemlidir. Hastanın bu tür maddelerin etkisinde olması nedeniyle ciddi beyin yaralanması göz ardı edilmemelidir (12).

Posttravmatik nöbet sonrası hastanın postiktal durumu genellikle dakikalar veya saatler boyunca yanıt verme yetisini kötüleştirir. Komatöz bir hastada, motor yanıtlar trapezius kasını çimdikleyerek veya tırnak yatağına ya da supraorbital bölgeye basınç ile değerlendirilmelidir. Bir hasta değişken tepkiler gösterdiğinde, elde edilen en iyi motor yanıt, en kötü tepkiden daha doğru bir prognostik göstergedir (12).

Sedatif veya parolitik uygulamadan önce GKS skorunu hesaplamak ve pupiller muayeneyi yapmak önemlidir, çünkü hastanın klinik durumunu bilmek sonraki tedaviyi belirlemek için önemlidir. Birincil değerlendirme sırasında uzun etkili parolitik ve sedatif ajanlar kullanılmamalıdır. Hastanın ajite durumu bir risk teşkil etmediği sürece sedasyondan kaçınılmalıdır. Güvenli endotrakeal entübasyon veya güvenilir tanısal çalışmalar için paralizi veya kısa süreli sedasyon gerektiğinde mevcut en kısa etkili ajanlar kullanılmalıdır. Hastanın hava yolu güvenliği nedeniyle entübasyon gerektiğinde, herhangi bir sedatif veya parolitik ilaç uygulamadan önce kısa bir nörolojik muayene yapılmalı ve mutlaka kaydedilmelidir (12).

2.7.5. Kafa Travmalarında Medikal Tedavi

Kafa travmalı hastalarda medikal tedavinin birincil amacı zaten yaralanmış bir beyinde ikincil hasarı önlemektir. Bu tedavilerin temel prensibi, yaralanmış sinir dokusuna iyileşmesi için en uygun koşulları sağlamak ve normal işlevini geri kazandırabilmektir. Kafa travmalarında medikal tedavi amacıyla; intravenöz sıvılar, antikoagülasyonun düzeltilmesi, geçici hiperventilasyon, mannitol, hipertonic salin, barbitüratlar ve antikonvülzanlar kullanılmaktadır (12).

İntravenöz Sıvılar

Hastada resüsitatif tedavide ve normovolemi sağlamak için, gerektiğinde intravenöz sıvılar, kan ve kan ürünleri uygulanmalıdır. Kafa travmalı hastalarda hipovolemi zararlıdır. Klinisyenler, hastayı agresif sıvı tedavisi ile aşırı yüklememeye dikkat etmeli ve hipotonik sıvılar kullanmaktan kaçınılmalıdır. Ayrıca, glukoz içeren sıvıların kullanımı hiperglisemiye neden olabilir ve bu da beyin dokusuna zarar verebilir. Bu nedenle, resüsitatif tedavide ringer laktat çözeltisi veya normal salin önerilir. Kafa travması olan hastalarda serum sodyum seviyeleri dikkatlice izlenmelidir. Hiponatremi beyin ödemi ile ilişkilidir ve klinik takip açısından önlenmelidir (12).

Antikoagülasyonun Geri Döndürülmesi

Antikoagülasyon veya antiplatelet tedavisi alan kafa travması olan hastaları değerlendirirken ve yönetirken dikkatli olunmalıdır. International Normalized Ratio (INR) değerine bakılmalı, klinisyenler gerekli durumlarda bu hastaların BT taramasını

en erken dönemde yapmalıdır. Antikoagülasyonun hızlı bir şekilde normalleştirilmesi genellikle gereklidir (12)(Tablo 10).

Tablo 10. Antikoagülasyonun geri döndürülmesi (12)

Antikoagülan Ajan	Tedavi	Öneriler
Antiplatelet(aspirin, plavix)	Trombosit	Desmopressin asetat denenebilir
Coumadine (Warfarin)	Taze donmuş plazma, Vitamin K, Protrombin Kompleks Konsantresi	INR'yi normal aralığa getirilmelidir, iv sıvı verilmelidir
Heparin	Protamin sülfat	PTT takibi yapılmalıdır
Düşük molekül ağırlıklı Heparin (Enoxaparin)	Protamin sülfat	---
Direkt trombin inhibitörleri(Pradaxa)	İdaricizumab(Praxbind)	Protrombin Kompleks Konsantresinden fayda görebilir
Xarelto (Rivaroxaban)	---	Protrombin Kompleks Konsantresinden fayda görebilir

Hiperventilasyon

Kafa travması olan çoğu hastada normokarbi tercih edilmektedir. Hiperventilasyon, PaCO₂'yi düşürerek ve serebral vazokonstriksiyona neden olarak etki etmektedir. Aşırı ve uzun süreli hiperventilasyon, serebral vazokonstriksiyona ve dolayısıyla serebral perfüzyonun bozulmasına neden olarak zaten hasarlı beyin dokusunda serebral iskemiye yol açabilir. Bu risk, PaCO₂'nin 30 mm Hg (4.0 kPa) altına düşmesine izin verilirse daha yüksek olmaktadır. Hiperkapni (PCO₂ > 45 mm Hg) vazodilatasyon yapar ve intrakraniyal basıncı artırır, bu nedenle hastalarda bu durumdan kaçınılmalıdır (12).

Profilaktik hiperventilasyon (pCO₂ < 25 mm Hg) önerilmemektedir. Hiperventilasyon yalnızca dengeli bir şekilde ve mümkün olan en kısa süreyle kullanılmalıdır. Genel olarak, PaCO₂'yi yaklaşık 35 mm Hg seviyesinde, normal

aralığın alt sınırında (35 mm Hg ile 45 mm Hg) tutmak tercih edilmelidir. Akut nörolojik kötüleşmeyi yönetmek için diğer tedaviler başlatılırken, kısa süreli hiperventilasyon (PaCO_2 25-30 mm Hg gerekli olabilir. Hiperventilasyon, acil kraniyotomi yapılana kadar genişleyen intrakraniyal hematoma sahip kötüleşen bir hastada intrakraniyal basıncı düşürecektir (12).

Mannitol

Mannitol, artmış intrakraniyal basıncı azaltmak için kullanılmaktadır. En yaygın %20'lik çözelti (100 ml çözelti başına 20 g mannitol) kullanılmaktadır. Mannitol, hipotansiyonu olan hastalara verilmemelidir çünkü mannitol, hipovolemisi olan hastalarda intrakraniyal basıncı düşürmez ve güçlü bir osmotik diüretiktir. Bu etki, hipotansiyonu ve serebral iskemiye daha da kötüleştirebilir. Akut nörolojik kötüleşme durumlarında; örneğin, gözlem altındaki bir hastada anizokori gelişirse, hemiparezi gelişirse veya bilincini kaybederse mannitol uygulanmalıdır. Fakat bu durum sadece övolemik bir hasta için geçerlidir. Bu durumda hastaya hızlı bir şekilde mannitol bolusu (1g/kg) verilmeli ve hastaya hemen kranial BT çekilmeli veya zaten altta yatan cerrahi bir lezyon önceden tespit edilmişse doğrudan ameliyathaneye götürülmelidir. Cerrahi imkanı mevcut değilse, hasta kesin tedavi için uygun kliniğe transfer edilmelidir (12).

Hipertonik Salin

Hipertonik salin, konsantrasyonları %3 ile %23.4 arasında değişen çözeltilerle artmış intrakraniyal basıncı azaltmak için kullanılmaktadır. Diüretik olarak etki göstermediğinden, hipotansiyonu olan hastalarda tercih edilebilmektedir. Ancak, mannitol ve hipertonik salin arasında intrakraniyal basıncı düşürmede bir fark yoktur ve her ikisi de hipovolemik hastalarda intrakraniyal basıncı yeterince düşürememektedir (12).

Barbitüratlar

Barbitüratlar, diğer tedavilere dirençli olan intrakraniyal basıncı azaltmada etkilidir, ancak hipotansiyon veya hipovolemi varlığında kullanılmamalıdır. Ayrıca, barbitüratlar genellikle hipotansiyona neden olur, bu nedenle akut resüsitasyon aşamasında kullanımları önerilmemektedir (12).

Antikonvülzanlar

Posttravmatik epilepsi, kafa travması nedeniyle hastaneye yatırılan hastaların yaklaşık %5'inde ve şiddetli kafa travması olan bireylerin %15'inde görülmektedir. Geç dönemde epilepsi insidansının yüksek olması ile ilişkilendirilen üç ana faktör, ilk hafta içinde nöbetlerin meydana gelmesi, intrakraniyal hematoma ve çökük kafatası kırığıdır. Akut nöbetler antikonvülzanlarla kontrol altına alınabilir, ancak erken antikonvülzan kullanımı uzun vadeli travmatik nöbet sonuçlarını değiştirmemektedir. Antikonvülzanlar beyin iyileşmesini engelleyebileceğinden, sadece kesinlikle gerekli olduğunda kullanılmalıdır (12).

Günümüzde, fenitoin ve fosfenitoin genellikle akut dönemde kullanılır. Yetişkinler için yükleme dozu, dakikada 50 mg'dan hızlı olmamak üzere intravenöz olarak verilen 1 g fenitoin'dir. Fenitoin'e ek olarak diazepam veya lorazepam sıklıkla nöbet durana kadar kullanılmaktadır. Devam eden nöbetlerin kontrolü genel anestezi gerektirebilir. Akut nöbetleri mümkün olan en kısa sürede kontrol altına almak gerekmektedir çünkü uzun süreli nöbetler (30 ila 60 dakika) sekonder beyin yaralanmasına neden olabilmektedir (12).

2.7.6. Kafa Travmalarında Cerrahi Tedavi

Cerrahi tedavi; skalp yaralanmaları, deplase kafatası kırıkları, intrakraniyal yer kaplayan lezyonlar ve penetran beyin yaralanmaları için gerekli olabilmektedir (12).

Skalp Yaralanmaları

Skalp yaralanmalarında dikiş atmadan önce yaranın iyice temizlenmesi ve incelenmesi önemlidir. Enfekte skalp yaralarının en yaygın nedeni, yetersiz temizlik ve debridmandır. Skalp yaralanmalarından kaynaklanan kan kaybı, özellikle çocuklar ve yaşlı yetişkinlerde fazla olabilmektedir. Skalp kanaması doğrudan baskı uygulayarak ve büyük damarlar koterize edilerek veya kanayan damar bağlanarak kontrol edilmelidir. Ardından uygun dikiş, klips veya zımba uygulanmalıdır. Kafatası kırığı veya yabancı madde varlığı için yara dikkatlice incelenmelidir. BOS sızıntısı, ilişkili bir dura yırtığı olduğunu gösterebilmektedir. Açık veya çökük kafatası kırığı olan tüm vakalar bir nöroşirurji doktoruna danışılmalıdır. Sıklıkla, subgaleal kan birikimi kafatası kırığı gibi hissedilebilir. Bu tür durumlarda, bir kırığın varlığı kranial BT taraması ile doğrulanabilir veya dışlanabilir (12).

Deplase Kafatası Kırıkları

Deplase kafatası kırığı olan hastalarda, kranial BT, çökme derecesini belirlemede ve özellikle intrakraniyal hematom veya kontüzyon varlığını dışlamada değerlidir. Genel olarak, çökme derecesi bitişik kafatası kalınlığından daha büyük olduğunda veya açık ve ciddi şekilde kontamine olduğunda çökük kafatası kırıkları cerrahi olarak kaldırılmayı gerektirmektedir. Daha az şiddette deplase kırıklar ise, saçlı deri kesilerinin uygun şekilde kapatılması ile yönetilebilmektedir (12).

İntrakranial Yer Kaplayan Lezyonlar

İntrakraniyal yer kaplayan lezyonlar bir nöroşirurji uzmanı tarafından yönetilmelidir. Eğer nöroşirurji uzmanı mevcut değilse, intrakraniyal kitle lezyonu olan hastayı erken dönemde nöroşirurji olanaklarına sahip bir hastaneye transfer etmek önemlidir (12).

Penetran Kafa Travmaları

Kraniyal BT taraması, penetran kafa travması olan hastaların değerlendirilmesi için güçlü bir şekilde önerilmektedir. Kafanın düz radyografileri, mermi yörüngesini ve parçalanmasını, büyük yabancı cisimlerin ve intrakraniyal hava varlığının değerlendirilmesinde yardımcı olabilmektedir. Ancak, BT mevcut olduğunda, düz radyografilere gerek yoktur. Kafa tabanı veya büyük dural venöz sinüs yakınından geçen yaralanmalar için BT ve/veya konvansiyonel anjiyografi önerilmektedir. Önemli subaraknoid kanama veya gecikmiş hematom durumlarında vasküler görüntüleme düşünülmelidir. Orbitofasiyal veya pterional bölgeleri içeren delici yaralanmaları olan hastalar, travmatik intrakraniyal anevrizma veya arteriovenöz fistül tespit etmek için anjiyografi yapılmalıdır; bu tür bir yaralanma tespit edildiğinde, cerrahi veya endovasküler yönetim önerilmektedir (12). Manyetik rezonans görüntüleme (MRI), delici ahşap ve diğer manyetik olmayan cisimlerin yaralanmalarını değerlendirmede rol oynayabilir.

BT'de büyük kontüzyonlar, hematomlar ve intraventriküler kanama varlığı, özellikle her iki hemisfer de etkilendiğinde, artan mortalite ile ilişkilidir. Penetran beyin yaralanması, açık kafatası kırığı ve BOS sızıntısı olan hastalar için profilaktik geniş spektrumlu antibiyotikler uygulanmalıdır (12).

İntrakraniyal bölmeye veya infratemporal fossaya giren ve kısmen dışarıda kalan cisimler (örneğin, oklar, bıçaklar, tornavidalar) olası vasküler yaralanma değerlendirilene ve kesin nöroşirurji yönetimi sağlanana kadar yerinde bırakılmalıdır. Delici cisimleri erken çıkarmak, ölümcül vasküler yaralanmalara veya intrakraniyal kanamaya yol açabilmektedir (12).

2.7.7. Beyin Ölümü

Beyin ölümü tanısı, beyin fonksiyonlarının geri dönme olasılığının olmadığını ifade etmektedir. Beyin ölümü tanısında şu kriterler kullanılmaktadır;

- Glasgow Koma Skalası Skoru:3
- Nonreaktif pupiller
- Beyin sapı reflekslerinin yokluğu (örn. okülosefalik, korneal ve doll's eye refleksi ile gag refleksi yokluğu)
- Apne testi sırasında spontan ventilatuar çabanın olmaması
- Alkol veya ilaç intoksikasyonu veya hipotermi gibi faktörlerin yokluğu
- Elektroensefalografide high gain aktivite olmaması
- Serebral anjiyografide serebral akım olmaması (12).

2.8. Çocuklarda Kafa Travmaları

Çocuklarda kafa travmaları, acil servislere başvuruların önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Amerika'da her yıl 18 yaş ve altında yaklaşık 600.000 hasta acil servislere başvurmakta, 60.000'den fazla hastaneye yatış yapılmakta ve yaklaşık 7.400 çocuk bu nedenle yaşamını yitirmektedir (50, 51). İngiltere'de yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, 2000 ve 2011 yılları arasında acil servislere başvuran kafa travmalı hasta sayısında %10 artış olduğu, ancak cerrahi girişim yapılan ve travmatik beyin hasarı (TBH) olan hasta sayısının sabit kaldığı bildirilmiştir (52). Ülkemizde de çocukluk yaş grubunda, kafa travması nedeniyle acil servislere başvuran hasta sayısının yüksek olduğu ve bunun ciddi mortalite ve morbiditeye neden olduğu düşünülmektedir.

Acil hekimlerinin, ciddi kafa travması olan çocukları erken tanınması ve doğru yönetmesi, morbidite ve mortalitenin azaltılması açısından büyük önem taşır. Acil servise başvuran hastaların çoğunluğunu belirgin klinik semptom ve bulguya neden

olmayan minör kafa travmaları (MKT) oluşturmaktadır. Buna karşın, MKT'si olan çok sayıda hastanın küçük bir kısmında cerrahi girişim gerektiren intrakraniyal patoloji bulunmaktadır. Bu nedenle, acil serviste çalışan hekimler için kafa travmasına yaklaşım oldukça karmaşık ve zaman zaman zorlayıcı olabilmektedir (53).

Günümüzde acil servise başvuran çok sayıda hasta arasından klinik olarak ciddi TBH olan çocukların, özellikle cerrahi gereksinimi olan çocukların hızlı bir şekilde tespit edilmesi için beyin BT esas görüntüleme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Ancak, son yıllarda beyin BT görüntülemesi yapılan hasta sayısında belirgin bir artış olduğu dikkat çekmektedir. Beyin BT'de tespit edilen birçok anormal bulgunun acil cerrahi müdahale gerektiren bir durum olmadığı görülmesine rağmen, BT kullanım sıklığındaki artış devam etmektedir. Bununla birlikte, BT'nin iyonize radyasyon nedeniyle kanser riskini artırdığı bilindiğinden, özellikle çocuklarda dikkatli kullanılması gerekmektedir. Çocuklarda BT'den kaynaklanan ölümcül kanser gelişme riski yaşla birlikte azalsa da sıklığı 1:1000 ile 1:5000 arasında değişmektedir (54, 55). Bu nedenle, BT kullanım sıklığını azaltmak ve TBH'yı en doğru ve kesin biçimde tespit etmek amacıyla rehberler geliştirilmektedir. Bu rehberler arasında, çok sayıda hastanın katılımıyla gerçekleştirilen ve üzerinde yoğun şekilde çalışılan PECARN kafa travması rehberi bulunmaktadır (56).

2.9. Kanada Beyin Tomografisi Kuralları

Kanada'da on merkezi içine alan ileriye dönük bir kohort çalışması yürütülerek hafif kafa travması geçirdikten sonra acil servise başvuran yetişkin hastalar kaydedilmiştir. Hastaları değerlendiren doktorlar tarafından belirlenen başlangıç acil servis GKS skoru 13 veya daha yüksek ve son 24 saat içerisinde kafa travması olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir (57).

Bu çalışma sonucunda minör kafa travması ile acil servise başvuran erişkin hastalarda aşağıdaki kriterler ile kranial BT çekim kararı verilmesi önerilmiştir (Tablo 11)(57).

Tablo 11. Kanada beyin BT kuralları (57)

Yüksek risk
Yaralanmadan 2 saat sonra GKS<15 olması
Şüpheli açık veya çökük kafatası kırığı
Bazal kafatası kırığının herhangi bir belirtisi (hemotimpanium, rakun eyes, otore/rinore, Battle sign)
2 veya daha fazla kusma
Yaş>65 olması
Orta risk
Travma öncesi >30 dakika amnezi olması
Tehlikeli travma mekanizması (Motorlu taşıt tarafından çarpılan yaya, motorlu araçtan fırlamış yolcu, >3 feet yüksekten veya beş basamaktan düşme)

Bu kurallar ışığında yapılan çalışmada Kanada Beyin BT kurallarının minör kafa travmalı hastalarda beyin BT çekimi kararı verilmesinde sensitivitesi 98.4-100% olarak bulunmuştur (57).

İleri Travma Yaşam Desteği (ATLS) Kılavuzunun 10. Baskısında yapılan güncelleme ile antikoagülasyon öyküsü veya antikoagülan kullanımı da yukarıda verilen yüksek riskli grubun içine dahil edilerek bu grup içerisine giren hastalara da kranial BT çekilmesi gerektiği önerilmiştir (12).

Tehlikeli travma mekanizmaları genellikle ortak özellikler taşımakla birlikte farklı kılavuzlarda farklı şekillerde belirtilmektedir. ATLS 10’da belirtildiği kriterlerle birlikte tehlikeli travma mekanizmaları Tablo 12’de verilmiştir (12).

Tablo 12. Tehlikeli travma mekanizmaları kriterleri(12)

Düşme
- Çocuk > 3 metre (2-3 x çocuk boyu) - Yetişkin > 6 metre
Yüksek riskli motorlu taşıt kazası
- Ölümlü kaza - Araçtan fırlama - Yüksek riskli yaralanmayla uyumlu araç telemetri verileri - Herhangi bir kısmın > 45 cm içeri girmesi - Tavan içinde yolcu kısmının > 30 cm içeri girmesi
Otomobile bisikletli/yaya çarpışması sonucunda; fırlama, üstünden geçme ya da çarpma (>32km/h)
Motosiklet kazası > 32 km/h

Multitravma ise en az iki büyük organ sisteminin etkilendiği ciddi travmalar olarak ifade edilmektedir. Bir travmanın multitravma sayılabilmesi için baş-boyun, göğüs, karın ve ekstremiteler şeklinde kabaca 4 majör bölüme ayrılan insan vücudunun en az 2 bölgesini içermesi veya bir major iki minör sistem (ekstremiteler kırıkları gibi) yaralanmasını içermesi gerekmektedir (12).

2.10. PECARN Kuralları

Kupperman ve arkadaşlarının 25 acil serviste eş zamanlı yaptığı çalışmada hafif kafa travması geçiren pediatrik hastalar kaydedilmiştir. Kafa travmasından sonraki 24 saat içinde başvuran çocuklar çalışmaya alınmıştır. Ancak, yer seviyesinden düşme veya sabit nesnelere çarpma gibi önemsiz yaralanma mekanizmaları olan ve saçlı deride sıyrıklar ve kesikler dışında kafa travması belirtisi veya semptomu olmayan çocuklar hariç tutulmuştur. Ayrıca, delici travma, bilinen beyin tümörleri, değerlendirmeyi zorlaştıran mevcut nörolojik bozukluklar veya transfer öncesi başka bir hastanede nöro görüntüleme yapılmış hastalar da çalışmaya dahil edilmemiştir (55).

Bu çalışma sonucunda minör kafa travması ile acil servise başvuran pediatrik hastalar 2 yaş altı ve 2 yaş üstü olmak üzere iki gruba ayrılarak aşağıdaki kriterler ile kranial BT çekim kararı verilmesi önerilmiştir (55)(Tablo 13, Tablo 14).

Tablo 13. 2 yaş altı hastalarda PECARN BT kuralları (55)

Yüksek Risk
GKS<14 veya mental durum değişikliği
Palpabl veya şüpheli kafatası fraktürü
Orta Risk
Nonfrontal hematoma
Geçici bilinç kaybı >5sn
şiddetli yaralanma mekanizması
Ailesine göre normal olmayan hareketler

Tablo 14. 2 yaş üstü hastalarda PECARN BT kuralları (55)

Yüksek Risk
GKS<14 veya mental durum değişikliği
Palpabl veya şüpheli kafatası fraktürü
Orta Risk
Kusma
şiddetli yaralanma mekanizması
Geçici bilinç kaybı >5sn
şiddetli baş ağrısı

Bu kurallar ışığında yapılan çalışmada PECARN Beyin BT kurallarının minör kafa travmalı hastalarda beyin BT çekimi kararı verilmesinde sensitivitesi 96.7-98.6% olarak bulunmuştur (55).

2.11. Yapay Zeka

Yapay Zeka (YZ) kavramı, ilk kez John McCarthy tarafından 1956 yılında, bilgisayarda akıllı programlar oluşturma bilimi ve mühendisliği olarak tanımlandı (58). Yapay Zeka, günümüzde mühendislikte zor problemlere yeni çözümler ve kavramlar bulmak için kullanılmaktadır. Yapay Zeka, geçmişte biriken bilgilerden öğrenerek ve bu bilgiler ışığında verilen görevi yorumlayarak sonuç çıkarabilen, insana özgü özelliklere sahip bilgisayar sistemleridir (59). Yapay zeka için teorik

altyapı, 20. yüzyılın başlarından itibaren oluşmuştur. Ancak hayata geçirilmesi, bilgisayar teknolojisinin gelişim gösterdiği 21. yüzyılda mümkün hale gelmiştir.

Yapay zekada, Derin Öğrenme (DL), Makine Öğrenme (ML), Konvolüsyonel Sinir Ağı (CNN) ve yapay sinir ağı gibi terminolojilerin kullanımı ile yapay zekanın fonksiyonları günümüzde giderek artmaktadır (60).

Yapay zekanın temellerinde, makine öğrenmesi (machine learning) ve derin öğrenme (deep learning) olmak üzere iki temel terim yer almaktadır. Makine öğrenmesi, elde edilen geniş veri setlerinden çeşitli istatistiksel yöntemler kullanarak insan yardımıyla veya insan yardımı olmadan öğrenme işlemini gerçekleştiren ve çıkarımlarda bulunan, deneyimle öğrenme fonksiyonu olan yapay zekanın bir alt dalıdır. Görevini daha doğru bir şekilde yerine getirebilmek için daha fazla veri seti kullandıkça öğrenir ve kendini yeniden programlar. Derin öğrenme ise, giderek artan doğrulukta sonuçlar vermek için insan müdahalesi olmadan kendi kendini eğiten bir makine öğrenmesi alt grubudur. Derin öğrenmede insan müdahalesi yerine, yapay sinir ağları adı verilen beyindeki nöral devreleri taklit eden karmaşık bir yöntem kullanılmaktadır (61). Yapay zeka günümüzde mühendislik, bilişim, sanayi, makine endüstrisi ve sağlık gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Tıp alanında ise son 20 yılda yapay zekaya olan ilgi artış göstermiştir.

2.11.1. Yapay Zekanın Sağlık Alanında Kullanımı

Tıp alanında YZ'nin kullanım amacı, hastalara doğru tanı koymak ve tedavi ile takip süreçlerinde yardımcı olmaktır (62). 1980-90 yıllarında yapay sinir ağları, hibrit akıllı sistemler ve Bayes ağları gibi YZ sistemleri tıpta kullanıma girmiştir (63). 2016 yılı itibariyle, YZ'nin en çok sağlık sektöründe kullanıldığı görülmüştür (64).

Sağlık sektöründe, YZ'nin kullanımı fiziksel ve sanal olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır (63). Sağlık kayıt sistemlerinde ve tedavi için karar vermede sinir ağı tabanlı uygulamalar sanal kullanımı oluşturur. Engelli hastalar için kullanılan bazı akıllı protezler ve cerrahi operasyonda kullanılan robotlar ise fiziksel alanı temsil eder (62).

Yapay zeka, veri tabanı ve akış şemasını kullanarak hastalık tanısı koymayı öğrenir. Akış şemasının temelini, hastalardan alınan anamnez oluşturur. Ancak bu yaklaşımı kullanmak çok güvenilir değildir; bu nedenle kullanımı sınırlıdır. Bunun

nedeni, makinelerin bir hasta karşısında doktorun izleyebileceği ipuçlarını öğrenme yeteneğine sahip olmamasıdır (62).

YZ sistemi, çok kısa bir süre içinde çok sayıda vakayı değerlendirir ve her vakadan farklı şeyler öğrenerek yeteneklerini geliştirir. Bir doktorun hayatı boyunca görebileceği vaka sayısı sınırlıdır, ancak YZ böyle bir kısıtlama yaşamamaktadır.

Andre Esteva ve ekibinin yaptığı çalışmada, YZ sisteminin dermatoloji uzmanlarından daha doğru bir şekilde cilt lezyonlarını teşhis edebildiği gösterilmiştir (65). Lakhani ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada radyologların akciğer grafisinde akciğer tüberkülozu tanısı koymada zorlandığı durumlarda yapay zekanın %97 hassasiyetle doğru teşhisi saptadığı görülmüştür (66). Sinan Paslı ve arkadaşlarının 758 hastayı dahil ettiği triaj kararı çalışmasında GPT-4 altın standart triaj kuralları ile istatistiksel olarak anlamlı şekilde benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (67). Georges Gebrael ve arkadaşlarının 56 hasta ile yaptıkları çalışmada ChatGPT metastatik prostat kanseri olan hastaların acil servis triajında %95.7 duyarlılık gösterdiği görülmüştür (68). Belirtilen çalışmalar gibi birçok çalışma yapay zekanın sağlık alanında giderek artan kullanımını ve tanı tedavi süreçlerindeki başarısını göstermektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi, Yeri, Zamanı ve İzni

Bu araştırma ileriye dönük ve gözlemsel bir çalışmadır. Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Farabi Hastanesi Acil Tıp Anabilim Dalı'nda 1 Nisan 2024 ile 1 Ağustos 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. 2024/59 protokol numarası ile 28.03.2024 tarihinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındıktan sonra, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Farabi Hastanesi Acil Tıp Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür.

3.2. Araştırmanın Evreni

Araştırma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Farabi Hastanesi acil servisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın evrenini acil servis travma alanına başvuran tüm hastalar oluşturmuştur.

KTÜ Farabi Hastanesi Acil Servisi her gün 350-400 civarı hastanın başvurduğu bir klinikdir. Yapısı gereği 4 ayrı alandan oluşmaktadır. Bunlar, yeşil, sarı, travma ve monitör alanlarıdır. Travma alanı; kardiyak veya solunum arresti ile gelen hastaların ilk değerlendirmesinin yapıldığı resüsitasyon odası, jinekolojik ve obstetrik değerlendirme gerektiren hastaların alındığı jinekoloji odası, göz ve kulak burun boğaz değerlendirmesini gerektiren travmalı hastaların alındığı Göz/Kulak Burun Boğaz odası, psikiyatrik tanıları olan hastaların değerlendirildiği psikiyatri odası, hafif travmaları olan, pansuman, kesi sütürasyonu, atel, aşı gibi uygulamaların yapıldığı küçük cerrahi odası, hastane öncesi sağlık hizmetleri ile getirilen multitravma, araç içi/araç dışı trafik kazası, yanık, ciddi ekstremiteler yaralanmaları gibi takip gerektiren hastaların değerlendirildiği ve hastaların takiplerinin yapıldığı takip odalarından oluşmaktadır. Travma alanında görevli hekimler asistanlık döneminin ikinci yılını doldurmuş olan ve acil tıp araştırma görevlisi olarak görev yapan hekimlerdir. Bu hekimler travma hastalarının değerlendirilmesi konusunda yeterli klinik tecrübeye sahip olup ATLS 10. Edisyonunu da kapsayan klinik içi eğitimlerden geçmiş olup bu kılavuz konularını kapsayan teorik ve sözlü sınavda başarılı olmuş hekimlerdir.

Travma alanında görevli hekimler triaj alanından bu alana yönlendirilen hastaları ATLS'te önerilen algoritmalar doğrultusunda değerlendirerek hastaların

gerekli tetkik ve tedavilerini planlarlar. Hastaların takip ve tedavisinde gerekli tüm tetkikler ve tedavi protokolleri bir kıdemli araştırma görevlisi ve bir acil tıp uzmanı gözetiminde bu hekimler tarafından gerçekleştirilir.

3.3. Örneklem Seçimi

Çalışmada travma alanına başvuran tüm hastalar değerlendirilmiş ve kafa travması olan hastalar seçilmiştir. Kafa travması olduğu belirlenen hastalar belirtilen kriterlere göre değerlendirilerek hafif kafa travması olanlar çalışma grubunu oluşturmuştur.

3.3.1. Çalışma için belirlenen dışlama kriterleri

Gebe hastalar, çalışmaya katılmayı reddeden ya da onam alınamayan hastalar çalışma dışında bırakılmıştır.

3.3.2. Örneklem büyüklüğünün hesaplanması

Örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla G*Power 3.1 yazılımı kullanılmıştır. Analizde etki büyüklüğü (effect size) 0.2 olarak belirlenmiştir, bu da gruplar arasında küçük bir farkı tespit etmeyi hedeflediğimizi ifade etmektedir. Tip I hata oranı (α err prob) 0.05, istatistiksel gücü ($1-\beta$ err prob) ise 0.90 olarak alınmıştır. İki kategorili bir karşılaştırmaya dayanan analiz için serbestlik derecesi (df) 1 olarak belirlenmiştir. Bu parametrelerle yapılan hesaplama sonucunda, çalışmamız için gerekli minimum örneklem büyüklüğü 325 olarak bulunmuştur.

3.4. Verilerin Niteliği ve Toplanması

Bu çalışmada 3. basamak bir sağlık kuruluşunun acil servisi travma alanına başvuran tüm hastalar değerlendirilmiştir. Kafa travması şikâyeti ile başvuran kadın ve erkek, GKS 13 ve üzeri olan hastalar hafif kafa travması olarak kabul edildikten sonra hasta ve/veya yakınından onam alınarak çalışmamıza dahil edilmiştir.

Hastalar; erişkin hastalar ve pediatrik hastalar olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Pediatrik hastalar da kendi içinde 2 yaş altı pediatrik hastalar ve 2 yaş üzeri pediatrik hastalar olmak üzere kategorize edilerek uygun veri toplama formları oluşturulmuştur.

Oluşturulan veri toplama formunda hasta grupları için yaş, cinsiyet, travma mekanizması, tehlikeli travma mekanizması varlığı, multitravma varlığı, diğer vücut bölgesi yaralanması varlığı, diğer bölge yaralanma bulgu varlığı, yaralanan kafa bölgesi, kafa travması muayene bulguları, hekim kranial BT çekim kararı ve gerekçesi, ChatGPT-4 kranial BT çekim kararı, Kanada BT kurallarına ve PECARN BT kurallarına uygun BT çekim kararı, kranial BT çekilen hastalarda kranial BT bulgularının varlığı ve varsa bulguları kaydedildi. Ayrıca erişkin hasta veri toplama formunda ek olarak antikoagülan kullanımı veya koagülasyon bozukluğu varlığı kaydedildi. Ayrıca hekimlerden erişkin hastalar için Kanada BT kurallarına göre çekim endikasyonu olup olmadığı ve pediatrik hastalar için PECARN BT kurallarına göre çekim endikasyonları olup olmadığını değerlendirmeleri de istendi ve yanıtları kaydedildi.

Acil servis travma alanına başvuran tüm hastalar değerlendirilerek hafif kafa travması olan ve dışlama kriterlerinden herhangi biri bulunmayan hastalar çalışmaya dahil edildi. Acil servise başvuran ve çalışmaya dahil edilecek olan hastalar bu alanda görevli hekim tarafından değerlendirildikten ve gerekli veriler kayıt altına alındıktan sonra BT çekim kararı verildi. ChatGPT 4.0 tarafından BT çekim kararının değerlendirilebilmesi için daha önceden gerekli verilerin hangi sıra ile ChatGPT 4.0'a girileceği ve ChatGPT 4.0'dan istenen yanıtın niteliği tanımlıydı. Buna göre erişkin hastaların ve pediatrik hastaların değerlendirilmesinde kullanılacak veri formatları farklı ChatGPT 4.0 sohbetleri üzerinden tanımlandı (Figür 1, Figür 2). Verilerin formatı Kanada BT kuralları için *“Yaş - Cinsiyet - Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru - Antikoagülan kullanımı veya koagülopati durumu - Travma sonrası nöbet olup olmadığı - Bilinç kaybı varlığı - Bilinç kaybı süresi - Yaralanmadan 2 Saat Sonra Gks Puanının 15'ten Düşmesi - Kusma varlığı - Kusma sayısı - Tehlikeli travma mekanizması varlığı - Amnezi varlığı - Amnezi süresi - Kafatası kırığı şüphesi veya belirtileri - Bazal kafatası kırığı bulguları varlığı”*, PECARN BT kuralları içinse *“Yaş - Cinsiyet - Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru - Bilinç değişikliği bulguları varlığı - Kusma varlığı - Bilinç kaybı varlığı - Bilinç kaybı süresi - Şiddetli baş ağrısı varlığı - Non-frontal scalp hematomu varlığı - Palpe edilebilen ya da şüpheli kafatası kırığı varlığı - Baziler kafatası kırığı belirtileri varlığı - Şiddetli travma mekanizması varlığı - Ailenin çocuğun davranışlarını "normal dışı" olarak tanımlayıp tanımlamadığı - Önceden bilinen nörolojik bir hastalık veya cerrahi öyküsü - Gözlemde*

semptomlarının kötüleşmesi varlığı - Ailenin tomografi isteği” şeklindeydi. Hastanın hekim tarafından değerlendirilmesi ile eş zamanlı olarak hastaların verileri tanımlanan formatta ChatGPT’ye girildi ve BT çekim kararı vermesi istendi (Figür 3, Figür 4). Eş zamanlı olarak bir acil tıp uzmanı hastanın mevcut verilerini değerlendirerek erişkin hastalarda Kanada BT kurallarına pediatrik hastalarda da PECARN BT kurallarına göre BT çekim ihtiyacı olup olmadığını kayıt altına aldı. Kanada BT kurallarına göre ve PECARN BT kurallarına göre belirlenen BT çekim kararı hastayı değerlendiren hekimlerle paylaşılmadı ve hekimlerin hasta yönetimine herhangi bir müdahalede bulunulmadı. Ayrıca BT çekim kurallarına göre değerlendirme yapan acil tıp uzmanının hekim BT çekim kararı ve ChatGPT 4.0 BT çekim kararından haberi olmadı ve değerlendiriciler arasında körlük sağlandı.

ChatGPT 4 ▾

Yaş - Cinsiyet - Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru - Antikoagülan kullanımı veya koagülopati durumu - Travma sonrası nöbet olup olmadığı - Bilinç kaybı varlığı - Bilinç kaybı süresi - Yaralanmadan 2 Saat Sonra Gks Puanının 15'ten Düşmesi - Kusma varlığı - Kusma sayısı - Tehlikeli travma mekanizması varlığı - Amnezi varlığı - Amnezi süresi - Kafatası kırığı şüphesi veya belirtileri - Bazal kafatası kırığı bulguları varlığı



Bu formatı anladım. Değerlendireceğim veriler şunlardır: Yaş, Cinsiyet, Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru, Antikoagülan kullanımı veya koagülopati durumu, Travma sonrası nöbet olup olmadığı, Bilinç kaybı varlığı, Bilinç kaybı süresi, Yaralanmadan 2 Saat Sonra GKS Puanının 15'ten Düşmesi, Kusma varlığı, Kusma sayısı, Tehlikeli travma mekanizması varlığı, Amnezi varlığı, Amnezi süresi, Kafatası kırığı şüphesi veya belirtileri, Bazal kafatası kırığı bulguları varlığı. Bu verilere dayanarak Kanada BT kurallarına göre hastaya BT çekilmesine gerek olup olmadığını belirtebilirim ve değerlendirmeye hazırım.

🗨️ 📄 📌 🔄 ▾

Figür 1. Kanada BT çekim kuralı değerlendirilmesi için ChatGPT-4 ile paylaşılan verilerin sırası

Yaş - Cinsiyet - Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru - Bilinç değişikliği bulguları varlığı - Kusma varlığı - Bilinç kaybı varlığı - Bilinç kaybı süresi - Şiddetli baş ağrısı varlığı - Non-frontal scalp hematomu varlığı - Palpe edilebilen ya da şüpheli kafatası kırığı varlığı - Baziler kafatası kırığı belirtileri varlığı - Şiddetli travma mekanizması varlığı - Ailenin çocuğun davranışlarını "normal dışı" olarak tanımlayıp tanımlamadığı - Önceden bilinen nörolojik bir hastalık veya cerrahi öyküsü - Gözlemlen semptomlarının kötüleşmesi varlığı - Ailenin tomografi isteği



Evet, bu veri sırasını kullanarak şu bilgileri değerlendireceğim:

Yaş, Cinsiyet, Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru, Bilinç değişikliği bulguları varlığı, Kusma varlığı, Bilinç kaybı varlığı, Bilinç kaybı süresi, Şiddetli baş ağrısı varlığı, Non-frontal scalp hematomu varlığı, Palpe edilebilen ya da şüpheli kafatası kırığı varlığı, Baziler kafatası kırığı belirtileri varlığı, Şiddetli travma mekanizması varlığı, Ailenin çocuğun davranışlarını "normal dışı" olarak tanımlayıp tanımlamadığı, Önceden bilinen nörolojik bir hastalık veya cerrahi öyküsü, Gözlemlen semptomlarının kötüleşmesi varlığı, Ailenin tomografi isteği.

Bu verilere göre PECARN BT kurallarını uygulayarak hastanın BT ihtiyacı olup olmadığını net şekilde belirtebilirim. Hazır olduğunuzda verilerinizi iletebilirsiniz.

🔊 📄 🍌 🗑️ ↻

Figür 2. PECARN BT çekim kuralı değerlendirilmesi için ChatGPT-4 ile paylaşılan verilerin sırası

28-erkek-14-yok-yok-yok-0-yok-yok-0-var-yok-0-yok-yok



Hasta 28 yaşında, erkek, Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru 14, antikoagülan kullanımı yok, travma sonrası nöbet yok, bilinç kaybı yok, bilinç kaybı süresi 0, yaralanmadan 2 saat sonra GCS'nin 15'ten düşmesi yok, kusma yok, kusma sayısı 0, tehlikeli travma mekanizması var, amnezi yok, amnezi süresi 0, kafatası kırığı şüphesi veya belirtileri yok, bazal kafatası kırığı bulguları yok.

Bu hastada GCS skoru 14 ve tehlikeli bir travma mekanizması (örneğin motorlu aracın yayaya çarpması gibi durumlar) var olduğu için yüksek risk kriterleri mevcuttur. Kanada BT Kuralları'na göre bu durum hastaya beyin tomografisi çekilmesi gerektiğini gösterir.

72-kadın-14-yok-yok-yok-0-yok-var-2-yok-yok-0-yok-yok



Hasta 72 yaşında, kadın, Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru 14, antikoagülan kullanımı yok, travma sonrası nöbet yok, bilinç kaybı yok, bilinç kaybı süresi 0, yaralanmadan 2 saat sonra GCS'nin 15'ten düşmesi yok, kusma var, kusma sayısı 2, tehlikeli travma mekanizması yok, amnezi yok, amnezi süresi 0, kafatası kırığı şüphesi veya belirtileri yok, bazal kafatası kırığı bulguları yok.

Bu hastada GCS skoru 14 ve kusma sayısı 2 olduğu için yüksek risk kriterleri mevcuttur. Ayrıca, 65 yaş ve üzeri olması da yüksek risk kategorisine girer. Dolayısıyla, Kanada BT Kuralları'na göre hastaya beyin tomografisi çekilmesi gereklidir.

🔊 📄 🍌 🗑️ ↻

Figür 3. Kanada BT çekim kuralına göre ChatGPT-4 örnek değerlendirme sonucu

2-erkek-15-yok-var-yok-0-yok-yok-yok-yok-yok-yok-yok-yok-yok



Hasta Verileri: Yaş: 2 (2 yaş üstü grubu), Cinsiyet: Erkek, Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru: 15, Bilinç değişikliği bulguları varlığı: Yok, Kusma varlığı: Var, Bilinç kaybı varlığı: Yok, Bilinç kaybı süresi: 0 dakika, Şiddetli baş ağrısı varlığı: Yok, Non-frontal scalp hematomu varlığı: Yok, Palpe edilebilen ya da şüpheli kafatası kırığı varlığı: Yok, Baziler kafatası kırığı belirtileri varlığı: Yok, Şiddetli travma mekanizması varlığı: Yok, Ailenin çocuğun davranışlarını "normal dışı" olarak tanımlayıp tanımlamadığı: Yok, Önceden bilinen nörolojik bir hastalık veya cerrahi öyküsü: Yok, Gözlemde semptomlarının kötüleşmesi varlığı: Yok, Ailenin tomografi isteği: Yok.

Sonuç: Bu hastada PECARN kriterlerine göre yüksek risk faktörleri yoktur. Tek semptom kusma olduğu için ve diğer yüksek risk faktörleri (bilinç değişikliği, kafatası kırığı, şiddetli travma gibi) olmadığından, **BT çekimine gerek yoktur.** Hastanın gözlem altında tutulması önerilir.

18 ay-erkek-15-yok-var-yok-0-yok-yok-yok-yok-yok-yok-yok-yok-yok



Hasta Verileri: Yaş: 18 ay (0–2 yaş grubu), Cinsiyet: Erkek, Glasgow Koma Skalası (GCS) skoru: 15, Bilinç değişikliği bulguları varlığı: Yok, Kusma varlığı: Var, Bilinç kaybı varlığı: Yok, Bilinç kaybı süresi: 0 dakika, Şiddetli baş ağrısı varlığı: Yok, Non-frontal scalp hematomu varlığı: Yok, Palpe edilebilen ya da şüpheli kafatası kırığı varlığı: Yok, Baziler kafatası kırığı belirtileri varlığı: Yok, Şiddetli travma mekanizması varlığı: Yok, Ailenin çocuğun davranışlarını "normal dışı" olarak tanımlayıp tanımlamadığı: Yok, Önceden bilinen nörolojik bir hastalık veya cerrahi öyküsü: Yok, Gözlemde semptomlarının kötüleşmesi varlığı: Yok, Ailenin tomografi isteği: Yok.

Sonuç: Bu hastada PECARN kriterlerine göre yüksek risk faktörleri yoktur. Mevcut tek semptom kusma olduğu için ve diğer yüksek risk faktörleri (bilinç değişikliği, kafatası kırığı, şiddetli travma gibi) olmadığından, **BT çekimine gerek yoktur.** Hastanın gözlem altında tutulması önerilir.



Figür 4. PECARN BT çekim kuralına göre ChatGPT-4 örnek değerlendirme sonucu

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Hekimler, ChatGPT-4 ve BT çekim kurallarına göre verilen kranial BT çekim kararları kaydedildi. Tüm hasta grupları için hekimlerin ve ChatGPT-4'ün BT çekim kurallarını doğru değerlendirebilme başarısı; hekimlerin verdiği BT çekim kararları ve ChatGPT-4'ün verdiği BT çekim kararlarının BT çekim kuralları ile uyumu değerlendirildi. Hekimlerin ve ChatGPT-4'ün BT çekilen hastalarda kranial BT'de intrakraniyal patoloji tespitinde sensitivitesi, spesifitesi, pozitif prediktif değeri, negatif prediktif değerleri tüm hasta grupları için hesaplandı.

3.6. İstatistiksel Analiz

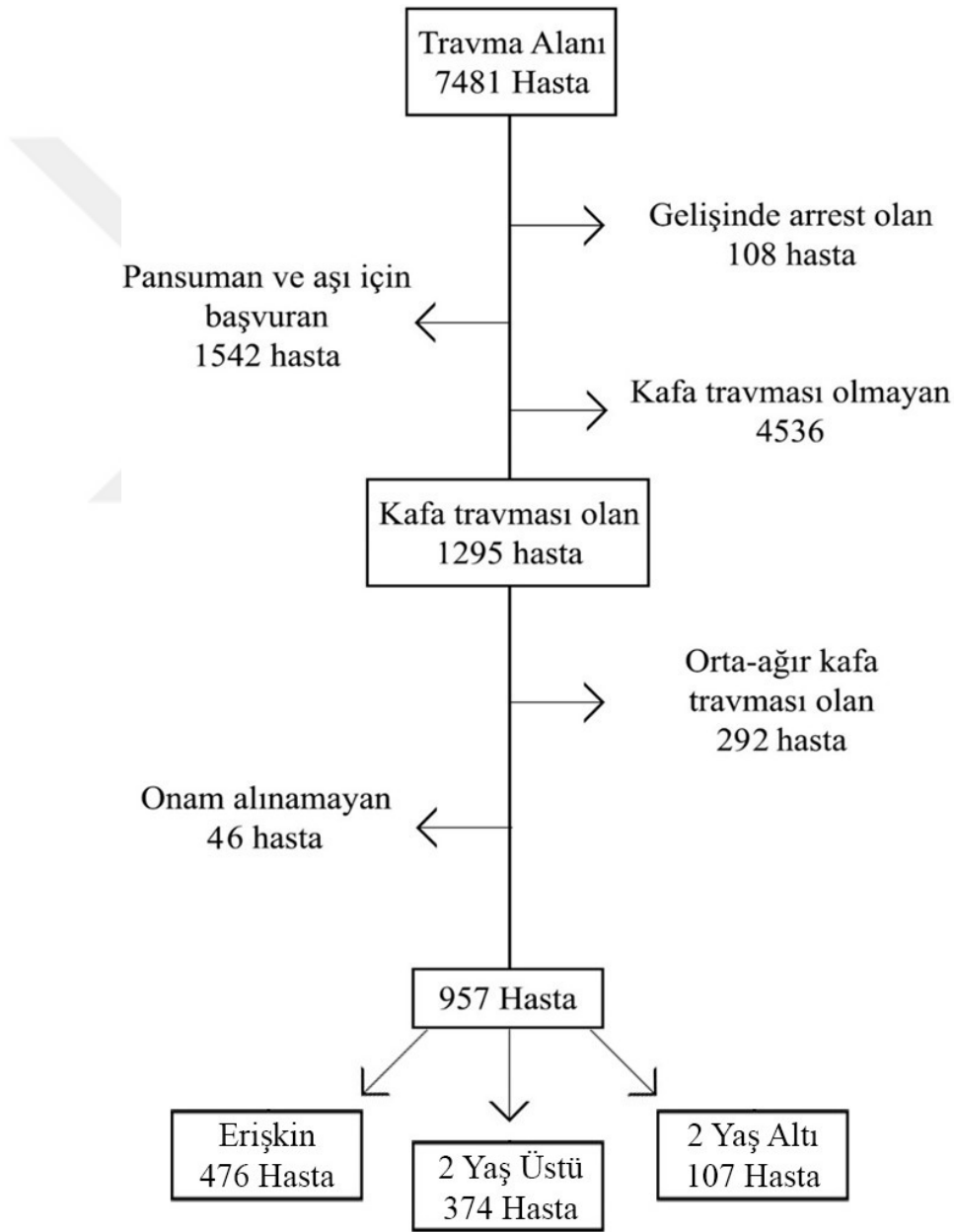
Toplanan veriler IBM SPSS paket programı (versiyon 26) kullanılarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler normal dağılan sayısal verilerde ortalama ve standart sapma, normal dağılmayanlarda ortanca (minimum-maksimum) şeklinde, nominal veriler de sayı (n) ve yüzde (%) şeklinde sunulmuştur.

Kategorik verilerin karşılaştırılmasında ki-kare testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerden ChatGPT-4 ve hekimlerin kranial BT kararları ve doğruluk oranları ile güvenilirlikleri Cohen's Kappa testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmadaki istatistiksel analizlerde $p<0.05$ 'in altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Çalışmada ikili uyumlar Cohen's Kappa ile incelenmiştir. Cohen's Kappa, iki değerlendirici arasında kategorik uyumu ölçmek için kullanılan istatistiksel bir katsayıdır. Rastgele uyumun olasılığını göz önünde bulundurur ve değerlendiriciler arasındaki uyumun güvenilir bir ölçüsünü sağlamaktadır.

4. BULGULAR

Araştırmamızda 1 Nisan 2024 ve 1 Ağustos 2024 tarihleri arasında travma alanına başvuran 7481 hasta değerlendirilmiştir. Gelişinde arrest olan 108 , pansuman ve aşı için başvuran 1542, kafa travması olmayan 4536, orta-ağır kafa travması olan 292, onam alınamayan 46 hasta analiz dışında tutulmuştur. Toplam 957 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen ve hariç tutulan hastalara ait bilgiler Figür 5'te ayrıntılarıyla gösterilmiştir.



Figür 5. Çalışmaya dahil edilen ve hariç tutulan hastaların akış şeması

Çalışmaya dahil edilen hastalar üç farklı yaş grubunda olduğu için bulgular erişkin hastalar, 2 yaş üstü pediatrik hastalar ve 2 yaş altı pediatrik hastalar olmak üzere üç farklı başlık altında değerlendirilmiştir.

4.1 Erişkin Hastalar

Erişkin hasta grubunda toplam 476 hasta bulunmaktadır. Erişkin hastaların yaşları 18 ile 107 arasında değişmekte olup, ortalama yaş $42,85 \pm 20,64$ yıl olarak hesaplanmıştır.

Hastaların cinsiyet dağılımı incelendiğinde hastaların %38,2'si kadın, %61,8'i erkek olarak belirtilmiştir.

Hastaların travma öyküleri incelendiğinde, 120 hastada (%25,2) tehlikeli travma mekanizması, 55 hastada (%11,6) antikoagülan kullanımı, 43 hastada (%9,0) bilinç kaybı, 5 hastada (%1,1) kusma, 1 hastada (%0,2) retrograd amnezi saptanmıştır.

Hastaların travma türlerinin dağılımları incelendiğinde; 236 hastada (%49,6) kendi seviyesinden düşme, 80 hastada (%16,8) cisim çarpması/çarpmışma, 48 hastada (%10,1) yüksekten düşme, 48 hastada (%10,1) darp, 45 hastada (%9,5) araç içi trafik kazası (AİTK), 13 hastada (%2,7) motosiklet kazası, 4 hastada (%0,8) araç dışı trafik kazası (ADTK), 2 hastada (%0,4) bisikletten düşme sonucu kafa travması olduğu saptanmıştır.

Hastaların yaralanma bölgelerinin dağılımı incelendiğinde; 225 hastada (%47,3) frontal bölge yaralanması, 69 hastada (%14,5) parietal bölge yaralanması, 65 hastada (%13,7) yüz bölgesi yaralanması, 49 hastada (%10,3) burun yaralanması, 43 hastada (%9,0) oksipital bölge yaralanması, 19 hastada (%4,0) çene yaralanması, 13 hastada (%2,7) temporal bölge yaralanması tespit edilmiştir. Ayrıca 62 hastada (%13,0) multitravma ve 109 hastada da (%22,9) eşlik eden ekstremiteler yaralanması olduğu saptanmıştır.

Erişkin hastaların travma bulgularının dağılımı incelendiğinde 26 hastada (%5,5) travmaya ait herhangi bir fizik muayene bulgusu tespit edilmemiştir. Baş muayenesinde kafa travmasına bağlı fizik muayene bulgusu tespit edilen hastalardan 150'sinde (%31,5) ekimoz, 129'unda (%27,1) abrazyon, 109'unda (%22,9) kafa bölgesinde şişlik, 63'ünde (%13,2) laserasyon izlenmişken, hastaların 107'sinde de

(%22,5) eşlik eden ekstremitte yaralanmalarına ait fizik muayene bulguları saptanmıştır.

Erişkin hastalarda bahsedilen demografik verilere ait bilgiler Tablo 15'te detaylıca sunulmuştur.

Tablo 15. Erişkin hastaların demografik verileri

	n	Ort ± SS
Yaş	476	42,85 ± 20,64
	n	%
Cinsiyet		
Erkek	294	61,8
Kadın	182	38,2
Öykü		
Tehlikeli travma mekanizması	120	25,2
Antikoagülan kullanımı	55	11,6
Bilinç kaybı	45	9,5
Kusma	5	1,1
Retrograd amnezi	1	0,2
Travma Türü		
Kendi seviyesinden düşme	236	49,6
Cisim çarpması/Çarpışma	80	16,8
Darp	48	10,1
Yüksekten düşme	48	10,1
Araç içi trafik kazası	45	9,5
Motosiklet kazası	13	2,7
Araç dışı trafik kazası	4	0,8
Bisikletten düşme	2	0,4
Yaralanma Bölgesi		
Frontal	225	47,3
Parietal	69	14,5
Burun	49	10,3
Oksipital	43	9,0
Çene	19	4,0
Temporal	13	2,7
Multitravma	62	13,0
Ekstremitte yaralanması	109	22,9
Travma Bulguları		
Ekimoz	150	31,5
Abrasyon	129	27,1
Şişlik	109	22,9
Laserasyon	63	13,2
Yok	26	5,5
Ekstremitte yaralanması	107	22,5

Erişkin hasta grubunda hekim, ChatGPT-4 ve Kanada BT kurallarına göre kranial BT çekim kararları incelendiğinde, hekimlerin 309 hastaya (%64,9) BT çekim kararı verdiği tespit edilmişken, ChatGPT-4'ün 239 hastaya (%50,2) BT çekilmesini önerdiği, Kanada BT kurallarına göre de 239 hastaya (%50,2) BT çekilmesi önerildiği tespit edildi.

Erişkin hastalarda kranial BT çekim kararları ile alakalı veriler Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Erişkin hastalarda kranial BT çekim kararları

	n	%
Hekimler	309	64,9
ChatGPT-4	239	50,2
Kanada BT kuralı	239	50,2

Erişkin hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı incelendiğinde; hekimler tarafından 309 hastaya (%64,9) kranial BT çekim kararı verilmiş, 167 hastaya (%35,1) ise kranial BT çekilmemiştir. Kranial BT çekilen 309 hastadan; 232 hastaya (%48,7) Kanada BT kuralları gereği, 38 hastaya (%8,0) hekim görüşü ile, 34 hastaya (%7,1) hastanın adli vaka olduğu gerekçesiyle, 5 hastaya (%1,1) ise hekimin malpraktis kaygısı nedeniyle kranial BT çekildiği belirlenmiştir. Erişkin hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçeleri ile alakalı bilgiler Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Erişkin hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı

	n	%
Kanada BT kuralları gereği	232	48,7
Hekim görüşü	38	8,0
Adli vaka	34	7,1
Malpraktis kaygısı	5	1,1

Erişkin hastalarda kranial BT çekilen hastaların kranial BT bulgularının dağılımı değerlendirildiğinde 18 hastada (%3,8) intrakraniyal patoloji tespit edilmiştir. Tespit edilen intrakraniyal patolojiler kategorize edildiğinde 9 hastada (%1,9) deplase

veya nondeplase kırık, 6 hastada (%1,3) subaraknoid kanama (SAK), 6 hastada (%1,3) subdural kanama, 2 hastada (%0,4) intraparaknimal hematom tespit edilmiştir. Ayrıca 44 hastada (%9,2) ise nonintrakraniyal patolojiler saptanmıştır. Erişkin hastaların kranial BT bulgularının dağılımı ile alakalı veriler Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Erişkin hastaların kranial BT bulgularının dağılımı

	n	%
Deplase/Nondeplase kırık	9	1,9
SAK	6	1,3
Subdural kanama	6	1,3
İntraparaknimal hematom	2	0,4
Nonintrakranial patolojiler	44	9,2

Hekimlerin hastaları Kanada BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı analiz edildiğinde hekimlerin verdiği BT çekim kararları ile Kanada BT kurallarına göre verilen BT çekim endikasyonları arasında yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Kanada BT kurallarına göre kranial BT çekilme endikasyonu olan, ancak hekimler tarafından kranial BT çekim endikasyonu görülmeyen 7 hasta (%2,9) varken, Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan ve hekimler tarafından da BT endikasyonu var değerlendirilen hasta sayısı ise 232 (%97,1) olarak tespit edildi. Bununla birlikte Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan tüm hastalara (n=239, %100) hekimler de Kanada BT kurallarına göre BT endikasyonu yok demişlerdir. Kappa katsayısı 0,971 olarak hesaplanmıştır, bu da kararlar arasında yüksek düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri <0,001 olarak bulunmuş olup, iki karar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

ChatGPT-4’ün hastaları Kanada BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı analiz edildiğinde, ChatGPT-4’ün verdiği BT çekim kararları ile Kanada BT kurallarına göre verilen BT çekim endikasyonları arasında %100 oranında mükemmel bir uyum bulunmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan hastaların tamamına (n=239, %100) ChatGPT-4 tarafından da Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu var denilmiştir. Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan hastaların tamamına

(n=237, %100) ChatGPT-4 de Kanada BT kurallarına göre BT çekimi önermemiştir. Kappa katsayısı 1,000 olarak hesaplanmıştır, bu da iki karar arasında mükemmel uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri ise <0,001 olarak bulunmuş olup, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak erişkin hastaları Kanada BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı değerlendirildiğinde, ChatGPT-4 ile Kanada BT kuralları arasında çok yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Hekimler ile Kanada BT kuralları arasında da yüksek düzeyde bir uyum saptanmıştır. Fakat ChatGPT-4'ün kappa değeri daha yüksek saptanmıştır. Bu da ChatGPT-4'ün erişkin hastaları Kanada BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısının hekimlerden daha iyi olduğunu göstermektedir. Erişkin hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün Kanada BT kurallarını değerlendirme başarısı ile alakalı veriler Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19. Erişkin hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün Kanada BT kurallarını değerlendirme başarısı

		Kanada BT kuralı kararı				p	Kappa
		Yok		Var			
		n	%	n	%		
ChatGPT-4 Kanada BT Kararı	Yok	237	100,0	0	0,0	<0,001	1,000
	Var	0	0,0	239	100,0		
Hekimlerin Kanada BT Kararı	Yok	237	100,0	7	2,9	<0,001	0,971
	Var	0	0,0	232	97,1		

Hekimlerin kranial BT çekimi kararları ile Kanada BT kurallarına göre BT çekim endikasyonları arasında orta düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Kanada BT kurallarına göre kranial BT çekilme endikasyonu olan, ancak hekimler tarafından kranial BT çekilmeyen 7 hasta (%2,9) varken, Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan ve hekimler tarafından da BT çekilen hasta sayısı ise 232 (%97,1) olarak tespit edildi. Bununla birlikte Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan, ancak hekimler tarafından farklı gerekçelerle BT çekimi yapılan hasta sayısı 77 (%32,5) olarak belirlenmiştir. Kanada BT kurallarına göre BT

çekilme endikasyonu olmayan ve hekimler tarafından da BT çekilmeyen hasta sayısı da 160 (%67,5) olarak tespit edilmiştir. Kappa katsayısı 0,647 olarak hesaplanmıştır, bu da kararlar arasında orta düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri <0,001 olarak bulunmuş olup, iki karar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

ChatGPT-4'ün verdiği kranial BT çekim kararları ile Kanada BT kurallarına göre BT çekim endikasyonları arasında %100 oranında mükemmel bir uyum bulunmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan hastaların tamamına (n=239, %100) ChatGPT-4 tarafından da BT çekilmesi önerilmiştir. Kanada BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan hastaların hiçbirine (n=237, %100) ChatGPT-4 de BT çekimi önermemiştir. Kappa katsayısı 1,000 olarak hesaplanmıştır, bu da iki karar arasında mükemmel uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri ise <0,001 olarak bulunmuş olup, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak erişkin hastalarda kranial BT kararı vermede, ChatGPT-4 ile Kanada BT kuralları arasında çok yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Hekimler ile Kanada BT kuralları arasında ise orta düzeyde bir uyum saptanmıştır. Bu da ChatGPT-4'ün erişkin hastalarda kranial BT çekim kararı vermede hekimlerden daha iyi performans sergilediğini göstermektedir. Erişkin hastalarda kranial BT çekim kararı vermede Kanada BT kuralları ile ChatGPT-4 ve hekimlerin kararları arasındaki uyum ile alakalı veriler Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20. Erişkin hastalarda BT çekim kararı vermede Kanada BT kuralı kararı ile ChatGPT-4 ve hekimlerin arasındaki uyum

		Kanada BT kuralı kararı				p	Kappa
		Yok		Var			
		n	%	n	%		
ChatGPT-4 kararı	Yok	237	100,0	0	0,0	<0,001	1,000
	Var	0	,0	239	100,0		
Hekim kararı	Yok	160	67,5	7	2,9	<0,001	0,647
	Var	77	32,5	232	97,1		

Hekimler tarafından erişkin hastalarda kranial BT çekim kararı verilen hastaların 254'ünde (%82,2) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 55 hastada (%17,8) BT bulgusu tespit edilmiştir. Hekimler tarafından kranial BT çekim kararı verilen 44 hastada (%14,2) nonintrakranial patolojiler, 18 hastada (%5,8) intrakranial patolojiler saptanmıştır. Bahsedilen bulgular ile alakalı veriler Tablo 21'de detaylıca verilmiştir.

Tablo 21. Erişkin hastalarda hekimlerin kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı

		Hekimlerin BT kararı	
		Var	
		n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	254	82,2
	BT bulgusu var	55	17,8
Nonintrakranial patolojiler	Yok	265	85,8
	Var	44	14,2
İntrakranial patolojiler	Yok	291	94,2
	Var	18	5,8

ChatGPT-4 tarafından erişkin hastalarda kranial BT çekim kararı verilen 188 hastada (%81,0) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 44 hastada (%19,0) BT bulgusu tespit edilmiştir. BT bulgusu tespit edilen hastaların ise 33'ünde (%14,2) nonintrakranial patolojiler, 18'inde (%7,8) ise intrakranial patolojiler saptanmıştır. ChatGPT-4'ün kranial BT çekimi önermediği fakat hekimler tarafından kranial BT çekilen 66 hastada (%85,7) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 11 hastada (%14,3) BT bulgusu saptanmıştır. BT bulgusu saptanan 11 hastanın (%14,3) tamamında nonintrakranial patolojiler saptanmışken hiçbir hastada intrakranial patoloji saptanmamıştır. Bu da bize ChatGPT-4'ün erişkin hasta grubunda hiçbir intrakranial patolojiyi atlamadan tespit ettiğini göstermektedir. Bahsedilen bulgulara ait veriler Tablo 22'de detaylıca verilmiştir.

Tablo 22. Erişkin hastalarda ChatGPT-4’ün kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı

		ChatGPT-4 BT kararı			
		Yok		Var	
		n	%	n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	66	85,7	188	81,0
	BT bulgusu var	11	14,3	44	19,0
Nonintrakranial patolojiler	Yok	66	85,7	199	85,8
	Var	11	14,3	33	14,2
İntrakranial patolojiler	Yok	77	100,0	214	92,2
	Var	0	0,0	18	7,8

Kanada BT kurallarına göre kranial BT çekim endikasyonu olan 188 hastada (%81,0) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 44 hastada (%19,0) BT bulgusu tespit edilmiştir. BT bulgusu tespit edilen hastaların ise 33’ünde (%14,2) nonintrakranial patolojiler, 18’inde (%7,8) ise intrakranial patolojiler saptanmıştır. Kanada BT kurallarına göre kranial BT çekim endikasyonu olmayan fakat hekimler tarafından kranial BT çekilen 66 hastada (%85,7) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 11 hastada (%14,3) BT bulgusu saptanmıştır. BT bulgusu saptanan 11 hastanın (%14,3) tamamında nonintrakranial patolojiler saptanmışken hiçbir hastada intrakranial patoloji saptanmamıştır. Bu da bize erişkin hastalarda hekimlerin farklı gerekçelerle kranial BT çekimi yaptıkları hastalarda hiç intrakranial patoloji saptanmadığını göstermektedir. Bahsedilen bulgulara ait veriler Tablo 23’te detaylıca verilmiştir.

Tablo 23. Erişkin hastalarda Kanada BT kurallarına göre kranial BT endikasyonları ve bulguların dağılımı

		Kanada BT kuralı endikasyonu			
		Yok		Var	
		n	%	n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	66	85,7	188	81,0
	BT bulgusu var	11	14,3	44	19,0
Nonintrakranial patolojiler	Yok	66	85,7	199	85,8
	Var	11	14,3	33	14,2
İntrakranial patolojiler	Yok	77	100,0	214	92,2
	Var	0	0,0	18	7,8

4.2 Pediatrik 2 Yaş Üzeri Hastalar

Pediatrik 2 yaş üzeri hasta grubunda toplam 374 hasta bulunmaktadır. Hastaların yaşları 2 ile 17 yıl arasında değişmekte olup, ortalama yaş $7,03 \pm 4,10$ yıl olarak hesaplanmıştır.

Hastaların cinsiyet dağılımı incelendiğinde hastaların %34'ü kadın, %66'sı erkek olarak belirlenmiştir.

Hastaların travma öyküleri incelendiğinde, 58 hastada (%15,5) tehlikeli travma mekanizması, 19 hastada (%5,1) bilinç kaybı, 10 hastada (%2,7) şiddetli baş ağrısı, 8 hastada (%2,1) kusma saptanmıştır.

Hastaların travma türlerinin dağılımları incelendiğinde; 230 hastada (%61,5) kendi seviyesinden düşme, 51 hastada (%13,6) yüksekten düşme, 47 hastada (%12,6) cisim çarpması/çarpışma, 19 hastada (%5,1) bisikletten düşme, 11 hastada (%2,9) darp, 10 hastada (%2,7) AİTK, 2 hastada (%0,5) ADTK, 1 hastada (%0,3) motosiklet kazası, 2 hastada (%0,5) diğer nedenlerden dolayı kafa travması olduğu saptanmıştır.

Hastaların yaralanma bölgelerinin dağılımı incelendiğinde; 204 hastada (%54,5) frontal bölge yaralanması, 40 hastada (%10,7) parietal bölge yaralanması, 36 hastada (%9,6) yüz bölgesi yaralanması, 28 hastada (%7,5) oksipital bölge yaralanması, 28 hastada (%7,5) burun yaralanması, 27 hastada (%7,2) çene

yaralanması, 12 hastada (%3,2) temporal bölge yaralanması, 6 hastada (%1,6) multitravma, 23 hastada (%6,1) ekstremitte yaralanması olduğu saptanmıştır.

Pediyatrik 2 yaş üzeri hastaların travma bulgularının dağılımı incelendiğinde 19 hastada (%5,1) travmaya ait herhangi bir fizik muayene bulgusu tespit edilmemiştir. Baş muayenesinde kafa travmasına bağlı fizik muayene bulgusu tespit edilen hastalardan 122'sinde (%32,6) laserasyon, 85'inde (%22,7) kafa bölgesinde şişlik, 78'inde (%20,9) ekimoz, 70'inde (%18,7) abrazyon izlenmişken, hastaların 19'unda da (%5,1) eşlik eden ekstremitte yaralanmalarına ait fizik muayene bulguları saptanmıştır.

Pediyatrik 2 yaş üzeri hastalarda bahsedilen demografik verilere ait bilgiler Tablo 24'te detaylıca sunulmuştur.

Tablo 24. Pediatrik 2 yaş üzeri hastaların demografik verileri

	n	Ort ± SS
Yaş	374	7,03 ± 4,10
	n	%
Cinsiyet		
Erkek	247	66,0
Kadın	127	34,0
Öykü		
Tehlikeli travma mekanizması	58	15,5
Bilinç kaybı	19	5,1
Şiddetli baş ağrısı	10	2,7
Kusma	8	2,1
Travma Türü		
Kendi seviyesinden düşme	230	61,5
Yüksekten düşme	51	13,6
Cisim çarpması/Çarpışma	47	12,6
Bisikletten düşme	19	5,1
Darp	11	2,9
Araç içi trafik kazası	10	2,7
Araç dışı trafik kazası	2	0,5
Diğer nedenler	2	0,5
Motosiklet kazası	1	0,3
Yaralanma Bölgesi		
Frontal	204	54,5
Parietal	40	10,7
Burun	28	7,5
Oksipital	28	7,5
Çene	27	7,2
Temporal	12	3,2
Multitravma	6	1,6
Ekstremitte yaralanması	23	6,1
Travma Bulguları		
Laserasyon	122	32,6
Şişlik	85	22,7
Ekimoz	78	20,9
Abrasyon	70	18,7
Yok	19	5,1
Ekstremitte yaralanması	19	5,1

Pediatrik 2 yaş üzeri hasta grubunda hekim, ChatGPT-4 ve PECARN BT kuralları kararları incelendiğinde; hekimlerin 132 hastaya (%35,3) kranial BT çekimi kararı verdiği tespit edilmişken, ChatGPT-4'ün 87 hastaya (%23,3) kranial BT çekilmesini önerdiği, PECARN BT kurallarına göre de 84 hastaya (%22,5) kranial BT

çekilmesi önerildiği tespit edildi. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT çekim kararları ile alakalı veriler Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT çekim kararları

	n	%
Hekimler	132	35,3
ChatGPT-4	87	23,3
PECARN BT kuralı	84	22,5

Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı incelendiğinde; hekimler tarafından 132 hastaya (%35,3) kranial BT çekim kararı verilmişken, 242 hastaya ise (%64,7) kranial BT çekilmemiştir. Kranial BT çekilen 132 hastadan; 81 hastaya (%21,7) PECARN BT kuralları gereği, 28 hastaya (%7,5) hekim görüşü ile, 18 hastaya (%4,8) malpraktis kaygısı nedeniyle, 5 hastaya (%1,3) adli vaka olması gerekçesiyle kranial BT çekilmiştir. Pediatrik 2 yaş üstü hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçeleri ile alakalı bilgiler Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı

	n	%
PECARN BT kuralları gereği	81	21,7
Hekim görüşü	28	7,5
Malpraktis kaygısı	18	4,8
Adli vaka	5	1,3

Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT çekilen hastaların kranial BT bulgularının dağılımı değerlendirildiğinde 13 hastada (%3,4) intrakraniyal patoloji tespit edilmiştir. Tespit edilen intrakraniyal patolojiler kategorize edildiğinde 8 hastada (%2,1) deplase veya nondeplase kırık, 3 hastada (%0,8) subdural kanama, 1 hastada (%0,3) subaraknoid kanama (SAK), 1 hastada (%0,3) epidural kanama tespit edilmiştir. Ayrıca 2 hastada (%0,5) nonintrakraniyal patolojiler saptanmıştır. Pediatrik 2 yaş üzeri hastaların kranial BT bulgularının dağılımı ile alakalı veriler Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Pediatrik 2 yaş üzeri hastaların BT bulgularının dağılımı

	n	%
Deplase/Nondeplase kırık	8	2,1
Subdural kanama	3	0,8
SAK	1	0,3
Epidural kanama	1	0,3
Nonintrakranial patolojiler	2	0,5

Hekimlerin pediatrik 2 yaş üzeri hastaları PECARN BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı analiz edildiğinde hekimlerin verdiği BT çekim kararları ile PECARN BT kurallarına göre verilen BT çekim endikasyonları arasında yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. PECARN kurallarına göre kranial BT çekilme endikasyonu olan, ancak hekimler tarafından kranial BT çekim endikasyonu görülmeyen 3 hasta (%1,0) varken, PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan ve hekimler tarafından da BT endikasyonu var değerlendirilen hasta sayısı ise 81 (%96,4) olarak tespit edildi. Bununla birlikte PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan tüm hastalara (n=290, %100) hekimler de PECARN kurallarına göre BT endikasyonu yok demişlerdir. Kappa katsayısı 0,977 olarak hesaplanmıştır, bu da kararlar arasında yüksek düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri <0,001 olarak bulunmuş olup, iki karar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

ChatGPT-4'ün pediatrik 2 yaş üzeri hastaları PECARN BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı analiz edildiğinde ChatGPT-4'ün verdiği BT çekim kararları ile PECARN BT kurallarına göre verilen BT çekim endikasyonları arasında yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan hastaların tamamına (n=84, %100) ChatGPT-4 tarafından da PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu var denilmiştir. PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan hastalardan 3 hastada (%1,0) ChatGPT-4 PECARN kurallarına göre kranial BT endikasyonu var demişken, 287 hastaya (%99,0) PECARN kurallarına göre kranial BT endikasyonu yok demiştir. Kappa katsayısı 0,977 olarak hesaplanmıştır, bu da iki karar arasında yüksek düzeyde uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri ise <0,001 olarak bulunmuş olup, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak pediatrik hastaları PECARN BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı değerlendirildiğinde hem ChatGPT-4 hem de hekimler ile PECARN kuralları arasında çok yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün PECARN kurallarını değerlendirme başarısı ile alakalı veriler Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün PECARN kurallarını değerlendirme başarısı

		PECARN BT kuralı endikasyonu				p	Kappa
		Yok		Var			
		n	%	n	%		
ChatGPT-4 PECARN Kararı	Yok	287	99,0	0	0,0	<0,001	0,977
	Var	3	1,0	84	100,0		
Hekimlerin PECARN Kararı	Yok	290	100,0	3	3,6	<0,001	0,977
	Var	0	0,0	81	96,4		

Hekimlerin kranial BT çekimi kararları ile PECARN BT kurallarına göre BT çekim endikasyonları arasında orta düzeyde bir uyum gözlemlenmiştir. PECARN BT kurallarına göre kranial BT çekilme endikasyonu olan, ancak hekimler tarafından kranial BT çekilmeyen 3 hasta (%3,6) varken, PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan ve hekimler tarafından da BT çekilen hasta sayısı ise 81 (%96,4) olarak tespit edildi. Bununla birlikte PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan, ancak hekimler tarafından farklı gerekçelerle BT çekimi yapılan hasta sayısı 51 (%17,6) olarak belirlenmiştir. PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan ve hekimler tarafından da BT çekilmeyen hasta sayısı da 239 (%82,4) olarak tespit edilmiştir. Kappa katsayısı 0,655 olarak hesaplanmıştır, bu da kararlar arasında orta düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri <0,001 olarak bulunmuş olup, iki karar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

ChatGPT-4'ün verdiği kranial BT çekim kararları ile PECARN BT kurallarına göre BT çekim endikasyonları arasında oldukça yüksek bir uyum gözlenmiştir. Elde

ettiğimiz sonuçlara göre PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan hastaların tamamına (n=84 ,%100) ChatGPT-4 tarafından da BT çekilmesi önerilmiştir. PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan hastaların 287 tanesine (%99) ChatGPT-4 de BT çekimi önermemiştir. Ancak PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan, ancak ChatGPT-4'ün BT çekimi önerdiği 3 hasta (%1) olduğu belirlenmiştir. Kappa katsayısı 0,977 olarak hesaplanmıştır, bu da iki karar arasında çok güçlü bir uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri ise <0,001 olarak bulunmuş olup, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT kararı vermede, ChatGPT-4 ile PECARN BT kararları arasında çok yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Hekimler ile PECARN BT kararları arasında ise orta düzeyde bir uyum saptanmıştır. Bu da ChatGPT-4'ün PECARN BT kurallarına göre 2 yaş üzeri pediatrik hastalarda kranial BT kararı vermede hekimlerden daha iyi performans sergilediğini göstermektedir. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT çekim kararı vermede PECARN BT kuralları ile ChatGPT-4 ve hekimlerin kararları arasındaki uyum ile alakalı veriler Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 29. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda BT çekim kararı vermede PECARN BT kuralları ile ChatGPT-4 ve hekimlerin arasındaki uyum

		PECARN BT kuralı endikasyonu				p	Kappa
		Yok		Var			
		n	%	n	%		
ChatGPT-4 kararı	Yok	287	99,0	0	,0	<0,001	0,977
	Var	3	1,0	84	100,0		
Hekim kararı	Yok	239	82,4	3	3,6	<0,001	0,655
	Var	51	17,6	81	96,4		

Hekimler tarafından pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT çekim kararı verilen hastaların 119'unda (%90,2) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 13 hastada (%9,8) BT bulgusu tespit edilmiştir. Hekimler tarafından kranial BT çekim kararı verilen 2 hastada (%1,5) nonintrakranial patolojiler, 11 hastada (%8,3)

intrakranial patolojiler saptanmıştır. Bahsedilen bulgular ile alakalı veriler Tablo 30’da detaylıca verilmiştir.

Tablo 30. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda hekimlerin kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı

		Hekimlerin BT kararı	
		Var	
		n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	119	90,2
	BT bulgusu var	13	9,8
Nonintrakranial patolojiler	Yok	130	98,5
	Var	2	1,5
İntrakranial patolojiler	Yok	121	91,7
	Var	11	8,3

ChatGPT-4 tarafından pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT çekim kararı verilen 73 hastada (%86,9) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 11 hastada (%13,1) BT bulgusu tespit edilmiştir. BT bulgusu tespit edilen hastaların ise 1’inde (%1,2) nonintrakranial patolojiler, 10’unda (%12,0) ise intrakranial patolojiler saptanmıştır. ChatGPT-4’ün kranial BT çekimi önermediği fakat hekimler tarafından kranial BT çekilen 46 hastada (%95,8) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 2 hastada (%4,2) BT bulgusu saptanmıştır. BT bulgusu saptanan hastalardan 1’inde (%2,1) nonintrakranial patolojiler saptanmışken 1’inde (%2,1) intrakranial patoloji saptanmıştır. İntrakranial patoloji saptanan bir hastanın kranial BT çekiminin hekim görüşüne göre yapıldığı belirlendi. İntrakranial patoloji saptanan bu hastanın takibinde hastaya herhangi bir cerrahi müdahale uygulanmadığı ve konservatif takip ile tedavi edildiği belirlendi. Bahsedilen bulgulara ait veriler Tablo 31’de detaylıca verilmiştir.

Tablo 31. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda ChatGPT-4 kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı

		ChatGPT-4 BT kararı			
		Yok		Var	
		n	%	n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	46	95,8	73	86,9
	BT bulgusu var	2	4,2	11	13,1
Nonintrakranial patolojiler	Yok	47	97,9	83	98,8
	Var	1	2,1	1	1,2
İntrakranial patolojiler	Yok	47	97,9	74	88,0
	Var	1	2,1	10	12,0

PECARN BT kurallarına göre pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT çekim endikasyonu olan 70 hastada (%86,4) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 11 hastada (%13,6) BT bulgusu tespit edilmiştir. BT bulgusu tespit edilen hastaların ise 1'inde (%1,3) nonintrakranial patolojiler, 10'unda (%12,4) ise intrakranial patolojiler saptanmıştır. PECARN BT kurallarına göre kranial BT çekimi endikasyonu olmayan fakat hekimler tarafından kranial BT çekilen 49 hastada (%96,0) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 2 hastada (%4,0) BT bulgusu saptanmıştır. BT bulgusu saptanan hastalardan 1'inde (%2,0) nonintrakranial patolojiler saptanmışken 1'inde (%2,0) intrakranial patoloji saptanmıştır. PECARN kurallarına göre BT çekim endikasyonu olmayan ancak farklı gerekçelerle BT çekilen hastaların bir tanesinde intrakranial patoloji tespit edilmiştir. Bu hastanın takibi ile ilgili bilgiler yukarıda verilmiştir. Bahsedilen bulgulara ait veriler Tablo 32'de detaylıca verilmiştir.

Tablo 32. Pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda PECARN BT kurallarına göre BT çekim kararları ve bulguların dağılımı

		PECARN BT kuralı endikasyonu			
		Yok		Var	
		n	%	n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	49	96,0	70	86,4
	BT bulgusu var	2	4,0	11	13,6
Nonintrakranial patolojiler	Yok	50	98,0	80	98,7
	Var	1	2,0	1	1,3
İntrakranial patolojiler	Yok	50	98,0	71	87,6
	Var	1	2,0	10	12,4

4.3 Pediatrik 2 Yaş Altı Hastalar

Pediatrik 2 yaş altı hasta grubunda 107 hasta bulunmaktadır. 2 yaş altı hastaların yaşları 5 ay ile 20 ay arasında değişmekte olup, ortalama yaş 12,13 ay $\pm$ 4,90 olarak hesaplanmıştır.

Hastaların cinsiyet dağılımı incelendiğinde hastaların %49,5'i kadın, %50,5'i erkek olarak saptanmıştır.

Hastaların travma öyküleri incelendiğinde; 29 hastada (%27,1) tehlikeli travma mekanizması, 4 hastada (%3,7) bilinç kaybı, 4 hastada (%3,7) aileye göre anormal hareketler olduğu saptanmıştır. Ayrıca 1 hastada da (%0,9) ailenin tomografi isteği olduğu saptanmıştır.

Hastaların travma türlerinin dağılımları incelendiğinde; 50 hastada (%46,7) yüksekten düşme, 44 hastada (%41,1) kendi seviyesinden düşme, 6 hastada (%5,6) cisim çarpması/çarpışma, 6 hastada (%5,6) AİTK, 1 hastada (%0,9) bisikletten düşme saptanmıştır.

Hastaların yaralanma bölgelerinin dağılımı incelendiğinde; 66 hastada (%61,7) frontal bölge yaralanması, 10 hastada (%9,3) parietal bölge yaralanması, 8 hastada (%7,5) yüz bölgesi yaralanması, 7 hastada (%6,5) burun yaralanması, 7 hastada (%6,5)

temporal bölge yaralanması, 6 hastada (%5,6) oksipital bölge yaralanması, 3 hastada (%2,8) çene yaralanması saptanmıştır.

Pediyatrik 2 yaş altı hastaların travma bulgularının dağılımı incelendiğinde; 17 hastada (%15,9) travmaya ait herhangi bir fizik muayene bulgusu tespit edilmemiştir. Baş muayenesinde kafa travmasına bağlı fizik muayene bulgusu tespit edilen hastalardan 42'sinde (%39,3) kafa bölgesinde şişlik, 17'sinde (%15,9) ekimoz, 16'sında (%15,0) laserasyon, 15'inde (%14,0) abrazyon saptanmıştır.

Pediyatrik 2 yaş altı hastalarda bahsedilen demografik verilere ait bilgiler Tablo 33'te detaylıca sunulmuştur.

Tablo 33. Pediyatrik 2 yaş altı hastaların demografik verileri

	n	Ort ± SS
Yaş	107	12,13 ± 4,90
	n	%
Cinsiyet		
Erkek	54	50,5
Kadın	53	49,5
Öykü		
Tehlikeli travma mekanizması	29	27,1
Bilinç kaybı	4	3,7
Aileye göre anormal hareketler	4	3,7
Ailenin tomografi isteği	1	0,9
Travma Türü		
Yüksekten düşme	50	46,7
Kendi seviyesinden düşme	44	41,1
Cisim çarpması/Çarpışma	6	5,6
Araç içi trafik kazası	6	5,6
Bisikletten düşme	1	0,9
Yaralanma Bölgesi		
Frontal	66	61,7
Parietal	10	9,3
Burun	7	6,5
Temporal	7	6,5
Oksipital	6	5,6
Çene	3	2,8
Travma Bulguları		
Şişlik	42	39,3
Ekimoz	17	15,9
Laserasyon	16	15,0
Abrazyon	15	14,0
Yok	17	15,9

Pediyatrik 2 yaş altı hasta grubunda ChatGPT-4, hekimler ve PECARN BT kuralı kranial BT çekim kararları incelendiğinde; hekimler tarafından 32 hastaya (%29,9) kranial BT çekimi kararı verildiğı tespit edilmişken, ChatGPT-4'ün 35 hastaya (%32,7) kranial BT çekilmesini önerdiği, PECARN BT kurallarına göre de 34 kişiye (%31,8) kranial BT çekilmesi önerildiğı tespit edildi. Pediyatrik 2 yaş altı hastalarda kranial BT çekim kararları ile alakalı veriler Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Pediyatrik 2 yaş altı hastalarda kranial BT çekim kararları

	n	%
ChatGPT-4	35	32,7
PECARN BT kuralı	34	31,8
Hekimler	32	29,9

Pediyatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı incelendiğinde; hekimler tarafından 32 hastaya (%29,9) kranial BT çekilmişken, 75 hastaya (%70,1) kranial BT çekilmediğı tespit edilmiştir. Kranial BT çekilen 32 hastadan; 28 hastaya (%26,2) PECARN BT Kuralları gereğı, 2 hastaya (%1,9) hekim görüşüyle, 2 hastaya (%1,9) malpraktis kaygısı ile kranial BT çekilmiştir. 2 yaş altı hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçeleri ile alakalı bilgiler Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35. Pediyatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin kranial BT çekim gerekçelerinin dağılımı

	n	%
PECARN BT kuralları gereğı	28	26,2
Hekim görüşü	2	1,9
Malpraktis kaygısı	2	1,9

Pediyatrik 2 yaş altı hastalarda kranial BT çekilen hastaların kranial BT bulgularının dağılımı değerlendirildiğinde 6 hastada (%5,6) intrakraniyal patoloji tespit edilmiştir. Bu hastaların 5'inde (%4,7) deplase veya nondeplase kırık, 1'inde ise (%0,9) subdural kanama görülmüştür. 2 yaş altı hastaların kranial BT bulgularının dağılımı ile alakalı veriler Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. Pediatrik 2 yaş altı hastaların BT bulgularının dağılımı

	n	%
Deplase/Nondeplase kırık	5	4,7
Subdural Kanama	1	0,9

Hekimlerin pediatrik 2 yaş altı hastaları PECARN BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı analiz edildiğinde hekimlerin verdiği BT çekim kararları ile PECARN kurallarına göre verilen BT çekim endikasyonları arasında yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. PECARN kurallarına göre kranial BT çekilme endikasyonu olan, ancak hekimler tarafından kranial BT çekim endikasyonu görülmeyen 6 hasta (%12,5) varken, PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan ve hekimler tarafından da BT endikasyonu var değerlendirilen hasta sayısı ise 28 (%87,5) olarak tespit edildi. Bununla birlikte PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan tüm hastalara (n=73, %100) hekimler de PECARN kurallarına göre BT endikasyonu yok demişlerdir. Kappa katsayısı 0,864 olarak hesaplanmıştır, bu da kararlar arasında yüksek düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri <0,001 olarak bulunmuş olup, iki karar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

ChatGPT-4'ün pediatrik 2 yaş altı hastaları PECARN BT kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı analiz edildiğinde ChatGPT-4'ün verdiği BT çekim kararları ile PECARN kurallarına göre verilen BT çekim endikasyonları arasında yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan hastaların tamamına (n=84, %100) ChatGPT-4 tarafından da PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu var denilmiştir. PECARN kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan hastalardan 1 hastada (%1,4) ChatGPT-4 PECARN kurallarına göre kranial BT endikasyonu var demişken, 72 hastaya (%98,6) PECARN kurallarına göre kranial BT endikasyonu yok demiştir. Kappa katsayısı 0,979 olarak hesaplanmıştır, bu da iki karar arasında yüksek düzeyde uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri ise <0,001 olarak bulunmuş olup, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak pediatrik 2 yaş altı hastaları PECARN kurallarına göre doğru değerlendirme başarısı değerlendirildiğinde, ChatGPT-4 ile PECARN kuralları arasında çok yüksek düzeyde bir uyum bulunmaktadır. Hekimler ile PECARN kuralları arasında yüksek düzeyde bir uyum saptanmıştır. ChatGPT-4'ün kappa değeri daha yüksek saptanmıştır. Bu da ChatGPT-4'ün pediatrik 2 yaş altı hastalarda PECARN kurallarına göre doğru değerlendirme başarısının hekimlerden daha iyi olduğunu göstermektedir. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün PECARN kurallarını değerlendirme başarısı ile alakalı veriler Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 37. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin ve ChatGPT-4'ün PECARN kurallarını değerlendirme başarısı

		PECARN BT kuralı kararı				p	Kappa
		Yok		Var			
		n	%	n	%		
ChatGPT-4 PECARN Kararı	Yok	72	98,6	0	0,0	<0,001	0,979
	Var	1	1,4	34	100,0		
Hekimlerin PECARN Kararı	Yok	73	100,0	6	12,5	<0,001	0,864
	Var	0	0,0	28	87,5		

Hekimlerin kranial BT çekimi kararları ile PECARN BT kurallarına göre BT çekim endikasyonları arasında yüksek düzeyde bir uyum gözlemlenmiştir. PECARN BT kurallarına göre kranial BT çekilme endikasyonu olan, ancak hekimler tarafından kranial BT çekilmeyen 6 hasta (%12,5) varken, PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan ve hekimler tarafından da BT çekilen hasta sayısı ise 28 (%87,5) olarak tespit edildi. Bununla birlikte PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan, ancak hekimler tarafından farklı gerekçelerle BT çekimi yapılan hasta sayısı 4 (%5,5) olarak belirlenmiştir. PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan ve hekimler tarafından da BT çekilmeyen hasta sayısı da 69 (%94,5) olarak tespit edilmiştir. Kappa katsayısı 0,781 olarak hesaplanmıştır, bu da kararlar arasında yüksek düzeyde bir uyum olduğunu

göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri <0,001 olarak bulunmuş olup, iki karar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

ChatGPT-4'ün verdiği kranial BT çekim kararları ile PECARN BT kurallarına göre BT çekim endikasyonları arasında oldukça yüksek bir uyum gözlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olan hastaların tamamına (n=34 ,%100) ChatGPT-4 tarafından da BT çekilmesi önerilmiştir. PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan hastaların 72 tanesine (%98,6) ChatGPT-4 de BT çekimi önermemiştir. Ancak PECARN BT kurallarına göre BT çekilme endikasyonu olmayan, ChatGPT-4'ün BT çekimi önerdiği 1 hasta (%1,4) olduğu belirlenmiştir. Kappa katsayısı 0,979 olarak hesaplanmıştır, bu da iki karar arasında çok güçlü bir uyum olduğunu göstermektedir. Ki-kare testine ilişkin p değeri ise <0,001 olarak bulunmuş olup, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak pediatrik 2 yaş üzeri hastalarda kranial BT kararı vermede hem ChatGPT-4 hem de hekimler PECARN BT kararları ile yüksek düzeyde uyum olduğu tespit edilmiştir. Ancak, ChatGPT-4 kararları ile PECARN BT kararları arasındaki uyum daha güçlüdür. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda kranial BT çekim kararı vermede PECARN BT kararları ile ChatGPT-4 ve hekimlerin kararları arasındaki uyum ile alakalı veriler Tablo 38'de gösterilmiştir.

Tablo 38. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda BT çekim kararı vermede PECARN BT kararları ile ChatGPT-4 ve hekimlerin arasındaki uyum

		PECARN BT kuralı endikasyonu				p	Kappa
		Yok		Var			
		n	%	n	%		
ChatGPT-4 kararı	Yok	72	98,6	0	,0	<0,001	0,979
	Var	1	1,4	34	100,0		
Hekim kararı	Yok	69	94,5	6	12,5	<0,001	0,781
	Var	4	5,5	28	87,5		

Hekimler tarafından pediatrik 2 yaş altı hastalarda kranial BT çekim kararı verilen hastaların 26'sında (%81,3) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 6 hastada (%18,8) BT bulgusu tespit edilmiştir. Hekimler tarafından kranial BT çekim kararı verilen hiçbir hastada nonintrakranial patolojiler saptanmamışken, 6 hastada (%18,8) intrakraniyal patolojiler saptanmıştır. Bahsedilen bulgular ile alakalı veriler Tablo 39'da detaylıca verilmiştir.

Tablo 39. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı

		Hekimlerin BT kararı	
		Var	
		n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	26	81,3
	BT bulgusu var	6	18,8
Nonintrakranial patolojiler	Yok	32	100,0
	Var	0	0,0
İntrakranial patolojiler	Yok	26	81,3
	Var	6	18,8

ChatGPT-4 tarafından pediatrik 2 yaş altı hastalarda kranial BT çekim kararı verilen 23 hastada (%79,3) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 6 hastada (%20,7) BT bulgusu tespit edilmiştir. BT bulgusu tespit edilen hastaların hiçbirinde nonintrakranial patolojiler saptanmamışken, 6'sında (%20,7) ise intrakranial patolojiler saptanmıştır. ChatGPT-4'ün kranial BT çekimi önermediği fakat hekimler tarafından kranial BT çekilen 3 hastada (%100) ise hiçbir BT bulgusu saptanmamıştır. Bu da bize ChatGPT-4'ün pediatrik 2 yaş altı hasta grubunda hiçbir intrakranial patolojiyi atlamadan tespit ettiğini göstermektedir. Bahsedilen bulgulara ait veriler Tablo 40'ta detaylıca verilmiştir.

Tablo 40. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda ChatGPT-4 kranial BT çekim kararları ve bulguların dağılımı

		ChatGPT-4 BT kararı			
		Yok		Var	
		n	%	n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	3	100,0	23	79,3
	BT bulgusu var	0	0,0	6	20,7
Nonintrakranial patolojiler	Yok	3	100,0	29	100,0
	Var	0	0,0	0	0,0
İntrakranial patolojiler	Yok	3	100,0	23	79,3
	Var	0	0,0	6	20,7

PECARN BT kurallarına göre pediatrik 2 yaş altı hastalarda kranial BT çekim endikasyonu olan 22 hastada (%78,6) herhangi bir bulgu tespit edilmemişken, 6 hastada (%21,4) BT bulgusu tespit edilmiştir. BT bulgusu tespit edilen hastaların hiçbirinde nonintrakranial patolojiler saptanmamışken, 6'sında (%21,4) ise intrakranial patolojiler saptanmıştır. PECARN BT kurallarına göre BT çekimi endikasyonu olmayan fakat hekimler tarafından kranial BT çekilen 4 hastada (%100) ise hiçbir BT bulgusu saptanmamıştır. Bu da bize pediatrik 2 yaş altı hastalarda hekimlerin farklı gerekçelerle kranial BT çekimi yaptıkları hastalarda hiç intrakranial patoloji saptamadıklarını göstermektedir. Bahsedilen bulgulara ait veriler Tablo 41'de detaylıca verilmiştir.

Tablo 41. Pediatrik 2 yaş altı hastalarda PECARN BT kuralları kranial BT çekim endikasyonları ve bulguların dağılımı

		PECARN BT kuralı endikasyonu			
		Yok		Var	
		n	%	n	%
BT bulgusu varlığı	BT bulgusu yok	4	100,0	22	78,6
	BT bulgusu var	0	0,0	6	21,4
Nonintrakranial patolojiler	Yok	4	100,0	28	100,0
	Var	0	0,0	0	0,0
İntrakranial patolojiler	Yok	4	100,0	22	78,6
	Var	0	0,0	6	21,4

4.4. Ortak Bulgular

Erişkin hastalarda Kanada ve pediatrik hasta gruplarında PECARN BT çekim kuralları ile ChatGPT-4 ve hekimlerin kranial BT çekim kararları tüm hasta gruplarında karşılaştırıldı. Her hasta grubunda bu kararlara göre çekilen BT’lerde intrakraniyal patoloji tespit etmede hem ChatGPT-4’ün hem de hekimlerin sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer (PPD), negatif prediktif değer (NPD) ve Kappa değerleri hesaplandı.

Erişkin hasta grubunda ChatGPT-4 %100 sensitivite, %51,7 spesifite göstererek Kappa uyumu 1,000 ile Kanada BT kuralları ile mükemmel uyum gösterdiği tespit edildi. Hekimlerin ise aynı hasta grubunda %100 sensitivite ve %36,4 spesifiteye sahip olduğu belirlendi. Kappa uyumuna bakıldığında da 0,647 olup Kanada BT kuralları ile orta düzeyde bir uyum göstererek ChatGPT-4’ün uyumunun oldukça gerisinde kaldığı görüldü.

Pediatrik 2 yaş üstü hasta grubunda ChatGPT-4 %90,9 sensitivite, %36,4 spesifite göstererek Kappa uyumu 0,977 ile PECARN BT kuralları ile mükemmel uyum göstermiştir. Hekimlerin ise aynı hasta grubunda %100 sensitivite ve %65,7 spesifiteye sahip olduğu belirlendi. Kappa uyumuna bakıldığında da 0,655 olup

PECARN BT kuralları ile orta düzeyde bir uyum göstererek ChatGPT-4'ün uyumunun oldukça gerisinde kaldığı gözlemlendi.

Pediyatrik 2 yaş altı hasta grubunda ChatGPT-4 %100 sensitivite, %77,2 spesifite göstererek Kappa uyumu 0,979 ile PECARN BT kuralları ile mükemmel uyum göstermiştir. Hekimlerin ise aynı hasta grubunda %100 sensitivite ve %74,2 spesifiteye sahip olduğu belirlendi. Kappa uyumuna bakıldığında da 0,781 olup PECARN BT kuralları ile orta düzeyde bir uyum göstererek ChatGPT-4'ün uyumunun gerisinde kaldığı gözlemlendi.

Tüm hasta grupları için bahsedilen verilere ait bilgiler Tablo 42'de detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 42. ChatGPT-4 ve hekimlerin her hasta grubu için intrakraniyal kanama belirlemedeki performansı

Hasta Grubu	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	Kappa	P Değeri
Erişkin (ChatGPT-4)	100	51,7	7,5	100	1,000	<0.001
Erişkin (Hekimler)	100	36,4	5,8	100	0,647	<0.001
2 yaş üstü (ChatGPT-4)	90,9	78,7	11,4	99,6	0,977	<0.001
2 yaş üstü (Hekimler)	100	65,7	8,3	100	0,655	<0.001
2 yaş altı (ChatGPT-4)	100	77,2	20,6	100	0,979	<0.001
2 yaş altı (Hekimler)	100	74,2	18,7	100	0,781	<0.001

5. TARTIŞMA

Son yıllarda yapay zekâ (YZ) teknolojileri, hayatın birçok alanında olduğu gibi sağlık alanında da hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır. Sağlık hizmetlerinde yapay zekâ; tanı ve tedavi süreçlerinin iyileştirilmesinden, hasta verilerinin analizine, görüntüleme tekniklerinin yorumlanmasından, kişiselleştirilmiş tedavi planlarının oluşturulmasına kadar geniş bir yelpazede kullanılabilmektedir. Ayrıca, yapay zekâ, klinik karar verme süreçlerinde hekimlere önemli bir destek sunmaktadır. Özellikle, hasta triyajında, acil servislere başvuran hastaların önceliklendirilmesinde ve kritik hastaların hızlı bir şekilde tespit edilmesinde kullanılabilmektedir. Bunun yanı sıra, farklı hastalıkların tanısında, riskli hasta gruplarının belirlenmesinde, işlem ve tedavi planlanmasında kullanılan ve klinik olarak geçerliliği kanıtlanmış skorlama sistemlerinin uygulanmasında hekimlere yardımcı olabilmektedir. Bu kapsamda, yapay zekanın sağlık hizmetlerine entegrasyonu, yalnızca daha etkili ve hızlı bir sağlık hizmeti sunulmasını sağlamakla kalmayıp, sağlık sistemindeki kaynakların daha verimli kullanılmasına da olanak tanımaktadır.

Bu çalışma, acil servislere başvuran hafif kafa travmalı hastalarda yapay zekanın kullanılabilirliğini değerlendiren özgün bir araştırmadır. Literatürde bugüne kadar bu kadar geniş bir hasta grubunu içeren ve yapay zekanın Kanada BT kuralları ile PECARN BT kurallarını temel alarak BT çekim endikasyonu belirleme yeteneğini değerlendiren bir başka çalışma bulunmamaktadır. Araştırmamızda, ChatGPT-4'ün farklı yaş gruplarındaki hastalar için Kanada BT kuralları ve PECARN BT kurallarını temel alarak BT çekim endikasyonu belirlemedeki performansı, bu kurallar ile hekimlerin kararları arasındaki uyum açısından karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler, yapay zekanın bu alandaki potansiyel katkısını ortaya koyarken, aynı zamanda klinik karar verme süreçlerine entegrasyonunun ne derece etkili olabileceğini değerlendirmek adına literatürde önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, ChatGPT-4 erişkin hasta grubunda kranial BT taramalarına karar vermede Kanada BT kuralları ile mükemmel bir uyum göstermiştir. Buna karşın, hekimlerin uyum düzeyi orta seviyede kalarak ChatGPT-4'ün gerisinde kalmıştır. Ayrıca, ChatGPT-4'ün BT endikasyonu olmadığını belirttiği ancak hekimlerin BT çekimi gerçekleştirdiği hastaların hiçbirinde intrakraniyal patoloji

saptanmamıştır. Bu sonuç, ChatGPT-4'ün erişkin hasta grubunda hiçbir intrakraniyal patolojiyi atlamadığını ortaya koymaktadır.

Pediyatrik 2 yaş üstü hasta grubunda, ChatGPT-4'ün kranial BT taramalarına karar vermede PECARN BT kuralları ile mükemmel bir uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Hekimlerin uyumu ise orta düzeyde kalarak ChatGPT-4'ün gerisinde kalmıştır. Bu yaş grubunda, ChatGPT-4'ün BT endikasyonu olmadığı yönünde karar verdiği ancak hekimlerin BT çekimi gerçekleştirdiği bir hastada intrakraniyal patoloji saptanmıştır. Bununla birlikte, bu durum ChatGPT-4'ün bu hasta grubunda yalnızca bir vakada intrakraniyal patolojiyi atladığını, genel olarak ise yüksek bir doğruluk sergilediğini göstermektedir. Ayrıca, ChatGPT-4'ün BT çekimini önermediği ancak hekimlerin BT çekerek intrakraniyal patoloji tespit ettiği bu vakada, PECARN BT kurallarına göre de BT çekim endikasyonunun bulunmadığı belirlenmiştir. Bu vakanın takibinde hastaya herhangi bir cerrahi müdahalede bulunulmadığı belirlenmiştir.

Pediyatrik 2 yaş altı hasta grubunda, ChatGPT-4'ün kranial BT taramalarına karar vermede PECARN BT kuralları ile yüksek düzeyde uyum gösterdiği saptanmıştır. Hekimler de yüksek düzeyde uyum sağlamış olmasına rağmen, kappa değerleri incelendiğinde ChatGPT-4'ün gerisinde kaldıkları görülmüştür. Ayrıca, ChatGPT-4'ün BT endikasyonu olmadığı yönünde karar verdiği ve hekimlerin BT çekimi gerçekleştirdiği hastaların hiçbirinde intrakraniyal patoloji saptanmamıştır. Bu durum, ChatGPT-4'ün bu yaş grubunda da intrakraniyal patolojiyi atlamadığını açıkça ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, üç farklı hasta grubunda da ChatGPT-4'ün hafif kafa travmalı hastalarda kranial BT taramalarına karar vermede BT karar verme kuralları ile mükemmel bir uyum gösterdiği ve hekimlerin uyum düzeylerini geride bıraktığı görülmüştür. Bu bulgular, ChatGPT-4'ün bu alanda klinik bir araç olarak kullanılabileceğini ve klinik karar verme süreçlerine önemli bir katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda, acil serviste hafif kafa travmalı hastaları değerlendiren hekimler, erişkin hasta grubunda 77 hastada (%16,2), pediyatrik 2 yaş üstü hasta grubunda 47 hastada (%12,8) ve pediyatrik 2 yaş altı hasta grubunda 3 hastada (%2,8) BT karar verme algoritmalarına göre kranial BT endikasyonu olmamasına rağmen BT

çekimi kararı vermiştir. Hekimler, bu kararlarını genellikle malpraktis kaygısı, olayın adli vaka olması gerekçesiyle veya kendi klinik öngörülerini doğrultusunda aldıklarını belirtmiştir. Ancak, hekimlerin bu gibi sebeplerle kranial BT çekimi yaptığı vakalardan yalnızca birinde intrakraniyal patoloji saptanmış, diğerlerinde herhangi bir patoloji tespit edilmemiştir. Bu durum, algoritmaların önerileri dışındaki kranial BT çekim kararlarının, intrakraniyal patoloji tespitine anlamlı bir katkı sağlamadığını ve gereksiz çekimlere yol açabileceğini ortaya koymaktadır. Rohacek ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, hafif kafa travması geçiren hastalarda hekimlerin kranial BT taramalarına karar verme nedenleri incelenmiştir (69). On aylık bir dönemde BT çekimi yapılan 1018 hastadan 168'i için hekimlere, BT çekme nedenlerine ilişkin anket uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, BT çekimi yapılan hastaların %50'sinde travmatik intrakraniyal lezyon atlama korkusu, %21'inde ise dava edilme korkusu nedeniyle BT çekimi kararı alındığı tespit edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları da literatürde belirtilen bu bulgularla uyumluluk göstermekte ve acil servislerde gereksiz BT çekimlerinin azaltılmasında rehberlerin daha etkin kullanımının önemini vurgulamaktadır.

Literatürde ChatGPT'nin başta acil servisler olmak üzere sağlık alanında tanı, triaj ve tedavi karar süreçlerinde kullanımı ile ilgili giderek artan sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmamıza benzer bir araştırma olarak, Haim ve arkadaşları tarafından ChatGPT'nin tıbbi skor hesaplamalarındaki etkinliği incelenmiştir. Bu çalışmada, NIH Stroke Skoru, HEART Skoru, Kanada Senkop Skoru, Alvarado Skoru ve Kanada BT Skoru olmak üzere beş yaygın kullanılan skorlama sistemi, GPT-3.5, GPT-4 ve deneyimli acil servis hekimleri arasında karşılaştırılmıştır (70). Çalışmada, GPT-4'ün özellikle hesaplamalarda yüksek doğruluk oranlarına ulaştığı ve deneyimli klinisyenlerle genelde orta ila yüksek derecede uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Cohen's Kappa değerleri incelendiğinde, GPT-4'ün Alvarado Skoru için 0.695, Kanada Senkop Skoru için 0.634, HEART Skoru için 0.770, NIH Stroke Skoru için ise 0.644 uyum gösterdiği belirtilmiştir. Bu değerler, GPT-4'ün belirli tıbbi skorlamalarda güvenilir bir yardımcı araç olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmanın Kanada BT Skoru özelindeki bulguları dikkat çekicidir. Kanada BT Skoru hesaplamalarında GPT-4, deneyimli hekimlerle 0.942 Cohen's Kappa değeri ile mükemmel uyum göstermiştir. Bu, GPT-4'ün hafif kafa travmalı hastalarda BT çekim endikasyonlarını belirlemede klinik karar destek sistemleri için umut verici bir araç olabileceğini işaret etmektedir. Çalışmamızda da kullandığımız Kanada BT Skoru,

özellikle gereksiz BT çekimlerini azaltmaya yönelik bir algoritma olarak önem taşımaktadır. Haim ve arkadaşlarının çalışmasında GPT-4'ün bu skorla yüksek uyum göstermesi, yapay zekanın bu alandaki potansiyelini vurgulamakta ve bulgularımızı desteklemektedir.

Turan ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çok merkezli, prospektif bir çalışmada, ameliyat öncesi hasta durumunu ve risklerini değerlendiren Amerika Anesteziyologlar Derneği (ASA) skorunu hesaplama konusunda hekimlerin değerlendirmeleri ile ChatGPT-4 karşılaştırılmıştır (71). Çalışma, 2851 hastayı kapsayan geniş bir örneklem grubunda yürütülmüş ve ChatGPT-4'ün özellikle ASA skorlamasında hekimlerin değerlendirmeleriyle yüksek bir uyum gösterdiği tespit edilmiştir. ChatGPT-4, 0.858 Cohen's Kappa değeriyle güçlü bir uyum sağlamış ve özellikle ASA I-III skoru olan hastalarda %90'ın üzerinde doğruluk oranlarına ulaşmıştır. Bununla birlikte, ASA IV skoru olan hastalarda uyum oranının azaldığı ve bunun karmaşık sağlık durumlarının değerlendirilmesinde yapay zekâ araçlarının sınırlılıklarını ortaya koyduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonuçları, yapay zekâ tabanlı karar destek sistemlerinin preoperatif değerlendirmelerde klinisyenlere önemli bir katkı sağlayabileceğini ve hasta güvenliğini artırmada potansiyel taşıdığını göstermektedir. Benzer şekilde, çalışmamızda ChatGPT-4'ün, hafif kafa travmalı hastalarda BT çekim endikasyonlarını belirlemede BT kararı vermede kullanılan algoritmalarla yüksek uyum gösterdiği ve özellikle erişkin hasta grubunda mükemmel doğruluk oranları sergilediği görülmüştür. Bu bulgular, ChatGPT'nin sadece preoperatif değerlendirmelerde değil, acil servislerde de klinik karar destek süreçlerinde etkili bir araç olabileceğini ortaya koymaktadır.

ChatGPT gibi yapay zeka modellerinin günlük klinik kullanımlarda hasta verilerini analiz ederek karmaşık skorlama sistemlerini hızlı ve doğru bir şekilde hesaplayabileceği yönünde giderek artan bir ilgi bulunmaktadır. Safranek ve arkadaşlarının çalışmasında, ChatGPT'nin HEART skoru gibi karmaşık klinik değerlendirmelerde kullanılabilirliği incelenmiştir (72). Çalışma, iteratif prompt geliştirme yöntemiyle ChatGPT-4'ün doğruluk oranlarının artırılabilmesini ve altın standart hekim değerlendirmeleri ile yüksek uyum sağlayabileceğini göstermiştir. HEART skoru belirlenmesinde GPT-4'ün ortalama hata oranının, geliştirilmiş promptlarla 0.16'dan 0.10'a düştüğü ve risk gruplarını doğru tahmin etme oranının

%100'e ulaştığı belirtilmiştir. Ancak, araştırmada yapay zeka modellerinin karmaşık ve uzun klinik notları anlamlandırma yeteneklerinin sınırlı olabileceği ve gerçek dünya uygulamalarında daha geniş veri setleriyle test edilerek geliştirilmeye ihtiyaç duyduğu vurgulanmıştır. Çalışmanın sonuçları, ChatGPT gibi yapay zeka modellerinin, sağlık hizmetlerinde etkin bir şekilde kullanılabilmesi için sürekli iyileştirmeye ve kullanıcı geri bildirimine dayalı tasarım süreçlerine ihtiyaç duyduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, çalışmamızda da ChatGPT-4'ün hafif kafa travmalı hastalar için BT çekim endikasyonlarını belirlemede yüksek doğruluk ve BT karar verme kuralları ile yüksek uyum sergilediği, klinik karar destek süreçlerine entegrasyonunun önemli bir potansiyel taşıdığını göstermiştir.

ChatGPT'nin nörolojik skorlama sistemlerindeki (GCS, ICH, H&H gibi) performansını değerlendiren başka bir çalışmada, yapay zekâ tabanlı modellerin doğru veri girişine olan bağımlılığı önemli bir bulgu olarak öne çıkmıştır (73). Araştırmada, ChatGPT'nin bu skorlama sistemlerinde yüksek doğruluk oranları sergilediği ve güvenilir sonuçlar sunduğu, ancak verilerin eksik veya hatalı girilmesi durumunda sonuçların önemli ölçüde etkilendiği vurgulanmıştır. Bu durum, yapay zekâ destekli sistemlerin klinik uygulamalara entegrasyonu için doğru ve eksiksiz veri girişinin kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmada ayrıca, ChatGPT'nin nörolojik skorlama sistemlerini hesaplamada genellikle altın standart olarak kabul edilen klinisyen performansına yakın sonuçlar verdiği, ancak klinik notların yorumlanmasında zaman zaman belirsizliklerle karşılaşılabilceği ifade edilmiştir. Benzer şekilde, çalışmamızda ChatGPT-4'ün hafif kafa travmalı hastalarda BT çekim endikasyonlarını belirlemede yüksek doğruluk oranlarına ulaştığı ve BT çekim kararı vermede kullanılan algoritmalarla uyum sergilediği gösterilmiştir. Bununla birlikte, çalışmamızda verilerin eksiksiz ve sistematik olarak sunulması, modelin doğruluğunu artırmış olsa da bu durum gerçek hayattaki klinik akışla birebir örtüşmemektedir. Gerçek dünyada, klinik skorlama sistemlerinin klinik muayene notlarından yapay zekâ desteğiyle hesaplanabilmesi için veri girişlerinin net ve yapılandırılmış olması gerektiği açıktır. Bu bulgular, yapay zekâ modellerinin etkin kullanımında yalnızca algoritmaların değil, aynı zamanda veri giriş ve toplama süreçlerinin iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Yapay zeka modelleri, yalnızca skorumlama sistemlerini hesaplamakla sınırlı kalmayıp, acil servislerde triaj kararlarını vermede de önemli bir potansiyel sergilemektedir. Literatürde, bu alanda ChatGPT gibi yapay zeka modellerinin etkinliğini değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Sinan Paslı ve arkadaşlarının, acil servise başvuran 758 hasta ile gerçekleştirdiği triaj değerlendirme çalışmasında, ChatGPT'nin birincil tanımlar ve triaj doğruluğu açısından altın standart ile triaj ekibinden daha yüksek bir uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Cohen's Kappa analizine göre, yeşil alan triajında 0.915, sarı alan triajında 0.758, kırmızı alan triajında 0.825, travma alanı triajında 0.987 ve diğer alanlar triajında 0.972 ile triaj kararında altın standart ile mükemmel uyum sergilemiştir. Ayrıca, aynı çalışmada ChatGPT'nin sensitivite ve spesifitede de BT karar verme kuralları ile yüksek düzeyde uyum sağladığı belirtilmiştir (67).

Meral ve arkadaşlarının, Emergency Severity Index (ESI) Acil Triaj kitabından 100 yetişkin hasta örneklemeine dayalı çalışmasında, GPT-4, Gemini ve acil tıp uzmanlarının yaptığı triajlar karşılaştırılmıştır (74). Bu çalışmada, ChatGPT-4, ESI sınıflamasına göre genel olarak Gemini ve acil tıp uzmanlarından daha başarılı bir triaj performansı sergilemiştir. Doğru triaj oranlarında, acil tıp hekimleri %57.3, Gemini %59.7 oranında kalırken ChatGPT %70.6 ile her iki grubu geride bırakmıştır. Özellikle, ESI 1-2 olan kritik hasta grubunda %80'in üzerinde doğru triaj sınıflaması yaparak acil tıp hekimlerinin performansını aşmıştır. Bu bulgular, yapay zeka modellerinin acil servislerde klinik karar verme süreçlerine entegrasyonunun hem doğruluk hem de etkinlik açısından önemli katkıları sağlayabileceğini göstermektedir.

Yapay zeka modelleri, yalnızca triyaj veya skorumlama hesaplamalarında değil, aynı zamanda acil servislerde EKG gibi tanısal testlerin yorumlanmasında da klinisyenlere destek amaçlı kullanılabilecek önemli bir potansiyel taşımaktadır. Günay ve arkadaşlarının, '150 Elektrokardiyografi (EKG) Vakası' kitabından seçilen 20 günlük EKG ve 20 zorlu EKG olmak üzere toplam 40 vaka üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, ChatGPT'nin EKG yorumlamadaki performansı değerlendirilmiştir (75). Çalışmada, GPT-4'ün genel performansı hem acil tıp uzmanlarının hem de kardiyologların üzerinde bulunmuştur. GPT-4, günlük EKG'lerde normal ve anormal ritimleri tanımlamada %92 tanısal doğruluk oranına ulaşarak %78 olan acil tıp uzmanlarını ve %85 olan kardiyologları geride bırakmıştır. Zorlu EKG vakalarında ise

GPT-4, %88 başarı oranıyla %65 olan acil tıp uzmanlarının ve %85 olan kardiyologların performansını aşmıştır. Bu bulgular, GPT-4'ün yalnızca rutin EKG değerlendirmelerinde değil, aynı zamanda daha karmaşık vakalarda da etkili bir araç olabileceğini göstermektedir. Çalışma, yapay zekâ modellerinin klinik tanı süreçlerine entegrasyonunda, doğru analiz yapabilme yeteneklerinin yanı sıra karmaşık ve kritik vakalarda hekimlerin karar verme süreçlerini destekleme potansiyelini vurgulamaktadır.

Yapay zekâ, yalnızca EKG yorumlama gibi tanısal testlerde değil, aynı zamanda BT görüntüleri gibi kompleks tıbbi görüntüleme verilerini değerlendirmede de önemli bir potansiyele sahiptir. Wang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, yapay zekâ tabanlı bir sistemin kafatası ve yüz kemik kırıklarını tespit etme performansı değerlendirilmiştir (76). Geliştirilen derin öğrenme modeli, 1447 BT görüntüsüyle eğitilmiş ve ardından 192 BT görüntüsü içeren bağımsız bir veri setiyle test edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, yapay zekâ modeli kırıkları tespit etmede %88.66 hassasiyet ve %94.51 doğruluk oranıyla başarılı bir performans sergilemiştir. Bu bulgular, yapay zekâ sistemlerinin tıbbi görüntüleme ve tanı süreçlerinde klinisyenlere destek sağlayabilecek etkili araçlar olduğunu göstermektedir. Ancak, araştırmada modelin doğru sonuçlar verebilmesi için yüksek kaliteli ve yapılandırılmış bir veri setine ihtiyaç duyduğu vurgulanmış, bu durum yapay zekâ tabanlı sistemlerin gerçek dünyadaki klinik entegrasyonu için geliştirme gereksinimlerine işaret etmiştir. Yapay zekanın sağlık uygulamalarında kullanımının geliştirilmesiyle, sadece BT çekim kararlarında değil, BT görüntülerinin değerlendirilmesinde de klinisyenlere önemli bir destek sağlanabilecektir.

ChatGPT ve benzeri yapay zekâ modelleri, sağlık alanında yalnızca triyaj veya skorlama hesaplamaları için değil, aynı zamanda tanı koyma, tedavi planlama ve klinik karar verme süreçlerinde de önemli bir potansiyele sahiptir. Örneğin, romatolojik hastalıklar üzerine yapılan bir çalışmada, ChatGPT'nin klinik belirtileri analiz ederek doğru tanı koyma ve farklı romatolojik durumlar arasında ayırım yapma yeteneği değerlendirilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (77). Benzer şekilde, kanser tedavi planlaması üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, ChatGPT'nin multidisipliner tümör kurulunda alınan kararları destekleme amacıyla kullanılabileceği ve tedavi seçenekleri arasında klinisyenlere yardımcı olabileceği gösterilmiştir (78). Bunun yanı

sıra, yapay zekâ modellerinin tıbbi sınavlardaki performansı da araştırılmış ve ChatGPT'nin USMLE gibi standart medikal sınavlarda başarılı sonuçlar elde ettiği tespit edilmiştir (79). Bu bulgular, yapay zekâ modellerinin tanı ve tedavi süreçlerinden eğitim ve sınav değerlendirmelerine kadar geniş bir yelpazede klinisyenlere destek sağlayabilecek güçlü araçlar olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, yapay zekâ modellerinin sağlık hizmetlerinde tanı, tedavi ve karar verme süreçlerine entegrasyonu hem hasta bakımının kalitesini artırmada hem de klinisyenlerin iş yükünü hafifletmede önemli bir potansiyel sunmaktadır. Çalışmamız, ChatGPT-4'ün hafif kafa travmalı hastalarda BT çekim endikasyonlarını belirlemede güvenilir bir araç olarak kullanılabileceğini ve klinik rehberlerle uyumlu kararlar verebileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, geleneksel skorlama sistemleri, sabit kurallara dayalı algoritmalar olarak klinik karar verme süreçlerinde önemli bir yer tutsa da yapay zekâ teknolojilerinin sürekli öğrenme, kişiselleştirilebilir veri işleme, nadir ve atipik vakaları tanıma ve birden fazla kaynaktan bilgi entegre edebilme yetenekleriyle bu sistemlerin ötesine geçtiği açıktır. Yapay zekânın derin öğrenme ve coğrafi veya klinik bağlama özel eğitilebilirlik özellikleri, sağlık hizmetlerinde dönüşüm yaratma potansiyelini güçlendirmektedir. Gelecekte, yapay zekâ modellerinin yalnızca karar destek sistemleri olarak değil, aynı zamanda tıbbi görüntüleme, tanı ve tedavi planlama gibi daha karmaşık süreçlerde de birer çözüm ortağı haline gelmesi beklenmektedir. Bu doğrultuda, yapay zekâ destekli sağlık uygulamalarının etik ve yasal çerçevede geliştirilmesi, klinisyenlerin rehberliğinde uygulanması ve veri kalitesinin önceliklendirilmesi, daha etkili ve güvenli bir sağlık ekosistemi oluşturulmasında kritik bir role sahip olacaktır.

5.1. Kısıtlılıklar

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları mevcuttur. İlk olarak, çalışma belirli bir zaman dilimi içerisinde ve tek bir klinik merkezde gerçekleştirilmiştir. Bu durum, elde edilen sonuçların farklı zamanlarda ve farklı klinik ortamlarda genellenmesini sınırlandırabilir. Çalışmamızda farklı yaş grupları ve senaryolar değerlendirilmiş olmakla birlikte, modelin daha geniş ve farklı demografik özelliklere sahip veri setleriyle test edilmesi gerekmektedir. Bu tür genişletilmiş bir değerlendirme, modelin genelleştirilebilirliğini ve klinik karar verme süreçlerine entegrasyonunu daha iyi ortaya koyacaktır. Ayrıca, çalışmada yalnızca bir yapay zekâ modeli (ChatGPT-4) kullanılmış ve diğer yapay

zeka araçlarının performanslarına ilişkin herhangi bir bilgi sunulmamıştır. Bu durum, farklı yapay zekâ modellerinin karşılaştırmalı etkinliğini değerlendirme imkânını sınırlayan bir diğer kısıtlılık olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmamıza dahil edilen hasta sayıları, yapılan güç analizinde hesaplanan hedef sayılarına ulaşılmaya çalışılarak belirlenmiştir. Erişkin hasta grubunda ve toplamda pediatrik hasta grubunda hedeflenen hasta sayısına ulaşılmıştır. Pediatrik 2 yaş üzeri hasta grubunda da yeterli hasta sayısı elde edilmiş olmakla birlikte, 2 yaş altı pediatrik hasta grubunda katılım oranı sınırlı kalmıştır. Bu durum, söz konusu yaş grubunda acil servislere başvuran hasta sayısının düşük olmasıyla ilişkilidir ve bu kısıtlılık, bu gruptaki sonuçların genellenebilirliğini sınırlamaktadır.

Çalışmamızda kullanılan veri setleri, eksiksiz ve yapılandırılmış bilgiler içermekte olup, bu durum yapay zekâ modelinin performansını optimize etmiş olabilir. Ancak, gerçek dünyadaki klinik akışta verilerin eksik, hatalı veya düzensiz olabileceği göz önüne alındığında, bu tür veri sınırlılıklarının yapay zekâ modellerinin performansını nasıl etkileyebileceği daha fazla araştırılmaya ihtiyaç duymaktadır. Yapay zekâ modellerinin başarısı, kullanılan veri setlerinin boyutu, kalitesi ve çeşitliliği ile doğrudan ilişkilidir. Daha karmaşık ve düzensiz veri setleriyle modelin test edilmesi, gerçek dünya uygulamaları için daha iyi bir perspektif sağlayacaktır.

Çalışmamızda BT çekim endikasyonlarının belirlenmesinde PECARN ve Kanada BT kuralları kullanılmıştır, ancak bu rehberlerin de kendi sınırlılıkları olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Rehberlerin doğruluğu ve klinik uygulanabilirliği, özellikle nadir ve atipik vakalar açısından değişkenlik gösterebilir. Bu durum, yapay zekâ modelinin performansının bu rehberlerin doğruluğuna bağımlı hale gelmesine neden olabilir ve sonuçların yorumlanmasında dikkate alınması gereken bir diğer kısıtlılık olarak değerlendirilmektedir.

Yapay zekâ modellerinin karmaşık ve nadir görülen vakaları tanımlama potansiyeli bulunmakla birlikte, bu tür vakalar çalışmamızda yeterince kapsamlı bir şekilde ele alınmamıştır. Bu tür vakaların daha detaylı incelendiği çalışmalar, yapay zekâ modellerinin sınırlılıklarını ve güçlü yönlerini daha iyi ortaya koyabilir. Ayrıca, yapay zekâ modellerinin yüksek kaliteli ve yapılandırılmış verilere bağımlı olduğu unutulmamalıdır. Çalışmamız, yapay zekâ modellerinin doğru ve sistematik veri girişi

ile etkili sonuçlar verdiğini göstermiş olsa da, bu modellerin daha karmaşık senaryolarda etkili bir şekilde çalışabilmesi için geliştirilmesi gerektiği açıktır. Bu doğrultuda, kullanıcı geri bildirimine dayalı iyileştirme süreçleri kritik bir öneme sahiptir.

Son olarak, yapay zekâ modellerinin klinik karar verme süreçlerine entegrasyonu, beraberinde etik ve yasal sorumlulukları da getirmektedir. Çalışmamızda bu boyutlara yer verilmemiş olması, uygulamada karşılaşılabilecek olası sorunlara dair bir eksiklik olarak değerlendirilebilir. Yapay zekânın sağlık hizmetlerinde kullanımında etik ve yasal erçevelerin belirlenmesi, bu teknolojilerin güvenli ve etkili bir şekilde uygulanması için vazgeçilmezdir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, hafif kafa travmaları olan hastalarda kranial BT taramalarına karar vermede yapay zeka (ChatGPT-4) ile hekimlerin performansı karşılaştırılmıştır. Çalışmada, yetişkin hastalar için Kanada BT Kuralları, pediatrik hastalar için PECARN BT Kuralları BT çekim endikasyonu belirlenmesinde kullanılmıştır ve hekimlerin ve ChatGPT-4'ün kararları, bu kurallarla karşılaştırılmıştır.

Erişkin hasta grubunda ChatGPT-4 hafif kafa travmalarında kranial BT taramalarına karar vermede Kanada BT kuralları ile Kappa analizinde mükemmel uyum göstererek orta düzeyde uyum gösteren hekimleri geride bırakmıştır. ChatGPT-4'ün bu hasta grubunda intrakraniyal patolojileri tespit etmede yüksek sensitivite ve negatif prediktif değere, düşük spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu hasta grubunda hekimlerin de yüksek sensitivite ve negatif prediktif değere, düşük spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Fakat ChatGPT-4'ün oransal olarak daha yüksek spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Pediatrik 2 yaş üzeri hasta grubunda ChatGPT-4 hafif kafa travmalarında kranial BT taramalarına karar vermede PECARN BT kuralları ile Kappa analizinde çok yüksek uyum göstererek orta düzeyde uyum gösteren hekimleri geride bırakmıştır. ChatGPT-4'ün bu hasta grubunda intrakraniyal patolojileri tespit etmede yüksek sensitivite ve negatif prediktif değere, düşük spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu hasta grubunda hekimlerin de yüksek sensitivite ve negatif prediktif değere, düşük spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Fakat ChatGPT-4'ün oransal olarak daha yüksek spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Pediatrik 2 yaş altı hasta grubunda ChatGPT-4 hafif kafa travmalarında kranial BT taramalarına karar vermede PECARN BT kuralları ile çok yüksek uyum göstererek yüksek düzeyde uyum gösteren hekimleri geride bırakmıştır. ChatGPT-4'ün bu hasta grubunda intrakraniyal patolojileri tespit etmede yüksek sensitivite ve negatif prediktif değere, düşük spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu hasta grubunda hekimlerin de yüksek sensitivite ve negatif prediktif değere, düşük spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Fakat ChatGPT-4'ün

oransal olarak daha yüksek spesifite ve pozitif prediktif değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, ChatGPT-4'ün BT karar verme kuralları ile yüksek bir uyum gösterdiğini ve hekimlere kıyasla daha isabetli kararlar verdiğini ortaya koymuştur. Bu durum, yapay zekanın hafif kafa travmalarında gereksiz BT taramalarını azaltmada ve klinik karar süreçlerini desteklemede potansiyel olarak etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

ChatGPT-4'ün özellikle mevcut kılavuzlarla uyumlu şekilde hızlı ve tutarlı kararlar alabilmesi, klinik pratikte hekimlerin iş yükünü azaltabilecek ve sağlık hizmetlerinin maliyet etkinliğini artırabilecek bir uygulama alanı sunmaktadır. Bununla birlikte, yapay zekanın klinik kullanımına yönelik daha geniş çaplı ve prospektif çalışmalara ihtiyaç olduğu açıktır.

Bu çalışma, yapay zekanın hafif kafa travmalarında klinik karar destek sistemi olarak kullanılabilirliğine dair önemli bulgular sunmakta ve bu alanda gelecekte yapılacak araştırmalar için bir temel oluşturmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Korley FK, Kelen GD, Jones CM, Diaz-Arrastia R. Emergency Department Evaluation of Traumatic Brain Injury in the United States, 2009-2010. *J Head Trauma Rehabil.* 2016;31(6):379-87.
2. Taylor CA, Bell JM, Breiding MJ, Xu L. Traumatic Brain Injury-Related Emergency Department Visits, Hospitalizations, and Deaths - United States, 2007 and 2013. *MMWR Surveill Summ.* 2017;66(9):1-16.
3. Rutland-Brown W, Langlois JA, Thomas KE, Xi YL. Incidence of traumatic brain injury in the United States, 2003. *J Head Trauma Rehabil.* 2006;21(6):544-8.
4. Probst MA, Kanzaria HK, Schriger DL. A conceptual model of emergency physician decision making for head computed tomography in mild head injury. *Am J Emerg Med.* 2014;32(6):645-50.
5. Berrington de Gonzalez A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, et al. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med.* 2009;169(22):2071-7.
6. Tintinalli JE, Stapczynski JS, Ma O, Yealy D, Meckler G, Cline D. *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide, 8e*: McGraw Hill Education; 2016.
7. Levine Z. Mild traumatic brain injury: Part 2: Concussion management. *Can Fam Physician.* 2010;56(7):658-62.
8. Faul M, Xu L, Wald MM, Coronado V, Dellinger AM. Traumatic brain injury in the United States: national estimates of prevalence and incidence, 2002–2006. *Injury Prevention.* 2010;16(Suppl 1):A268-A.
9. Isik HS, Bostanci U, Yildiz O, Ozdemir C, Gokyar A. [Retrospective analysis of 954 adult patients with head injury: an epidemiological study]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2011;17(1):46-50.

10. Badhiwala JH, Wilson JR, Fehlings MG. Global burden of traumatic brain and spinal cord injury. *Lancet Neurol.* 2019;18(1):24-5.
11. Seery GE. Surgical anatomy of the scalp. *Dermatol Surg.* 2002;28(7):581-7.
12. Trauma ACoSCo. ATLS® : advanced trauma life support student course manual: American College of Surgeons; 2018.
13. Agur AM, Dalley AF. Grant's atlas of anatomy: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
14. Goldman BE, Fisher DM, Ringler SL. Transcutaneous PO₂ of the scalp in male pattern baldness: a new piece to the puzzle. *Plast Reconstr Surg.* 1996;97(6):1109-16; discussion 17.
15. Rhimes S. Grey's anatomy: Walt Disney Studios Home Entertainment; 2012.
16. Rhoton Jr AL. Rhoton's cranial anatomy and surgical approaches: Oxford University Press; 2019.
17. Ghannam JY, Al Kharazi KA. Neuroanatomy, Cranial Meninges. *StatPearls. Treasure Island (FL)*2024.
18. Dasgupta K, Jeong J. Developmental biology of the meninges. *Genesis.* 2019;57(5):e23288.
19. Arıncı K, Elhan A. Anatomi 2. cilt: Dolaşım sistemi, periferik sinir sistemi, merkezi sinir sistemi, duyu organları: Güneş kitapevi; 2006.
20. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC, LaMantia AS, McNamara JO, et al. *Neurociências - 4.ed*: Artmed Editora; 2010.
21. Arienta C, Caroli M, Balbi S. Management of head-injured patients in the emergency department: a practical protocol. *Surg Neurol.* 1997;48(3):213-9.
22. Teasdale G, Maas A, Lecky F, Manley G, Stocchetti N, Murray G. The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time. *The Lancet Neurology.* 2014;13(8):844-54.

23. Öztürk D, Seyhan Ak E, Akyolcu N (01 Aralık 2018) Nöroşirürji Yoğun Bakım Ünitesinde Travmatik Beyin Yaralanması Sonrası Vücut Sıcaklığının Korunması ve Yönetimi. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 7 4 89–94.
24. Kabataş S CE, Yılmaz C, Kaplan N, Karaarslan N, Yılmaz İ. Kafa Travmalarına Yaklaşım 2019. 34-53 p. p.
25. Baykaner K, Alp H, Ceviker N, Keskil S, Seckin Z. Observation of 95 patients with extradural hematoma and review of the literature. Surg Neurol. 1988;30(5):339-41.
26. Stone CK, Humphries RL. CURRENT Diagnosis and Treatment Emergency Medicine, Seventh Edition: McGraw Hill LLC; 2011.
27. Yang XF, Wen L, Shen F, Li G, Lou R, Liu WG, et al. Surgical complications secondary to decompressive craniectomy in patients with a head injury: a series of 108 consecutive cases. Acta Neurochir (Wien). 2008;150(12):1241-7; discussion 8.
28. The Brain Trauma Foundation. The American Association of Neurological Surgeons. The Joint Section on Neurotrauma and Critical Care. Guidelines for cerebral perfusion pressure. J Neurotrauma. 2000;17(6-7):507-11.
29. Jhaveri MD, Salzman KL, Osborn AG. Diagnostic Imaging: Brain: Elsevier Health Sciences; 2015.
30. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, et al. Surgical management of acute subdural hematomas. Neurosurgery. 2006;58(3 Suppl):S16-24; discussion Si-iv.
31. Zumkeller M, Behrmann R, Heissler HE, Dietz H. Computed tomographic criteria and survival rate for patients with acute subdural hematoma. Neurosurgery. 1996;39(4):708-12; discussion 12-3.
32. Murray GD, Teasdale GM, Braakman R, Cohadon F, Dearden M, Iannotti F, et al. The European Brain Injury Consortium survey of head injuries. Acta Neurochir (Wien). 1999;141(3):223-36.

33. Gennarelli TA. Mechanisms of brain injury. *J Emerg Med.* 1993;11 Suppl 1:5-11.
34. Narayan RK, Michel ME, Ansell B, Baethmann A, Biegon A, Bracken MB, et al. Clinical trials in head injury. *J Neurotrauma.* 2002;19(5):503-57.
35. Jankovic J, Mazziotta JC, Pomeroy SL, Newman NJ. *Bradley's Neurology in Clinical Practice E-Book: Elsevier Health Sciences;* 2021.
36. Teasdale GM. Head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1995;58(5):526-39.
37. Hardman JM, Manoukian A. Pathology of head trauma. *Neuroimaging Clin N Am.* 2002;12(2):175-87, vii.
38. Osborn AG, Hedlund GL, Salzman KL. *Osborn's Brain: Imaging, Pathology, and Anatomy: Elsevier;* 2017.
39. Gennarelli TA, Adams JH, Graham DI. Acceleration induced head injury in the monkey.I. The model, its mechanical and physiological correlates. *Acta Neuropathol Suppl.* 1981;7:23-5.
40. Wiegele M, Schochl H, Haushofer A, Ortler M, Leitgeb J, Kwasny O, et al. Diagnostic and therapeutic approach in adult patients with traumatic brain injury receiving oral anticoagulant therapy: an Austrian interdisciplinary consensus statement. *Crit Care.* 2019;23(1):62.
41. Li J, Brown J, Levine M. Mild head injury, anticoagulants, and risk of intracranial injury. *Lancet.* 2001;357(9258):771-2.
42. McLeod R, Stockwell T, Stevens M, Phillips M. The relationship between alcohol consumption patterns and injury. *Addiction.* 1999;94(11):1719-34.
43. Strouse PJ. Shaken baby syndrome is real. *Pediatr Radiol.* 2018;48(8):1043-7.
44. Joyce T, Gossman W, Huecker MR. *Pediatric Abusive Head Trauma. StatPearls. Treasure Island (FL)2024.*

45. Schiller WR, Knox R, Chleborad W. A five-year experience with severe injuries in elderly patients. *Accid Anal Prev.* 1995;27(2):167-74.
46. Tinetti ME, Speechley M. Prevention of falls among the elderly. *N Engl J Med.* 1989;320(16):1055-9.
47. Wright DW, Merck LH. Head Trauma. In: Tintinalli JE, Ma OJ, Yealy DM, Meckler GD, Stapczynski JS, Cline DM, et al., editors. *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide*, 9e. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2020.
48. Maas AI, Dearden M, Teasdale GM, Braakman R, Cohadon F, Iannotti F, et al. EBIC-guidelines for management of severe head injury in adults. European Brain Injury Consortium. *Acta Neurochir (Wien).* 1997;139(4):286-94.
49. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, Blunt BA, Baldwin N, Eisenberg HM, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma.* 1993;34(2):216-22.
50. Langlois JA, Rutland-Brown W, Thomas KE. The incidence of traumatic brain injury among children in the United States: differences by race. *J Head Trauma Rehabil.* 2005;20(3):229-38.
51. Ly N, McCaig LF. National Hospital Ambulatory Medical Care Survey: 2000 outpatient department summary. *Adv Data.* 2002(327):1-27.
52. Marlow R, Mytton J, Maconochie IK, Taylor H, Lyttle MD. Trends in admission and death rates due to paediatric head injury in England, 2000-2011. *Arch Dis Child.* 2015;100(12):1136-40.
53. Babl FE, Lyttle MD, Bressan S, Borland M, Phillips N, Kochar A, et al. A prospective observational study to assess the diagnostic accuracy of clinical decision rules for children presenting to emergency departments after head injuries (protocol): the Australasian Paediatric Head Injury Rules Study (APHIRST). *BMC Pediatr.* 2014;14:148.

54. McCaig LF, Nawar EW. National Hospital Ambulatory Medical Care Survey: 2004 emergency department summary. *Adv Data*. 2006(372):1-29.
55. Kuppermann N, Holmes JF, Dayan PS, Hoyle JD, Jr., Atabaki SM, Holubkov R, et al. Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: a prospective cohort study. *Lancet*. 2009;374(9696):1160-70.
56. Maguire JL, Boutis K, Uleryk EM, Laupacis A, Parkin PC. Should a head-injured child receive a head CT scan? A systematic review of clinical prediction rules. *Pediatrics*. 2009;124(1):e145-54.
57. Stiell IG, Wells GA, Vandemheen K, Clement C, Lesiuk H, Laupacis A, et al. The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *Lancet*. 2001;357(9266):1391-6.
58. Haralick RM. Statistical and structural approaches to texture. *Proceedings of the IEEE*. 1979;67(5):786-804.
59. Bellini V, Cascella M, Cutugno F, Russo M, Lanza R, Compagnone C, et al. Understanding basic principles of Artificial Intelligence: a practical guide for intensivists. *Acta Biomed*. 2022;93(5):e2022297.
60. Buch VH, Ahmed I, Maruthappu M. Artificial intelligence in medicine: current trends and future possibilities. *Br J Gen Pract*. 2018;68(668):143-4.
61. Russell SJ, Norvig P. *Artificial intelligence: a modern approach*: Pearson; 2016.
62. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*. 2017;69S:S36-S40.
63. Amisha, Malik P, Pathania M, Rathaur VK. Overview of artificial intelligence in medicine. *J Family Med Prim Care*. 2019;8(7):2328-31.
64. Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning in Medicine. *N Engl J Med*. 2019;380(14):1347-58.

65. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017;542(7639):115-8.
66. Lakhani P, Sundaram B. Deep Learning at Chest Radiography: Automated Classification of Pulmonary Tuberculosis by Using Convolutional Neural Networks. *Radiology*. 2017;284(2):574-82.
67. Pasli S, Sahin AS, Beser MF, Topcuoglu H, Yadigaroglu M, Imamoglu M. Assessing the precision of artificial intelligence in emergency department triage decisions: Insights from a study with ChatGPT. *Am J Emerg Med*. 2024;78:170-5.
68. Gebrael G, Sahu KK, Chigarira B, Tripathi N, Mathew Thomas V, Sayegh N, et al. Enhancing Triage Efficiency and Accuracy in Emergency Rooms for Patients with Metastatic Prostate Cancer: A Retrospective Analysis of Artificial Intelligence-Assisted Triage Using ChatGPT 4.0. *Cancers (Basel)*. 2023;15(14).
69. Rohacek M, Albrecht M, Kleim B, Zimmermann H, Exadaktylos A. Reasons for ordering computed tomography scans of the head in patients with minor brain injury. *Injury*. 2012;43(9):1415-8.
70. Haim GB, Braun A, Eden H, Burshtein L, Barash Y, Irony A, et al. AI in the ED: Assessing the efficacy of GPT models vs. physicians in medical score calculation. *Am J Emerg Med*. 2024;79:161-6.
71. Turan EI, Baydemir AE, Ozcan FG, Sahin AS. Evaluating the accuracy of ChatGPT-4 in predicting ASA scores: A prospective multicentric study ChatGPT-4 in ASA score prediction. *J Clin Anesth*. 2024;96:111475.
72. Safranek CW, Huang T, Wright DS, Wright CX, Socrates V, Sangal RB, et al. Automated HEART score determination via ChatGPT: Honing a framework for iterative prompt development. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2024;5(2):e13133.
73. Chen TC, Kaminski E, Koduri L, Singer A, Singer J, Couldwell M, et al. Chat GPT as a Neuro-Score Calculator: Analysis of a Large Language Model's

Performance on Various Neurological Exam Grading Scales. *World Neurosurg.* 2023;179:e342-e7.

74. Meral G, Ates S, Gunay S, Ozturk A, Kusdogan M. Comparative analysis of ChatGPT, Gemini and emergency medicine specialist in ESI triage assessment. *Am J Emerg Med.* 2024;81:146-50.

75. Gunay S, Ozturk A, Ozerol H, Yigit Y, Erenler AK. Comparison of emergency medicine specialist, cardiologist, and chat-GPT in electrocardiography assessment. *Am J Emerg Med.* 2024;80:51-60.

76. Wang HC, Wang SC, Yan JL, Ko LW. Artificial Intelligence Model Trained with Sparse Data to Detect Facial and Cranial Bone Fractures from Head CT. *J Digit Imaging.* 2023;36(4):1408-18.

77. Krusche M, Callhoff J, Knitza J, Ruffer N. Diagnostic accuracy of a large language model in rheumatology: comparison of physician and ChatGPT-4. *Rheumatol Int.* 2024;44(2):303-6.

78. Lukac S, Dayan D, Fink V, Leinert E, Hartkopf A, Veselinovic K, et al. Evaluating ChatGPT as an adjunct for the multidisciplinary tumor board decision-making in primary breast cancer cases. *Arch Gynecol Obstet.* 2023;308(6):1831-44.

79. Gilson A, Safranek CW, Huang T, Socrates V, Chi L, Taylor RA, et al. How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination (USMLE)? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Med Educ.* 2023;9:e45312.