

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI**

**KAFA TRAVMALI ÇOCUKLARDA BİLGİSAYARLI BEYİN TOMOGRAFİSİ
BULGULARI VE MARUZ KALINAN RADYASYON**

**UZMANLIK TEZİ
DR. ZÜMRÜT ÇİÇEK**

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Ali KOÇYİĞİT**

DENİZLİ - 2012

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI**

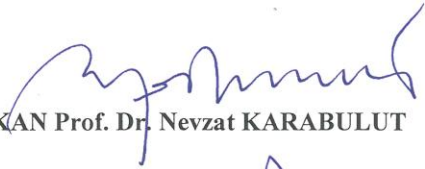
**KAFA TRAVMALI ÇOCUKLARDA BİLGİSAYARLI BEYİN TOMOGRAFİSİ
BULGULARI VE MARUZ KALINAN RADYASYON**


**UZMANLIK TEZİ
DR. ZÜMRÜT ÇİÇEK**

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Ali KOÇYİĞİT**

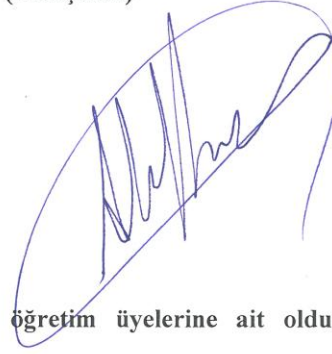
DENİZLİ - 2012

Yrd. Doç. Dr. Ali KOÇYİĞİT danışmanlığında Dr. Zümrüt ÇİÇEK tarafından yapılan “Kafa Travmalı Çocuklarda Bilgisayarlı Beyin Tomografisi Bulguları ve Maruz Kalınan Radyasyon” başlıklı tez çalışması 30/04/2012 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından RADYODİAGNOSTİK Anabilim Dalı’nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.


BAŞKAN Prof. Dr. Nevzat KARABULUT


ÜYE Prof. Dr. Nuran Sabir AKKOYUNLU

ÜYE Yrd. Doç. Dr. Ali KOÇYİĞİT (Danışman)



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.
13.../04/2012


Prof. Dr. Mustafa KILIÇ
Pamukkale Üniversitesi
Tıp Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini paylaŐan değerli hocam ve tez danıŐmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali KOÇYİĞİT'e, eğitimimde büyük emeği geçen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Nevzat KARABULUT'a, Sayın Prof. Dr. Nuran SABİR AKKOYUNLU'ya, Sayın Doç.Dr. Ahmet Baki YAĞCI'ya, Sayın Doç.Dr. Yılmaz KIROĞLU'na ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Duygu HEREK'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışmada katkıları bulunan Acil Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Mustafa SERİNKEN'e ve Halk Sağlığı Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Mehmet ZENCİR'e de teŐekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan, desteklerini esirgemeyen eŐime ve canım aileme, birlikte çalıŐtıđım tüm asistan ve teknisyen arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ONAY SAYFASI	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	XI
ÖZET	XII
ABSTRACT	XIV
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	3
Kafa Travmasının Mekanizması.....	3
Kafa Travmasının Fiziopatolojisi	4
Travmatik Beyin Yaralanmasının Sınıflandırılması	4
Travmatik Kranyal Lezyonlar	4
Travmatik İntrakranyal Lezyonlar	5
Kafa Travmalı Hastanın Değerlendirilmesi.....	7
Kafa Travmalı Hastalarda Radyolojik Tanı Metodları	9
Kraniyografi	9
Ultrasonografi.....	9
Bilgisayarlı Beyin Tomografisi	9
Manyetik Rezonans	9
Bilgisayarlı Tomografi Fiziği	10
Helikal Bilgisayarlı Tomografide Hasta Dozu ve Gürültü.....	12
İyonizan Radyasyonun Biyolojik Etkileri	16
Hastalıkların Uluslararası Sınıflaması	18
Hastane Verilerinin Saklanması	19

GEREÇ VE YÖNTEM	20
Çalışma Grubu.....	20
Hastaların İncelenmesi.....	20
Bilgisayarlı Tomografi İncelemesi ve Radyasyon Dozunun Hesaplanması	22
Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	24
BULGULAR	25
TARTIŞMA	35
SONUÇLAR	52
KAYNAKLAR	54

SİMGELER VE KISALTMALAR

ALARA: *As low as reasonably achievable*

BT: Bilgisayarlı tomografi

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi

BCH: *Birmingham Children's Hospital*

BOS: Beyin omurilik sıvısı

CATCH: *Canadian Assessment of Tomography for Childhood Head Injury*

CCHR: *Canadian CT Head Rule*

CHALICE: *Children's Head Injury Algorithm for the Prediction of Important Clinical Events*

CT: *Computed Tomography* (Bilgisayarlı tomografi)

CTDI: *Computed Tomography Dose Index* (Bilgisayarlı tomografi doz indeksi)

CTDIvol: *Volume Computed Tomography Dose Index*

CTDIw: *Weighted Computed Tomography Dose Index*

ÇKBT: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi

DAG: Difüzyon ağırlıklı görüntüleme

DLP: *Dose length product* (Doz uzunluk çarpımı)

DSÖ: Dünya sağlık örgütü

DTR: Derin tendon refleksi

EC: *European Commission*

FDA: *The Food and Drug Administration*

FLAIR: *Fluid attenuated inversion recovery*

FM: Fizik muayene

FOV: *Field of view* (Görüntüleme alanı)

GKS: Glasgow koma skalası

Hb: Hemoglobin

HBYS: Hastane bilgi yönetim sistemi

ICD: *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*

ICRP: *International Commission on Radiological Protection*

KDP: Kesit duyarlılık profili
KS: Kranyal sinir
kV: Kilovolt
mA: Miliamper
mAs: Miliamper-saniye
MB: Megabayt
MB/sn: Megabayt/saniye
mGy: Miligray
MR: Manyetik rezonans
mSv: Milisievert
NCRP: *National Council on Radiation Protection and Measurements*
NEXUS II: *National Emergency X-Radiography Utilization Study II*
NICE: *National Institute for Health and Clinical Excellence*
NM: Nörolojik muayene
NOC: *New Orleans Criteria*
PACS: *Picture Archiving and Communication Systems (Görüntü Saklama ve İletişim Sistemleri)*
PAÜTF: Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi
PECARN: *Pediatric Emergency Care Applied Research Network*
ROI: *Region of Interest (İlgi alanı)*
SAK: Subaraknoid kanama
SCALP: *Skin Connective Tissue Galea Aponeurotica Loose areolar connective tissue Periosteum*
SIGN: *Scottish Interecollegiate Guidelines Network*
SIAARTI: *Società Italiana di Anestesia, Analgesia, Rianimazione e Terapia Intensiva*
SPSS: *Statistical Package for Social Sciences*
SS: Standart sapma
T: Nominal kesit kalınlığı
T1A: T1 ağırlıklı
T2A: T2 ağırlıklı

T2*: T2 yıldız (gradient eko)

TKBT: Tek kesitli bilgisayarlı tomografi

TKS: Tam kan sayımı

UNSCEAR: *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*

US: Ultrasonografi

WHO: *World Health Organization*

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1 Hastaların sistem tarafından otomatik olarak hesaplanmış $CTDI_{vol}$ ve DLP değerleri.....	23
Şekil 2 BBT bulgularına göre hasta sayılarının dağılımı.....	25
Şekil 3 Acil serviste verilen tedavi sonrası yönlendirildikleri yere göre hastaların dağılımı	28

TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1 Glasgow Koma Skalası (GKS)	8
Tablo 2 Adli olan ve adli olmayan hastaların BBT gruplarına göre dağılımı	26
Tablo 3 Adli olan ve adli olmayan hastaların BBT gruplarına göre karşılaştırılması....	26
Tablo 4 Delici ya da künt travmalı hastaların BBT gruplarına göre dağılımı.....	27
Tablo 5 Delici ya da künt travmalı hastaların BBT gruplarına göre karşılaştırılması....	27
Tablo 6 Acil servise geliş sebebine göre BBT bulgularının dağılımı	28
Tablo 7 Hastaların BBT gruplarına göre acil servisten yönlendirildikleri yerlere göre dağılımı	29
Tablo 8 Nörolojik muayane bulgularına göre BBT sonuçlarının dağılımı.....	29
Tablo 9 Nörolojik muayane bulguları ile BBT sonuçlarının karşılaştırılması	30
Tablo 10 Hastaların GKS skorlarına göre BBT bulgularının dağılımı	31
Tablo 11 Hastaların bilinç durumlarına göre BBT sonuçlarının dağılımı.....	31
Tablo 12 Hastaların bilinç durumlarının BBT sonuçlarına göre karşılaştırılması	32
Tablo 13 Bulantısı olan ve olmayan hastaların BBT sonuçlarına göre dağılımı.....	32
Tablo 14 Bulantısı olan ve olmayan hastaların BBT sonuçlarının karşılaştırılması	33
Tablo 15 Yaş gruplarına göre CTDI, DLP ve efektif doz dağılımı.....	33
Tablo 16 Makina tarafından otomatik olarak hesaplanan eski ve yeni doz değerleri.....	51

ÖZET

Kafa Travmalı Çocuklarda Bilgisayarlı Beyin Tomografisi Bulguları ve Maruz Kalınan Radyasyon

Dr. Zümrüt Çiçek

Pediyatrik yaş grubu hastalar sıklıkla çeşitli nedenlere bağlı kafa travmasına maruz kalmaktadır. Hastaneye başvuruda acil servis işleyişi içerisinde bu hastalara iyonizan radyasyon içeren tetkikler sıkça uygulanmaktadır. Çocuk hastaların iyonizan radyasyona daha duyarlı oldukları ve travmaların çoğunluğunun hayatı tehdit edecek boyutta olmayan hafif şiddette kafa travmaları olduğu düşünüldüğünde iyonizan radyasyon içeren tetkiklerin doğru endikasyon varlığına göre uygulanması hususu öne çıkmaktadır. Bu çalışmada kafa travmalı pediyatrik yaş grubu hastaların (0-16 yaş) BBT tetkiklerinde verilen radyasyon dozlarının ölçümü ve klinik bulgular ile tomografi bulgularının karşılaştırılması amaçlandı.

Çalışmamızda 2008-2010 yılları arasında acil servise başvuran 0-16 yaş çocuk hastaların hastane kayıtlarında mevcut olan demografik verileri, hastaneye başvuru sebepleri, travmanın oluş mekanizması, nörolojik ve fizik muayene bulguları, Glasgow Koma Skalası (GKS) skorları ve BBT raporlarının sonuçları incelendi. Hastaların PACS (*Picture Archiving and Communication Systems*) kayıtlarındaki BBT görüntülerine ulaşarak her çekim için otomatik olarak hesaplanmış olan $CTDI_{vol}$ (*Volume Computed Tomography Dose Index*) ve DLP (*Dose Length Product*) değerleri kaydedildi. Bu değerlerden yola çıkarak her hasta için BBT çekimindeki efektif dozlar hesaplanarak hastaların maruz kaldıkları radyasyon dozları belirlendi.

Araştırmaya 643 hasta dahil edildi. Travma sebebiyle acil servise başvuran hastaların en fazla 18 ay-6 yaş grubunda olduğu görüldü. Hastaların BBT sonuçlarının çoğunun

normal raporlandığı (n=507, % 78.8) ve en fazla saptanan patolojik bulgunun ise skalp yaralanması (n=60, % 9.3) ve ardından kranyal kırık (n=40, % 6.2) olduğu görüldü.

Hastaların acil servise en sık başvuru sebebinin % 47.1 (n=303) ile ev dışı kazalar olduğu ve bunu % 26.1 (n=168) ile ev içi kazaların takip ettiği görüldü. Acil serviste tedavileri tamamlanan hastalardan 507'sinin (%78.8) taburcu edildiği görüldü. Glasgow Koma Skalası skorlarına göre hafif şiddette kafa travması (GKS 13-15) geçiren hasta sayısının 635 olduğu ve bunların da 507'sinin (% 79.8) BBT sonucunun normal olduğu görüldü.

Çalışmaya alınan hastaların BBT tetkiklerinde sistem tarafından otomatik olarak belirlenen CTDI_{vol} ve DLP değerleri kullanılarak efektif doz değerleri hesaplandı. Bu değerler sırasıyla 0-18 ay (n=201) için 4.58±1.45 mSv, 18 ay-6 yaş (n=255) için 3.88±0.37 mSv, 6-16 yaş (n=187) için 3.31±0.11 mSv olarak bulundu. Bu değerlerin literatürdeki değerlere göre yüksek olduğu tespit edildi.

Çalışmamızdaki ve literatürdeki sonuçlara bakıldığında kafa travmalı çocuk hastalara acil servis yaklaşımında çok çeşitli yöntemler mevcuttur. BBT çekimlerinde belirlenmiş uluslararası protokoller bulunmamakta ve bu nedenle merkezler kendi inisiyatifleri doğrultusunda hareket etmektedir. Bu da travmalı çocuk hastaların BBT çekimleri sonucu maruz kaldıkları radyasyon miktarında farklılıklara ve maruz kaldıkları dozlarda artışlara neden olmaktadır.

Sonuç olarak; kafa travması ile acil servise başvuran çocuk hastaların yönetimi ve BBT çekim endikasyonları uygulayıcılar tarafından değişiklikler göstermektedir. Çocuk hastalara BBT çekimi endikasyonları açısından belirlenmiş kılavuzlara uyulmalıdır. Böylece çocuk hastaların fazla miktarda medikal radyasyona maruziyetleri azaltılabilir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayarlı tomografi, kranioserebral travma, pediatrik, radyasyon dozu

ABSTRACT

Cranial Computed Tomography Findings in Pediatrics with Head Injury and Radiation Exposure

Dr. Zümürüt Çiçek

The patients in the pediatric age group are frequently exposed to head trauma by various causes. On admission to the hospital at emergency service, the relevant tests, including ionizing radiation, are often applied to these patients. Considering that the pediatric patients are more sensitive to ionizing radiation, and taking into account that the majority of traumas do not threaten the life; the application of ionizing radiation tests based on the presence of appropriate indication is of vital importance. In this study, it was aimed to compare the results of tomography with the doses of exposed radiation and its clinical findings during examinations of cranial computed tomography of pediatric patients (0-16 aged) with traumatic head injuries.

In our study, according to the hospital records of 0-16 aged pediatric patients applied to the emergency department among 2008 and 2010, the available demographic data, the reasons for hospital admission, mechanisms of trauma, neurological and physical examination findings, Glasgow Coma Scale (GCS) scores and the results of cranial computed tomography reports were examined. $CTDI_{vol}$ (Volume Computed Tomography Dose Index) and DLP (Dose Length Product) values, which are automatically calculated for each shot, were recorded by reaching the CCT images in PACS (Picture Archiving and Communication Systems) records of patients. Based on these values, exposed radiation doses of patients were determined by calculating effective doses for each patient during CCT shooting.

643 patients were included in the study. Majority of the patients applied to the emergency department due to head trauma were between the 18 months and 6 years old.

It was found that CCT results were normal in most of the patients (n=507, 78.8 %), the scalp injury was the most detected abnormal radiologic findings (n=60, 9.3 %), followed by cranial fractures (n=40, 6.2 %).

The most common cause of application to the emergency department was accidents "outside home" by 47.1 %, followed ones "at home" with 26.1 % (n=168). We found that 507 (78.8 %) of patients were discharged after a successful completion of their treatment in the emergency department. According to GCS scores, 635 patients had mild head trauma (GCS 13-15) and CCT results were normal in 507 of them (79.8 %).

The effective radiation doses were calculated by using $CTDI_{vol}$ and DLP values derived automatically from the system during CCT examinations of patients. These values were calculated as 4.58 ± 1.45 mSv for 0-18 months (n = 201), 3.88 ± 0.37 mSv for 18 months-6 years (n = 255), and 3.31 ± 0.11 mSv for 6-16 years (n = 187). It was determined that these values were relatively higher when compared to the other reported values in the literature.

Looking at the results in our study and literature, various methods have been applied to pediatric patients with head trauma at the emergency departments. There is lack of an established international protocol describing the CCT indications in children with head trauma. Therefore each department acts in accordance with their own initiatives and experiences. As a result, the CCT shootings of pediatric patients with head trauma, showed the differences in the amount of exposed radiation and unnecessary increases in its doses.

In conclusion, management of pediatric patients with traumatic head injuries at emergency departments and indications of CCT examinations varies. There should be certain guidelines for indications of CCT. By this way overdoses caused by medical radiation exposure can be reduced.

Key Words: Computed tomography, craniocerebral trauma, pediatrics, radiation dose

GİRİŞ

Kafa travması her yaş grubunda görülebilen saçlı deri, kafatası veya beyin zedelenmesi şeklinde tanımlanabilen bir durumdur. Yüz, göz ve burun yaralanmaları, çene kırığı ve burun kanaması gibi durumlar kafa travması tanımının dışında tutulur (1, 2).

Günümüzde travmalı hastaların değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilen bilgisayarlı tomografi (BT) teorisi, Amerika'lı fizik profesörü A.M. Cormack tarafından geliştirilmiştir. Son yıllardaki tomografi teknolojisi üzerine olan gelişmeler, tetkik sayısında ve her tetkikte taranan vücut bölgesi miktarında artışlara neden olmuştur. 2000 yılında Kuzey Amerika kökenli bir raporda BT tetkikleri tüm radyolojik incelemelerinin % 5'ini ve tüm medikal radyasyon maruziyetinin yaklaşık % 60'ını oluşturduğu belirtilmiştir (4). Hricak ve ark. (5) yaptıkları çalışmada 2006 yılı içerisinde Amerika Birleşik Devletleri'nde 67 milyonu BT olmak üzere toplam 395 milyon iyonizan radyasyon içeren tetkik yapıldığı ve tüm iyonizan radyasyon içeren tetkikler sonucu maruz kalınan efektif doz değerlerinin % 49'unun BT'den kaynaklandığı belirtilmiştir.

Rutin tanısal incelemelerde, BT'nin iyi huylu hastalıklarda ve genç hastalarda çok yaygın olarak kullanılması, halk sağlığı açısından mümkün olan en az radyasyon dozunun uygulanmasının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (6). Bu da radyologların mümkünse her hasta için ve özellikle de pediatrik yaş grubu hastalar için BT çekim protokollerini optimize etmesi gereğini doğurmuştur. Radyasyon dozunu azaltmak ve hastaya özgü hale getirmek için hastanın yaşına, vücut büyüklüğüne, klinik endikasyonuna ve inceleme alanına uygun parametreler seçilmelidir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, çocukların maruz kaldığı düşük doz radyasyon miktarlarında bile hayatları boyunca oluşabilecek kanser riskinde belirgin derecede artış olmaktadır (7). Bu yüzden çocuklarda iyonizan radyasyon içeren tetkiklerin mümkün olduğunca az kullanılması önerilmektedir (6, 7). Büyüme çağındaki çocukların hücrelerinin sürekli mitozu uğradığı, çocukların beklenen yaşam sürelerinin fazla olması ve bu süre zarfında

maruz kalacakları çevresel radyasyon miktarı düşünülduğünde, radyasyonla bağlantılı kansere yakalanma olasılıkları açısından bu durum daha da önem kazanmaktadır (8). Baş, boyun, toraks, abdomen, pelvis ve tüm omurga görüntülemesini içeren tüm vücut tomografisi, travma geçirmiş erişkinlerde giderek artan oranda sık kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Böylece travma nedeni ile oluşan organ yaralanmaları hızla tespit edilebilmektedir. Bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) travmatik intrakranyal hasarın değerlendirilmesinde standart bir yaklaşım olsa da çekim için endikasyon varlığına iyi karar vermek gerekir. Acil servise başvuran tüm yaş guruplarındaki minör kafa travmalı hastalara çekilen BBT tetkiklerinden yaklaşık % 90'ında travmaya ait ciddi beyin hasarı tespit edilememiş olup, bu durum hastaların gereksiz yere radyasyona maruz kaldıklarını göstermektedir (9). Palchak ve ark.'nın (10) yaptıkları bir çalışmada künt kafa travması geçiren çocuklara çekilen BT tetkiklerinin % 10'dan daha azında belirgin travmatik beyin hasarı tespit edilmiştir. Tespit edilen hasar miktarına bakıldığında BT çekimi endikasyonları iyi belirlenmeli ve çekim yapılırken radyasyon dozu mümkün olduğu kadar düşük seviyede tutulmalıdır.

Yapılan araştırmalara bakıldığında kafa travması nedeni ile acil servise başvuran hastaların BBT çekilme endikasyonları arasında ülkeden ülkeye hatta ülke içerisindeki merkezler arasında bile çeşitli farklılıklar olduğu görülmüştür (11).

Bu çalışmada, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi acil servisi işleyişinde kafa travması nedeni ile hastaneye başvuran çocuk hastaların çekilmiş BT tetkik sonuçlarının klinik bulguları, tam kan sayımındaki hemoglobin düzeyleri ve *ICD (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems)* kodları ile karşılaştırılarak travmanın şekli ve tanı arasındaki ilişkilerin araştırılması, ayrıca klinik açıdan çekim esnasında hastalara verilen doz miktarlarının yaşa göre dağılımının literatürdeki kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bununla birlikte kafa travmasına yaklaşımda beyin BT isteminde uluslararası travmaya yaklaşım protokollerinin kullanılma etkinliği ile sonuçların karşılaştırılmasına da katkı sağlanması amaçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

İnsanlar, hayatlarının hemen hemen her döneminde yaralanmaya bağılı olarak kafa travması ile karşılaşabilirler. Doğum sırasında forseps tatbiki, beşikten veya kucaktan düşme, trafik, iş, ev ve spor kazaları kafa travmasına neden olan durumların başında gelir. Ciddi kafa travması öldüren, sakat bırakan, uzun süre tedavi ve bakım gerektiren bir durum olup adli ve tıbbi yönleri ile önemli sorunlarla doludur (1, 12). Ülkemizde 2008 yılında 0-16 yaş grubunda motorlu taşıt ve diğer travma sebepleri nedeniyle toplam 520 kişi ölmüş olup bunların 299'u (% 57.5) erkek, 221'i (% 42.5) kadındır (13). Bu veri içerisinde kafa travması nedeniyle ölen kişi sayısı ayrıca belirtilmemiştir.

Kafa travmalı hastalarda, intrakranyal hasarın bir an önce tespit edilebilmesi hasar oluşturabilecek risk faktörlerinin iyi belirlenmesine bağılıdır. İntrakranyal hasarı olan hastada, tanıya hemen gidilememesi sorun yaratabileceği gibi, hastalar için tetkik sınırlarının çok geniş tutulması da zaman ve para kaybına sebep olabilmekte ve hatta hayati tehlike oluşturabilecek diğer organ yaralanmalarının teşhisini geciktirebilmektedir. Hızlı nörolojik değerlendirme ve kan testlerinden sonraki adım radyolojik görüntülemedir. Kafa travmasında BBT'nin yeri bugün tartışmasız olarak kabul edilmiştir. Kranyoserebral travmalı olgularda BT ile hızlı ve noninvaziv değerlendirme erken cerrahi girişim ve medikal tedaviye olanak vererek hasta prognozunu önemli ölçüde etkilemektedir. BBT kullanımının artması ile erken dönemde intrakranyal lezyonlar daha erken saptanmakta böylece morbidite ve mortalite oranı düşmektedir. Bu nedenle akut kafa travmasını değerlendirmede BBT ilk tercih edilecek radyolojik görüntüleme yöntemi olarak önemini korumaktadır (12).

KAFA TRAVMASININ MEKANİZMASI

Kafa travmasını tanımlayan kesin kriterler yoktur. Ancak saçlı deri zedelenmesi, kafatası zedelenmesi veya beyin zedelenmesi şeklinde tanımlanabilir (1, 2).

Kafa travmasının en önemli yönü beyin üzerine olan yapısal ve fonksiyonel etkisidir. Mekanik travma sonucu oluşan total zedelenmeyi, primer mekanik hasarın yanısıra onu izleyen fizyopatolojik olayların etkileri belirler. Hasar, fonksiyonel (konküzyon) veya ancak mikroskopik inceleme ile ortaya konabilen yapısal tarzdadır (difüz aksonal zedelenme, uzayan travmatik koma) (1).

KAFA TRAVMALARININ FİZYOPATOLOJİSİ

Travmatik beyin yaralanmaları, kranyum ve içeriklerine yönelik mekanik kuvvetlerin uygulanması sonucu oluşur. Klinikte konküzyondan komaya ve hatta ölüme varan farklı tablolar görülebilir (14).

1-) Travmatik Beyin Yaralanmalarının Sınıflandırılması

Travmatik beyin yaralanmaları travma anında travmanın direkt etkisi sonucu beyin parankiminde ya da akselerasyon-deselerasyon kuvvetlerine bağlı beyaz cevher traktuslarında meydana gelen primer beyin yaralanması ve nöronal harabiyete ve hücre ölümüne neden olan sekonder beyin yaralanması olmak üzere 2 kategoriye ayrılır (14).

2-) Travmatik Kranyal Lezyonlar

Kranyal Kırıklar

Kafa kırıkları yetişkinlerde, genç ve çocuklara oranla daha siktir. İnfantlarda kafa kemikleri çok daha elastik olup kırık daha az olmasına rağmen, kafanın görece elastisitesi ve açık sütürlerin distorsiyon oluşumuna kolaylık sağlaması ile damarlarda yırtılmalar oluşabilir (15).

3-) Travmatik İntrakranyal Lezyonlar

a) Kontüzyon: Kortikal yüzeyin travmatik yaralanmasıdır. Lezyonlar esas olarak, kortikal gri cevheri ve gri-beyaz cevher bileşkesini tutarlar.

Bilgisayarlı beyin tomografisinde hemorajik ya da hemorajik olmayan iki tip serebral kontüzyon görüntülenir. Hemorajik kontüzyon, genellikle frontal ve temporal loblarda görülür, fakat serebrumun, serebellumun ya da beyin sapının herhangi bir yeri de etkilenebilir. Yüksek dansite (kan) ve düşük dansitelerin (ödem ve nekroz) karışık olduğu bir kitle lezyonu şeklinde görülür. Ancak ilk 24 saat içinde BBT'de net olarak izlenmeyebilir (16). Hemorajik olmayan kontüzyonun, serebral ödemden ayırt edilebilmesi özellikle ödemin fokal olduğu vakalarda güçtür. Hemorajik olmayan kontüzyonun daha fokal olması ve daha az kitle etkisi yapması, belirgin şekilde kontrast tutması serebral ödemden ayırımıda önemli olabilir (16).

b) Difüz aksonal hasar: Tomografide her iki lateral ventrikülde ve sisternalarda silinme, korpus kallozuma bitişik bilateral ekzantrik ve asimetrik hemoraji odakları, ventrikül içinde ve sisternalarda kan ve 3. ventriküle komşu alanlarda fokal hiperdens lezyonlar görülebilir. Kontrol BBT'lerde serebral beyaz cevherde yaygın hipodens alanlar ve ventrikülerde dilatasyon görülür (14).

c) Beyin sapı yaralanması: Primer beyin sapı yaralanmaları travma anında gelişir ve difüz aksonal hasar, direkt laserasyon şeklinde görülür. Birlikte görülen en sık lezyon difüz aksonal hasardır. (14).

d) Epidural Hematom: Epidural hematom kafatasının iç tabulası ile dura arasındaki potansiyel boşlukta gelişir. Bu potansiyel boşlukta toplanan kan bikonveks ya da lentiküler bir şekil alır (17, 18). Dural bağlantıları geçebilir fakat sütürleri geçmez, genellikle ünilateral ve supratentoryal yerleşimlidir. Posterior fossada epidural hematom nadir olmasına rağmen, supratentoriyal bölgede olanlardan daha yüksek morbidite ve

mortaliteye sahiptir (19, 20, 21). Epidural hematoma kanamanın kaynağına göre arteriyel ya da venöz olarak ayrılır.

Arteriyel epidural hematoma: En sık yaralanan damar orta meningeal arterin anterior dalıdır. Arteriyel epidural hematoma en sık temporal bölge yerleşimlidir, bu durum birçok hastadaki erken tentoryal herniasyonun sebebini açıklar (2, 17, 18). Hızlı büyüdüklerinden genellikle akut evrede görülebilirler.

Venöz epidural hematoma: Birçok venöz epidural hematoma travma sebebiyle ayrılan dura ve iç tabula arasına olan kanama ile oluşur (22, 23).

e) Subdural Hematom: Dura ve araknoid membranlar arasındaki potansiyel boşlukta gelişir. Epidural hematomdan daha yaygın olup sınırları geçebilir, genellikle unilateraldir. Subdural hematoma yaralanmayı takiben geçen süreye bağlı olarak akut (ilk 3 gün), subakut (4-14 gün) ve kronik (birkaç hafta ile birkaç ay) olarak sınıflandırılabilir (19).

f) İntraserebral Hematom: Kontüzyondan ya da beyaz cevher içindeki derin penetran damarların rüptüründen kaynaklanır. BBT'de yuvarlak ya da irregüler kan koleksiyonları şeklinde izlenir (24).

g) İntraventriküler kanama: Ependimal ve subependimal damarlarla birlikte ventriküler duvarın rüptürü sonucu gelişir. (24).

h) Subaraknoid kanama: Yüzeysel arter ve venler, pia ve araknoidin yaralanması ya da intraserebral bir hematomun ventriküle rüptüre olmasıyla subaraknoid aralıkta kan görülebilir. BBT'de özellikle bazal, interhemisferik ve insular sistemlerde kanama görülür. Kontrastsız BT'de kanama hiperdens olduğundan subaraknoid kanamayı saptamada BBT mükemmel bir yöntemdir. (15).

ı) Travmatik Pia-Araknoid Yaralanmaları: Travmatik subdural higroma çocuklarda yetişkinlere göre daha sık görülmektedir. BBT’de kalvaryumun altında, orak şeklinde hipodens alan olarak izlenir. (15).

i) Primer Vasküler Yaralanmalar: Primer vasküler yaralanmada etken genellikle, internal karotid arterin fiksasyon yerinden gerilmesi ya da torsiyone olmasıdır. Sonuçta BBT’de etkilenen arterin sulama alanında infarkta ait bulgular izlenir (12).

j) İnfarkt: BBT’de etkilenen arterin sulama alanında infarkta ait bulgular gözlenir. (12).

k) Difüz hipoksik hasar: Hipoksik hasar varlığı, önce büyük arterlerin sulama alanlarının sınırında (*watershed zone*) görülür ve ardından belirgin infarkt gelişir. Başlangıçta BBT’nin katkısı olmaz ancak takiben infarkta ait bulgular görülür (16).

l) Difüz beyin şişmesi, ödem: Vazomotor tonusun geçici kaybı sonucu beyin kan volümünün artmasıyla oluştuğu kabul edilmektedir. BBT’de gri-beyaz cevher ayrımında kayıp, ventriküllerde, bazal sistemlerde ve sulkuslarda silinme ve obliterasyon görülür. (12).

m) Herniasyona bağlı basınç nekrozu: En sık singulat, parahipokampal giruslar ve serebellar tonsiller etkilenir. BBT’de komşu subaraknoid alanların obliterasyonu ile nonspesifik fokal parankimal şişme ve ödem gözlenir (15).

KAFA TRAVMALI HASTANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kazalar sonucunda hastaların yaklaşık % 20’si yetersiz ve uygun olmayan tedavi yaklaşımları nedeniyle hastaneye yatırılmadan kaybedilmektedir (2). Bu sebeple tüm kafa travmalı hastalarda iyi bir başlangıç değerlendirmesi gerekir. Acil serviste hastaya yaklaşım; canlandırma ve solunum, kardiyovasküler fonksiyonların idamesi, genel ve nörolojik muayene, tanısal işlemlerin planlanması ve yapılması, müdahalenin ardından

da hastanın nereye gönderileceğinin belirlenmesi (ev, gözlem odası, yoğun bakım, ameliyathane) şeklinde olabilir (25, 26).

Tablo 1. Glasgow Koma Skalası (GKS)

Göz açma	Spontan açma	4 puan
	Ses ile açma	3 puan
	Ağrı ile açma	2 puan
	Cevap yok	1 puan
Motor yanıt	Emirlere uyma	6 puan
	Ağrıyı lokalize etme	5 puan
	Ağrıdan kaçma	4 puan
	Ağrıya fleksör cevap	3 puan
	Ağrıya ekstansör cevap	2 puan
	Cevap yok	1 puan
Verbal yanıt	Oryante	5 puan
	Konfüze	4 puan
	Uygunsuz kelimeler	3 puan
	Anlaşılmaz sesler	2 puan
	Cevap yok	1 puan

Kafa travması geçirmiş hastalarda hayat kurtarıcı tedbirler alındıktan sonra Glasgow Koma Skalası (GKS) değerlendirmesi ve nörolojik muayene ile hastanın klinik değerlendirilmesi yapılır. Jennett ve Teasdale tarafından 1974 yılında tasarlanan GKS, göz, motor ve verbal yanıtların basitçe belirlenmesi esasına dayanır. Buna göre Glasgow koma skoru 13-15 olan hastalar hafif şiddetli, koma skoru 9-12 olanlar orta şiddetli, koma skoru 3-8 olanlar ise ağır kafa travması olarak sınıflandırılır (1).

KAFA TRAVMALI HASTALARDA RADYOLOJİK TANI METODLARI

1-) Kranyografi: Kafa travmalı hastanın değerlendirilmesinde çoğunlukla yardımcı değildir. BBT çekilmesini gerektirmeyen basit kafa travmalarında uygulanabilir. Rutinde iki yönlü lateral, Caldwell ve Townes grafiğini içeren dört yönlü kafa grafiğini çekilir. Kranyografi ile sefal hematoma, kafatası kırıkları, posttravmatik kist, pnömosefali, mastoid hava hücrelerinde opasifikasyon, beyin omurilik sıvısı (BOS) ve kanın paranasal sinüslerde birikimine bağlı hava-sıvı seviyeleri tesbit edilebilir. Kafa kemiklerinde oluşan lineer fraktür radyolüsen çizgi şeklinde görülür (26).

2-) Ultrasonografi (US): Ultrasonografi dinamik, non-invazif, hızlı, kolaylıkla erişilebilen ve ucuz bir inceleme yöntemidir. Radyasyon içermemesi avantajdır, ancak kullanıcıya bağımlı bir yöntemdir. Ses dalgalarının penetrasyonuna izin verecek kadar küçük kafa boyutu olanlarda, fontanelleri açık ve kafatası yeteri kadar ince çocuklarda kullanılabilir (26).

3-) Bilgisayarlı Beyin Tomografisi (BBT): Bilgisayarlı beyin tomografisi hızlı ve noninvazif bir yöntem olduğu için travmalı hastaların değerlendirilmesinde ilk olarak tercih edilen yöntemdir. BBT sayesinde travmalarda oluşabilen kemik ve parankim patolojileri ve özellikle de SAK, kontüzyon gibi kanama bulguları hızlıca tespit edilebilmekte böylece hastaların prognozu önemli ölçüde etkilenmektedir. Ancak iyonizan radyasyon içermesi tetkikin en büyük dezavantajıdır (26).

4-) Manyetik Rezonans (MR): Hastaların prognozunu değerlendirmede ve travmatik hasarı tespit etmede daha hassas bir yöntem olabileceken (27), hasta güvenliği açısından "*National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE)*" protokolünde ilk görüntüleme yöntemi olarak seçilmemesi gerektiğinden bahsedilmektedir. Çünkü travmalı hastanın vücudunda MR çekilmesine kontrendikasyon oluşturabilecek yabancı cisim, implant vs. varlığını tesbit etmeye çalışmak zaman kaybına neden olmaktadır (28). MR, akut ve subakut evrede klinik olarak stabil hastaların değerlendirilmesinde

yararlı olabilir. Akut evrede difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG), T2 A ve FLAIR (*Fluid Attenuated Inversion Recovery*) sekanslarda serebral hasarlanma ve T1A, T2* ve FLAIR sekanslarda da hemoraji görülebilir. Kronik evrede ise gliyozis için T2A ve FLAIR sekanslar, kanın bozulma elemanları için de T2* sekansı kullanılabilir. Zamanla hematoma dansitesi düştükçe subakut ve kronik subaraknoid kanama (SAK) için BT'nin sensitivitesi beyin omurilik sıvısı (BOS) analizine ve MR FLAIR sekanslarına göre azalmaya başlar (29).

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ FİZİĞİ

Bilgisayarlı tomografi ile vücudun kesit şeklinde görüntüleri elde edilir. İncelemenin kesit kesit olması sayesinde görüntülerde organ ve dokuların süperpozisyonu engellenmiştir. Yöntem, vücudun ince bir kesitinden geçen x-ışınındaki zayıflamanın dedektörlerle ölçülüp, bilgisayar yardımıyla görüntü oluşturulması temeline dayanır. Bilgisayarlı tomografi ünitesi x-ışını kaynağının ve dedektörlerin bulunduğu tarayıcı, bilgilerin toplanıp değerlendirildiği bilgisayar, görüntülerin işlendiği görüntüleme ünitesi olmak üzere başlıca üç ana bölümden oluşur.

Konvansiyonel BT'nin temel teknik kısıtlamalarının üstesinden gelinerek BT'nin kullanım alanı oldukça genişletilmiştir. Helikal BT klinik olarak ilk defa 1989 yılında Kalender ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır. İsmi x-ışınının hasta etrafında izlediği yolun şekline almıştır. BT verileri, x-ışını tüp-dedektör sisteminin hasta etrafında rotasyonu ve aynı anda hastanın gantri içine hareketi ile sürekli olarak elde edilir (30). Böylece hacimsel veri eldesi "*slip-ring*" teknolojisinin kullanılması ile mümkün olmuştur. Slip-ring gantrilerde çok sayıda paralel dizilmiş iletken halkalar vardır. Bu halkalar, görüntüleme esnasında tüp ve dedektörlere yüksek voltaj geçişini sağlar ve dedektörlerden gelen verilerin gantri dışına taşınmasına izin veren fırça benzeri iletken yapılar içerir (30, 31). Böylelikle elektrik iletimi için kablo gereksinimi ortadan kalkar. Slip-ring tarayıcılar sayesinde sürekli x-ışını ve sürekli masa hareketi sağlanmış böylece konvansiyonel BT cihazlarında ihtiyaç duyulan kesitler arası gecikme zamanına

ihtiyaç kalmamıştır (30, 31). Tarama bittikten sonra ise helikal ham veriler bilgisayar yardımıyla aksiyel, multiplanar veya 3 boyutlu olarak rekonstrükte edilebilir. Slip-ring teknolojisi dışında helikal BT cihazlarında bulunan dedektörlerde de iyileştirmeler yapılmıştır. Bu sayede hastaya verilen radyasyon dozu azaltılmış ve daha az x-ışını ile daha hızlı ve daha yüksek kalitede görüntü sağlanmıştır (32).

Helikal BT’de tarama öncesi gantri açısı, kolimasyon (kesit kalınlığı), görüntü alanı (*FOV=Field of View*), kVp, matriks, rekonstrüksiyon aralığı gibi parametrelere karar verilir. Ayrıca tarama zamanı yerine 360° tüp rotasyonu için geçecek zaman, masa inkrementi yerine ise masa hızı ve “pitch” seçilir (33, 34). “Pitch” tüpün 360° dönüşünü tamamladığı süre içerisinde masanın ilerleme mesafesinin kolimasyona bölünmesiyle elde edilen değerdir. Genellikle tüpün 360° dönmesi için geçen zaman 1 saniye olduğundan “pitch”, “masa hızı/kolimasyon” şeklinde formülize edilebilir. İnceleme parametreleri belirlenirken anatomik alanı yeterince kapsayan, ancak buna karşın yeterli görüntü kalitesini sağlayan ve lezyonu saptayabilen parametreler seçilmelidir (36). Helikal BT cihazlarında her tarama için klinik amaca uygun şekilde farklı parametreler seçilebilir (32, 37).

Tek kesitli helikal BT’lerin klinik kullanıma girmesinin ardından çok kesitli helikal BT cihazları hızla üretilmeye başlanmıştır. Böylece daha büyük inceleme alanları daha kısa sürede yüksek uzaysal rezolüsyon ile incelenebilmektedir. Çok kesitli helikal BT’nin (ÇKBT) tek kesitli helikal BT’ye (TKBT) bazı üstünlükleri vardır. ÇKBT, ismini BT cihazının bir seferde birden fazla kesit elde edebilme yeteneğinden alır. Bunu yapabilmesi için de dedektör sisteminin birden fazla sayıda dedektör sırasından oluşması gerekir. ÇKBT’nin konvansiyonel helikal BT’den farkı z-ekseninde birden fazla sayıda dedektör sırasının bulunmasıdır. 360° dönüşün 1 saniyeden az sürede tamamlanmasını sağlayan tarayıcılar kullanılarak daha fazla hacim daha kısa sürede, daha yüksek uzaysal çözünürlükte ve daha az kontrast madde kullanılarak taranabilir. İlk modern çok kesitli tarayıcı 1992 yılında üretilmiş olup (*Elscint CT Twin*) iki kesitli bir cihazdı. 1998’de 4-kesitli, 2001 yılında 8-kesitli, 2002 yılında 16-kesitli, 2004 yılında 64-kesitli, 2006’da

çift tüplü 64-kesitli, 2007’de 256-kesitli ve 2008’de 320-kesitli BT’ler klinik kullanıma girmiştir (41, 42).

Helikal Bilgisayarlı Tomografide Radyasyon Dozu ve Gürültü

Hastanın aldığı radyasyon dozu konvansiyonel BT’de olduğu gibi helikal BT’de de tüp voltajına ve tüp akımına bağlıdır. Aynı mAs değerinde ve pitch’in 1 olduğu durumlarda konvansiyonel BT ve helikal BT arasındaki radyasyon dozu birbirine eşittir. Ancak pitch değeri 1’in üzerine çıktığı zaman helikal BT’de radyasyon dozu azalır (35, 40).

Amerikan FDA (*The Food and Drug Administration*) merkezi 1981 yılında BT doz indeksini tanımlamıştır. BT doz indeksi, tek kesit için BT’den soğurulan radyasyonu karakterize eden doz miktarıdır. ‘BT doz indeksi’ (*CTDI=Computed Tomography Dose Index*), rotasyon eksenine paralel bir çizgi boyunca tek bir kesit için doz profili integralinin nominal kesit kalınlığına bölümü olarak aşağıdaki gibi formülize edilir.

$$CTDI_{FDA} = 1 / nT \int_{-7T}^{7T} D(z)dz$$

z = Tomografi düzlemine dik bir çizgi boyunca konum

T = Nominal kesit kalınlığı

n = Bir taramada üretilen tomogram sayısı

$D(z)$ = Z konumunda akrilik dozu ($CTDI_{FDA}$)

Bu doz miktarı, altında ve üstünde yer alan yedi kesit kalınlığındaki bölgeyi de içeren kesitin komşuluğuna yayılan radyasyonu da içerir. Aralık, farklı kesit kalınlıkları için $-7T$, $+7T$ arasında tutulmuştur. Ancak bu durum ölçümleri zorlaştırmaktadır. Bu yüzden FDA’nın önerdiği CTDI tanımlamasından daha pratik olan, herhangi bir T kesit kalınlığı için 100 mm’lik sabit bir aralık kullanılarak yeni bir CTDI tanımlaması yapılmıştır (46).

$$CTDI_{100} = 1 / nT \int_{-50 \text{ mm}}^{50 \text{ mm}} D(z)dz$$

Radyasyon dozunun yüzeyden merkeze doğru ışınal olarak azaldığı varsayımı ile radyasyona maruz kalan kesitteki ortalama CTDI değeri, “ağırlıklı CTDI” (CTDI_w) olarak tanımlanmıştır.

$$CTDI_w = 1/3 CTDI_C + 2/3 CTDI_P$$

(C = merkez, P = perifer)

Modern BT teknolojileri konsol üzerinde belirtilen “volüm CTDI” (CTDI_{vol}) şeklinde yeni bir CTDI tanımlaması daha geliştirmiştir (46). Bu değer, seçilen tarama parametrelerine bağlı olarak hastanın aldığı dozu göstermektedir. CTDI_{vol}, incelenen total hacim için ortalama dozu belirtmektedir. CTDI_{vol} aşağıdaki şekilde formülize edilmektedir:

$$CTDI_{vol} = CTDI_w / \text{Pitch}$$

Bütün bir taramada veya bir BT incelemesinde maruz kalınan radyasyon dozu olarak tanımlanan ‘doz uzunluk çarpımı’ (*DLP=Dose Length Product*), CTDI_{vol} değeri ile dozun verildiği total uzunluğun çarpımından elde edilmektedir. (46, 47, 48) ve aşağıdaki gibi formülize edilir.

$$DLP = CTDI_{vol} \times L \text{ (mGy.cm)}$$

(L= Tarama Uzunluğu)

Tüp fokusu ve kolimasyon sebebiyle ince kesitlerde ve küçük fokuslarda CTDI değeri daha da artmaktadır. Imhof ve ark. (46) farklı vücut bölgeleri için standart bir incelemede özel bir software (CT Expo v 1.0) kullanarak hesaplanan değerlerle, kendi spiral BT cihazlarının verdiği CTDI değerlerini karşılaştırmışlar ve daha sonra dozu

adım adım azaltarak görüntü kalitesini kaydetmişlerdir. Sonuçta bulunan CTDI değerleri arasında anlamlı farklılık saptamamışlar ve CTDI değerlerinin herkes tarafından kabul edilebilir tek bir değerle açıklanması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu sayede CTDI hesaplamalarında karışıklıkların önüne geçilebilecektir. Ayrıca radyologların her endikasyonu dikkatlice incelemeleri, mümkünse alternatif tanı yöntemleri önermeleri, mümkün olduğunca pitch değerini yüksek, mA ve kV değerlerini düşük tutarak hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu azaltma yoluna gitmeleri gereğini vurgulamışlardır. Yapılan tetkik sayısı radyasyon dozunu etkileyen önemli faktörlerdendir (49). Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 50-58 milyon BT görüntülemesi yapılmakta ve her yıl bu sayıda yaklaşık % 4-10 artış olması beklenmektedir (50). Konvansiyonel röntgen tetkikleri ile kıyaslandığında, bilgisayarlı tomografi tetkikleri çok daha fazla radyasyon dozu içermektedir. Bilgisayarlı tomografide x-ışın tüpü voltajı, x-ışını tüpü output'u çekim kalitesini ve yayılan radyasyon dozunu etkileyen parametrelerdir. Doz da görüntü kalitesini etkileyen en önemli etkenlerdendir. Doz düştükçe görüntü kalitesi azalırken doz arttıkça görüntüdeki kalite de artmaktadır. CTDI konsantre bir birim olmakla birlikte hastanın aldığı dozla indirekt yoldan ilişkilidir (51). Organ dozu miktarı hasta boyutu, kesit kalınlığı, kesit sayısı, pitch değeri, tüp voltajı ve tüp akımına bağlıdır. Bu çekim parametreleri tetkik sırasında radyolog veya teknisyenler tarafından değiştirilebilmektedir (52). Böylelikle hastanın maruz kaldığı radyasyon miktarına müdahale edilebilmektedir. Ancak günlük uygulamalar sırasındaki yoğunluk içerisinde hele de acil olarak BT tetkiki istenen olgularda çekim parametrelerine müdahale etmek her zaman mümkün olamamaktadır.

Bilgisayarlı tomografide radyasyon dozunu tanımlamak için kullanılan CTDI ve DLP değerleri dışında efektif doz olarak tanımlanan ve birimi milisievert (mSv) olan başka bir parametre de bulunmaktadır (53,54). Efektif doz, tüm vücuttaki homojen olmayan radyasyon ekspozur riskini gösteren bir parametredir. 1977 yılında *ICRP (International Commission on Radiological Protection)* tarafından tanımlanan bu parametre Japonya'daki atom bombası olaylarından sonra tüm vücudun aldığı dozdan yola çıkarak bir kişinin vücudunun bir bölümünün aldığı radyasyon dozunu tahmin etmek amaçlı

kullanılmaktadır. Değişik efektif doz hesaplama teknikleri, farklı çekim parametreleri ve hastaların yaşı, ağırlığı gibi faktörlerin çok değişkenlik göstermesi efektif doz miktarlarında çeşitliliğe neden olmakta, radyasyon dozları açısından çekimlerin karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır (55, 56). Efektif dozu hesaplamak için kullanılan en yaygın metodlardan altın standart olanı *ICRP* tarafından tariflenen doku-ağırlık faktörü ile olan hesaplamadır. Ancak günümüzde daha yaygın olan teknik ilgilenilen anatomik bölge ile ilgili olan DLP ve *k* faktörü kullanılarak olan hesaplamadır (56).

$$\text{Efektif doz} = k \times \text{DLP}$$

ICRP'nin tanımına göre efektif doz; organ dozu ve organ-ağırlıklı faktörünün çarpımından oluşan toplam şeklinde belirtilmektedir. DLP ise $\text{CTDI}_{\text{vol}} \times \text{uzunluk}$ olarak tanımlanmaktadır. Aslında efektif doz kısaca DLP ile her anatomik bölge için özel olan *k* faktörünün çarpımından elde edilmektedir (56). Beyin incelemelerinde tüm yaş grupları için *k* faktörünü Jessen ve ark. (57), EC (*European Commission*) 2000'de 0.0023, Bongartz ve ark. (54), EC 2004'te 0.0023, Shrimpton ve ark. (58) ise 0.0021 olarak bildirmişler. Amerika Tıp Fizikçileri Komitesi'nin 96 numaralı raporunda da efektif doz hesaplamasında kullanılan *k* değeri 0-18 ay'lık hastalar için 0,0067, 18 ay-6 yaş hastalar için 0,0040, 6-16 yaş hastalar için 0,0032 olarak belirtilmiştir (59). *National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP)*'a göre Amerika'da tıbbi görüntülemelerden kaynaklanan yıllık efektif doz miktarının hemen hemen doğadan kaynaklanan ile aynı oranda olduğu ve tüm bunlar içinde BT'den kaynaklanan miktarın % 24'lük bir oran oluşturduğu belirtilmiştir (60).

Her ne kadar benzer yöntemler kullanılsa da farklı firmalarca üretilen cihazlar arasında verdikleri radyasyon dozları açısından farklılıklar olmaktadır. Monte Carlo radyasyon transport teknikleri sayesinde modern çok kesitli BT cihazlarında radyosensitif organların maruz kaldıkları radyasyon dozları hesaplanabilmektedir. Turner ve ark. (61) yaptıkları çalışmada 4 büyük BT üreticisi firmanın yaptığı 64 kesitli çok kesitli BT cihazlarındaki (The LightSpeed VCT (General Electric Medical Systems, Waukesha,

WI), SOMATOM Sensation 64 (Siemens Medical Solutions, Inc. Forchheim, Germany), Brilliance CT 64 (Philips Medical Systems, Cleveland, OH), and Aquilion 64 (Toshiba Medical Systems, Inc. Otawara-shi, Japan) organ dozlarını araştırmışlardır. Her cihaz için standart $CTDI_{vol}$ değerlerini hesaplamışlar ve organ dozlarını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak her modern çok kesitli BT cihazı için organ dozlarında ve efektif dozlarda farklılık olduğu ve bu farklılığın cihaza özgü $CTDI_{vol}$ değerleri hesaplayarak normalize edilebilir olduğunu göstermişlerdir.

"As Low As Reasonably Achievable"ın akronimi olan ALARA, tetkik sırasındaki radyasyon mazuriyetini mümkün olan en düşük radyasyon dozunu kullanarak azaltmayı belirtmektedir. ALARA prensibine uygun olarak doğru klinik tanıya götürecekt minimum gürültü oranı içeren en az radyasyon dozu kullanılması istenmekte ve böylece hastalara gereksiz radyasyon verilmesi önlenmeye çalışılmaktadır (62). Yamauchi-Kawaura ve ark. (63) baş-boyun bölgesine çok kesitli BT çekimi yapılan 6 yaşındaki hastaların çekim sırasında maruz kaldıkları radyasyon dozlarını belirleyebilmek için Japonya'daki 9 hastanede 2-320 dedektörlü çok kesitli BT'lerde yapılan çekimler esnasında bu yaş grubuna uygun '*anthromorphic fantom*' kullanmışlar, fantom üzerine farklı yerlere 32 adet dozimetre yerleştirerek BBT çekimlerindeki organ dozu ve efektif dozları ölçmüşlerdir. Sonuçta her ne kadar vücudun diğer bölümlerinde ölçülen efektif dozlar baş bölgesinde ölçülenden daha yüksek bulunmuş olsa da çocuk beyninin radyasyona son derece duyarlı olduğu düşünöldüğünde bu durum düşündürücü olmaktadır. Bu durum ALARA prensiplerine uyulmasının gerekli olduğunu göstermektedir.

İYONİZAN RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ

İyonizan radyasyon, biyolojik sistemde somatik ve genetik etkilere neden olmaktadır. Somatik etkiler, esas olarak üreme hücreleri dışındaki diğer tüm vücut hücreleri üzerinde oluşur. Bu etkiler, kesin deterministik etki ve kesin olmayan stokastik etki mekanizmaları ile oluşur (64).

Deterministik etkiler, geniş vücut bölgelerinin yüksek doz radyasyona maruz kalması ile ortaya çıkar. Etki oluşumunda bir eşik doz değeri mevcut olup oluşacak etki doz ile doğru orantılı olarak artış gösterir. Bu etkinin sonucunda; akut radyasyon sendromu, radyasyon yanıkları, fibrozis, nekroz ve skleroz gibi sonuçlar meydana gelir. Ayrıca radyoaktif intoksikasyonlar, mental retardasyon ve teratojenik malformasyonlar gibi prenatal etkiler de oluşabilmektedir (64).

Stokastik etkiler ise düşük dozlarda ve uzun süre radyasyona maruz kalma ile ortaya çıkar. Eşik doz değeri yoktur. Biyolojik etki doz ile artar ancak etki şiddeti dozdan bağımsızdır. Bu etkinin sonucunda lösemi, akciğer, gastrointestinal sistem ve tiroid kanserleri oluşabilir (64).

İyonizan radyasyonun genetik etkileri ise esas olarak üreme hücreleri üzerinde oluşur. Genetik mutasyonlar sonucu kalıtsal geçişli genotipik değişiklikler ortaya çıkar. Etki, ışınlanan bireyde değil de bu bireyin sonraki nesillerinde görülür. Genetik etkinin ortaya çıkabilmesi için ise ışınlanan hücre yaşamalı ve fertilize olmalıdır (65, 66).

Bilgisayarlı tomografi tetkikleri konvansiyonel röntgen tetkikleri ile kıyaslandığında, çok daha fazla oranda radyasyon dozu içermektedir. BT'de alınan organ dozu miktarı birçok faktöre bağlı olup en önemlileri hasta boyutu, kesit kalınlığı, kesit sayısı, pitch değeri, tüp voltajı ve akım değerleridir. Bu çekim parametrelerinin birçoğu tetkik sırasında radyolog veya teknisyenler tarafından değiştirilebilmektedir (52). İdeal olanı, her birey ve her inceleme için ayrı bir çekim protokolünün planlanmasıdır. Ancak yoğun iş akışı içerisinde bu uygulama mümkün olamamaktadır (67). Yapılan tetkik sayısı da alınan dozun miktarını etkileyen önemli bir faktördür. Mettler ve ark. (68) 1998-1999 yılları arasında çekilen 33700 tomografi tetkikini inceledikleri çalışmalarında olguların % 30'unda aynı günde üç tetkik, % 7'sinde beş tetkik ve % 4'ünde dokuzdan fazla tetkik yapıldığı bulunmuştur.

Bilgisayarlı tomografi ilişkili kanser riski araştırmalarında kanserlerin kantitatif değerlendirmesinde altın standart olarak atom bombası patlamalarından sonra yapılan çalışmalar kabul edilmektedir. Bu çalışmalarda, populasyon 100.000'in üzerinde olup tüm yaşları ve her iki cinsiyeti içermektedir. Bu bölgede yaşayanların yaklaşık 30.000'inin düşük doz radyasyona maruz kaldığı bilinmektedir. Kabul edilen düşük doz radyasyon 5-200 mSv arasında olup bu doz bir veya birkaç herhangi bir vücut bölgesinin BT tetkiki sırasında alınabilecek doz ile eşdeğerdir (65).

Çocukluk ağı kanserlerinin büyük kısmının etyolojisi bilinmemekle birlikte, epidemiyolojik çalışmalar hamilelikte ve çocuklukta medikal radyasyon maruziyetinin kanser gelişimine neden olduğunu ortaya koymaktadır. Brenner ve ark. (69) yaptığı çalışmada kanser riskindeki artış batın BT çekilen çocuklarda 1/550, kranyal BT çekilen çocuklarda ise 1/1500 olarak hesaplanmıştır. Yapılan bu çalışmalardan iki temel sonuç çıkmıştır. Birincisi, tüm solid organların kanser riskinde radyasyon dozu ile artan ilişki tespit edilmiştir. İkincisi ve belki de en önemlisi, çocukların erişkinlere oranla radyasyonun biyolojik etkilerinden çok daha fazla etkilendiğidir (70).

HASTALIKLARIN ULUSLARARASI SINIFLAMASI

Hastalıkların istatistiksel sınıflandırması, hastalık verilerinin kullanıcı tarafından kolayca değerlendirilip incelenebileceği bir formda sunulmasına gereksinim duyar. Bu amaçla kısaca ICD olarak bilinen *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* geliştirilmiştir (71). ICD; etyoloji, topografı vb. kökenli sınıflandırma ile araştırmalar, hasta kayıtları ve yönetim için gereksinim duyulan uzlaşma noktalarının sağlandığı bir sınıflamadır. Her hastalık için o hastalığa özgü bir kod kullanılmaktadır. Bu yapısı sayesinde hasta takibi, kayıt ve arşivlerin tutulması ve bunlara erişim, kaynak yönetimi gibi idareye yönelik kullanım kolaylıkları sağlanmaktadır. Hastalıklarla ilgili istatistiksel çalışmalar yapılabilmekte ve uluslararası

niteliği sayesinde ÷lkeler arasında sağlıkla ilgili karşılaştırma yapma olanakları vermektedir (72).

1900 yılında ilk kez Fransa hükümeti tarafından başlayan bu süreç bugün 10. revizyonu olan ICD-10'a kadar ulaşmıştır (72).

HASTANE VERİLERİNİN SAKLANMASI

Bilgisayara kaydedilmiş verileri geri çağırmaaya yarayan ve ekonomik olarak saklanıp depolanmasını sağlayan medikal görüntüleme teknolojisi olan *Picture Archiving And Communication System* (PACS) sayesinde hasta görüntüleri rahatça depolanıp saklanabilmekte ve ihtiyaç halinde görüntülere bu sistem üzerinden ulaşılıp tekrar değerlendirme yapılabilmektedir (73). Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) olarak adlandırılan ve bilgisayar üzerinde gerçekleştiren yazılımlar sayesinde de etkileşim içinde olduğu hastanelerin yapmış olduğu operasyonlar, laboratuvar, radyoloji gibi tüm veriler kayıt altına alınabilmektedir (74).

GEREÇ VE YÖNTEM

ÇALIŞMA GRUBU

Çalışmamız için, Pamukkale Üniversitesi Tıbbi Etik Kurulundan (13.09.2011 tarih ve 16 Sayılı karar ile) onay alındı. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi (PAÜTF) Bilgi İşlem Merkezine ait HBYS’de yapılan arşiv taramasında, Ocak 2008 – Aralık 2010 tarihleri arasında PAÜTF Acil Tıp Anabilim Dalı’nda travma nedeniyle BBT çekilen 0-16 yaş aralığındaki hastaların klinik ve laboratuvar bulguları ile BT tetkiki sonuçları retrospektif olarak incelendi.

Çalışmamıza dâhil edilme kriterleri:

1. 0-16 yaş arası çocuk hasta olmak
2. Bilgisayarlı beyin tomografisi çekilmiş travmalı hasta olmak
3. Hastanemizde tutulan hasta kayıtlarında ICD-10 versiyonunda yer alan travma ile ilgili kodlara sahip olmak

Bu özelliklere sahip 643 hasta (211 kız, 432 erkek) çalışmaya alındı. Bu tarihler arasında acil servise toplam 1709 travmalı çocuk hasta başvurmuş olup bu hastalardan BBT çekimi yapılmamış olan 1066 hasta çalışma dışında bırakıldı. Ayrıca 16 yaşından büyük hastalar, kafa travması dışında travması olan ve kafa travması tanımlaması dışında tutulan yüz kesisi, alt çene kırığı, göz, burun kanaması gibi maksillofasiyal travmaları olan hastalar da çalışmaya dahil edilmedi. Şüpheli fiziksel istismar hikayesi olan hastalar da çalışma dışında bırakıldı.

HASTALARIN İNCELENMESİ

Olguların PAÜTF Bilgi İşlem Merkezine ait HBYS’deki kayıtlarına ulaşıp retrospektif olarak acil servise başvuru nedeni, yaşı (0-18 ay, 18 ay-6 yaş, 6 yaş ve üzeri), cinsiyeti,

acil serviste dosyalarının kayıt altına alınma şekli (adli dosyalar/adli olmayan dosyalar), nörolojik muayeneleri, travmanın oluş mekanizması (penetran/künt), onaylanmış BBT raporlarındaki bulguları ve hastaların acil servisten ayrılma nedenleri (taburcu, başka merkeze devredilme, hastaneye yatırılma, acil serviste takip, acil serviste ölüm, kendi isteği ile ayrılma), tam kan sayımında (TKS) hastaların hemoglobin değerleri incelendi.

Adli rapor; adli nitelik kazanmış olgularda resmi işlem üzerine düzenlenen, dava dosyasında yer alan, delil niteliğinde belge olup kişinin yaşamını tehlikeye sokacak bir yaralanma olmalıdır. Adli olgu ise genel tanımında başka kişi ya da kişilerin tedbirsiz, dikkatsiz, ihmalkar ya da kasıtlı davranışı sonucu yaralanan kişi olarak tanımlanmaktadır (75). Hastaların dosyaları bu özellikler göz önüne alınarak adli olan ya da olmayan şeklinde tutulmuştur. Çocuk istismarı *WHO (World Health Organization)* tarafından 5 alt başlık halinde çok yönlü olarak tanımlanmıştır (fiziksel, cinsel, ekonomik, duygusal, çocuk ihmali). Fiziksel istismar bir erişkinin otoriteyi sağlama, cezalandırma ya da öfke boşaltma amacı ile elle ve/veya aletle çocuğun vücudunun herhangi bir yerine iz bırakacak şekilde şiddet uygulayarak çocuğa zarar vermesi olarak tanımlanmaktadır. Bu eylem sadece dayak değil, çocuğu yaralayan, vücudunda iz bırakan, kaza dışındaki her türlü eylemdir (76, 77). Hastanemizde çocuk istismarı sonucu olduğu düşünülen travma kaydı bulunamamıştır. Kafa travması nedeniyle yapılan beyin BT'lerde de çocuk istismarına bağlı travma bulgusu ile uyumlu görünüm belirtilmemiştir. Bu nedenle çalışmamız kaza nedeniyle kafa travması geçirmiş hasta grubunu kapsamaktadır.

Hastaların acil servise başvuru nedenleri araç içi/araç dışı trafik kazası, ev içi kazalar (koltuktan, yataktan, mobilya üzerinden düşmeler vs.), ev dışı kazalar (merdivenden, ağaçtan düşme, yürürken düşme vs.), spor yaparken olan travmalar ve diğer (darp gibi gruplandırılmamış diğer sebepler) kazalar şeklinde gruplandırılmıştır.

Nörolojik muayenelerinde anizokori/nistagmus/afazi-disfazi/meninks irritasyonu olup olmadığına, kranial sinir muayenelerine, duysal defisit varlığına, serebellar testlerine,

patolojik ve derin tendon reflekslerinin varlığına bakılmıştır ve bunlardan bir tanesinin (+) olma durumu nörolojik muayene (+) olarak kabul edilmiştir. GKS skorları kaydedilmiştir. Ayrıca hastaların bilinç durumuna, baş ağrısı, bulantı, kusma, alkol-uyuşturucu kullanımının olup olmadığına da bakılmıştır.

Hastaların HBYS sisteminde kayıtlı olan BBT tetkiki raporları retrospektif olarak incelenmiş olup bulgular; normal sınırlarda, kırık, kontüzyon, parankimal hematoma, SAK, epidural-subdural hematoma, skalp yaralanması, ödem ve bunlardan en az iki tanesini kapsayan birden fazla patolojik bulgu varlığı şeklinde sınıflandırılmıştır. BBT sonucu normal olan ve sadece skalp yaralanması olan hastalar 'patoloji yok', diğer bulguları olan hastalar ise 'patoloji var' olarak kabul edilmiştir. Skalp yaralanması hayatı tehdit edecek bir yaralanma olmadığından 'patoloji yok' olarak kabul edilmiştir.

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İNCELEMESİ ve RADYASYON DOZUNUN HESAPLANMASI

Tüm BT tetkikleri, hastanemizde klinik kullanımda olan 16 kesitli helikal BT cihazı (*Brilliance 16, Philips Medical Systems, Best, The Netherland*) ile yapıldı. Çekim için ön hazırlık yapılmadan her hasta sırt üstü pozisyonda yatırılıp başı hafif ekstansiyonda iken aksiyel düzlemde görüntüleri alındı. Aksiyel plandaki görüntüler eksternal akustik kanaldan dış kantusa uzanan orbitomeatal hatta paralel olacak şekilde alındı. Ortalama 225 mm (200-250 mm) uzunlukta skenogram görüntüleri alınıp taranacak kesitler foramen magnum seviyesinden başlayıp vertekse dek alındı. Skenogram için tüp voltajı 120 kV, tüp akımı 30 mA idi. Aksiyel kesitlerde; tüp voltajı 120 kV, kolimasyon 16 x 0,75 mm, matriks 512 x 512, rotasyon zamanı 0,75 saniye, masa hızı 9 mm/sn ve pitch değeri 0.56, kesit kalınlığı 3 mm olacak şekilde infra ve supratentorial seviyelerden kesitler elde edildi. Bu değerler, BT çekimlerinde hastanın yaşına göre değiştirilmeyen değerlerdi. Efektif tüp akımı değer aralığı 200-400 mAs, görüntüleme alanı (*FOV=Field of view*) değer aralığı 235-250 mm olup, bu değerler hastanın yaşına göre değiştirilen değerlerdi.

Beyin BT görüntüleri en az 3 yıllık radyoloji asistanları ve en az 5 yıllık deneyime sahip uzman radyologlar tarafından incelenip raporlandı.

Daha önceden hastanemizde PACS'ta arşivlenmiş olan tüm görüntüler tekrar *Extended Brilliance Workspace Philips* iş istasyonuna yüklenerek her BBT tetkiki için otomatik olarak hesaplanan ve sistemde kayıtlı bulunan görüntüleri (Şekil 1) üzerinden $CTDI_{vol}$ ve DLP değerleri kaydedildi.

Şekil 1. Hastaların sistem tarafından otomatik olarak hesaplanmış $CTDI_{vol}$ ve DLP değerleri

Time: Nov 17, 2010, 20:11:25		Dose Info		
Acq. Number: 2359749				
Total DLP: 1043.5 mGy*cm				
Dose #	Description	Mode	CTDI [mGy]	DLP [mGy*cm]
1		Surview	0.0	0.00
2		Helical	60.7	1043.50

kV: 120 W: 1200 C: 100
Tilt: 0 Zoom 1.00
CT
512 x 512
PAMUKKALE UNIVERSITY

Ayrıca her hasta için BBT çekiminde maruz kalınan efektif doz değerleri Amerika Tıp Fizikçileri Komitesi'nin 96 numaralı raporuna göre k değeri 0-18 ay'lık hastalar için 0,0067, 18 ay-6 yaş hastalar için 0,0040, 6-16 yaş hastalar için 0,0032 olarak baz alınarak hesaplandı (59).

Hastaların maruz kaldığı radyasyonu nitelendirmek için efektif doz hesaplaması “CT-Expo v 1.5; G. Stamm, Hannover and H.D. Nagel, Hamburg” bilgisayar yazılımı kullanılarak da yapıldı. Bu program ile “ağırlıklı doku faktörleri” kullanılarak “International Commission on Radiological Protection 60” a göre, kadın ve erkek için tahmini efektif doz değerleri hesaplanmaktadır. Beyin BT tarama uzunlukları, erkek ve kadın için kafa tabanından vertekse kadar 12 cm olarak kabul edilerek, BBT için belirlenen tetkik parametreleri ile her iki cinsiyet için hesaplanan efektif doz değerleri kaydedildi. BT cihazının tek kesit için otomatik olarak belirlediği ortalama CTDI_{vol} değerleri 0-18 ay için 50.01±7.82 mGy, 18 ay-6 yaş için 59.62±2.76 mGy, 6-16 yaş için 59.62±1.13 mGy idi.

VERİLERİN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmamızdaki istatistiksel analiz hesaplamaları ki- kare (Mc Nemar test, continuity correction, Fisher’s exact test, likelihood ratio) kullanılarak, ‘SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) for Windows 17.0 adlı istatistik yazılım programı yardımıyla yapıldı. İstatistiksel anlamlılık sınırı p<0,05 olarak belirlendi.

Hastaların kategorik olarak gruplandırılması, dağılımı ve ilgili grafiklerin yapılması *Microsoft Office Access 2007* programı kullanılarak yapılmıştır.

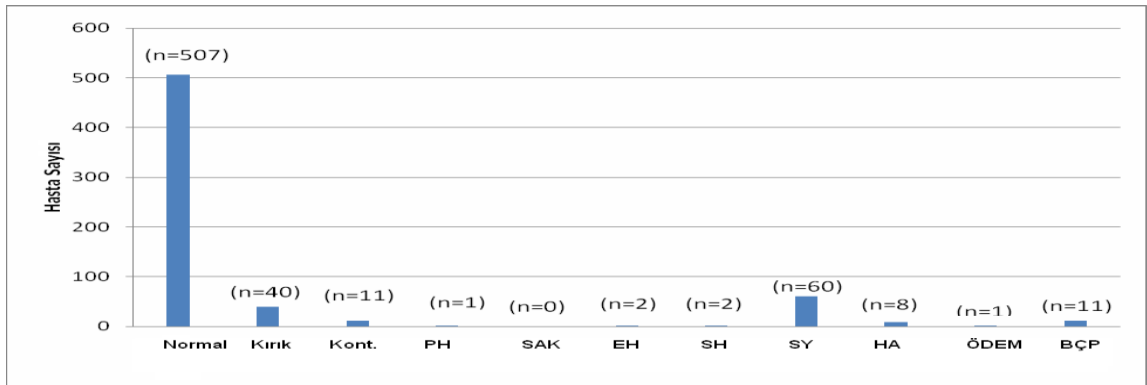
BULGULAR

Çalışmamıza 643 hasta (211 kız, 432 erkek) dahil edilmiş olup bu hastaların 201'i (68 kız, 133 erkek) 0-18 ay, 255'i (93 kız, 162 erkek) 18 ay-6 yaş, 187'si (50 kız, 137 erkek) ise 6-16 yaş aralığındaydı.

Tüm yaş grupları içerisinde BBT bulgularına göre hasta sayılarına bakıldığında en fazla hasta sayısının BBT sonucu normal olan hastalar olduğu izlenmiş olup ikinci sırada n=60 hasta sayısı ile BBT sonucu skalp yaralanması olan hasta grubu gelmektedir. Frontal, temporal ve oksipital loblarda, insulada, ambient sisternde, internal kapsülde, bazal ganglionlarda kontüzyon (n=11, % 1.7) lehine bulgular tespit edilmiş olup beynin en sık frontal ve oksipital loblarında etkilenme olduğu görülmüştür. Hiçbir hastada BBT tetkikinde tek başına SAK bulgusuna rastlanmamıştır. Sadece 11 (% 1.7) hastanın BBT sonuçlarında birden fazla patolojik bulgu saptanmıştır (Şekil 2).

Ayrıca BBT sonucu normal olan hastaların grup içi dağılımı değerlendirildiğinde 0-18 ay 170 kişi (% 33.5), 18 ay-6 yaş 189 kişi (% 37.2) ve 6-16 yaş 148 kişi (% 29.1) olduğu görülmüştür.

Şekil 2. BBT bulgularına göre kafa travmalı hastaların dağılımı



BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi BBT Normal: Normal; Kırık: Kırık; Kont.: Kontüzyon; PH: Parankimal Hematom; SAK: SAK; EH: Epidural hematom; SH: Subdural hematom; SY: Skalp yaralanması; HA: Hipodens alan; Ödem: Ödem; BÇP: Birden çok patoloji

Hastaların dosyalarının adli olan ya da olmayan şeklinde kayıt altına alınma durumu incelendiğinde tüm yaş grupları içerisinde 303 (% 47.1) hastanın (n=108 kız, n= 195 erkek) kayıtları adli dosya olarak, 340 (% 52.8) hastanın (n=103 kız, n=237 erkek) dosyası ise adli olmayan dosya olarak tutulmuştur. BBT bulgularına göre hastaların dağılımı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Adli olmayan ve adli olan hastaların BBT gruplarına göre dağılımı

	BBT Sonuçları										Toplam
	Normal	Kırık	Kont.	PH	EH	SH	SY	HA	Ödem	BÇP	
Adli olmayan	284 (% 83.5)	13 (% 3.8)	1 (% 0.2)	0 (% 0.0)	1 (% 0.2)	0 (% 0.0)	36 (% 10.5)	2 (% 0.5)	0 (% 0.0)	3 (% 0.8)	340 (% 100.0)
Adli olan	223 (% 73.5)	27 (% 8.9)	10 (% 3.3)	1 (% 0.3)	1 (% 0.3)	2 (% 0.6)	24 (% 7.9)	6 (% 1.9)	1 (% 0.3)	8 (% 2.6)	303 (% 100.0)
Toplam	507 (% 78.8)	40 (% 6.2)	11 (% 1.7)	1 (% 0.1)	2 (% 0.2)	2 (% 0.2)	60 (% 9.3)	8 (% 1.2)	1 (% 0.1)	11 (% 1.7)	643 (% 100.0)

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; BBT Normal: Normal; Kırık: Kırık; Kont.: Kontüzyon; PH: Parankimal Hematom; EH: Epidural hematom; SH: Subdural hematom; SY: Skalp yaralanması; HA: Hipodens alan; Ödem: Ödem; BÇP: Birden çok patoloji

Tüm yaş grupları içerisinde adli dosyası olan hastaların BBT raporlarında patoloji çıkması (% 18.5) ile adli dosyası olmayan hastaların BBT raporlarında patolojik bulgu çıkması (% 5.9) arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık (p=0.001) saptanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Adli olmayan ve adli olan hastaların BBT gruplarına göre karşılaştırılması

	BBT Sonuçları		Toplam
	Patoloji yok	Patoloji var	
Adli olmayan	320 (% 94.1)	20 (% 5.9)	340 (% 100.0)
Adli olan	247 (% 81.5)	56 (% 18.5)	303 (% 100.0)
Toplam	567 (% 88.2)	76 (% 11.8)	643 (% 100.0)

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; p=0.001

Hastalar travmanın oluş mekanizması açısından incelendiğinde tüm yaş grupları içerisinde künt ya da penetran travmalı hastaların BBT gruplarına göre dağılımında

penetran travmalarda en çok skalp yaralanması (% 86) varlığı dikkati çekmektedir. Künt travmalarda ise en çok kırık (% 6,3) olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Künt ya da penetran travmalı hastaların BBT gruplarına göre dağılımı.

	BBT Sonuçları										Toplam
	Normal	Kırık	Kont.	PH	EH	SH	SY	HA	Ödem	BÇP	
Künt	505 (% 84.1)	38 (% 6.3)	10 (% 1.6)	1 (%0.1)	2 (%0.2)	2 (%0.2)	23 (%3.8)	8 (%1.3)	1 (%0.1)	10 (% 1.6)	600 (%100.0)
Penetran	2 (% 4.6)	2 (% 4.6)	1 (% 2.3)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	37 (% 86.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	1 (% 2.3)	43 (%100.0)
Toplam	507 (%78.8)	40 (%6.2)	11 (%1.7)	1 (%0.1)	2 (%0.2)	2 (%0.2)	60 (% 0.9)	8 (% 1.2)	1 (%0.1)	11 (% 1.7)	643 (%100.0)

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; BBT Normal: Normal; Kırık: Kırık; Kont.: Kontüzyon; PH: Parankimal Hematom; EH: Epidural hematom; SH: Subdural hematom; SY: Skalp yaralanması; HA: Hipodens alan; Ödem: Ödem; BÇP: Birden çok patoloji

Penetran travma geçiren hastaların % 9.2'sinde ve künt travma geçiren hastaların % 12'sinde BBT'de patolojik bulgu saptanmıştır. Travmanın oluş mekanizması açısından tüm yaş grupları içerisinde travmanın tipi ve hastaların BBT tetkiki sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık ($p>0.05$) saptanmamıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Künt ya da penetran travmalı hastaların BBT gruplarına göre karşılaştırılması

	BBT Sonuçları		Toplam
	Patoloji yok	Patoloji var	
Künt	528 (% 88.0)	72 (% 12.0)	600 (% 100.0)
Penetran	39 (% 90.7)	4 (% 9.3)	43 (% 100.0)
Toplam	567 (% 88.2)	76 (% 11.8)	643 (% 100.0)

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; $p>0.05$

Travmanın oluş şekline göre hastaların incelenmesinde BBT'de kırık tespit edilen hastaların kaza sebebinin en fazla ev dışı kazalar olduğu görülmüştür. Ancak ev dışı kaza geçiren tüm hastalara bakıldığında ise en fazla sayıda hastanın BBT sonucunun normal olarak raporlanmış hastalardan oluştuğu görülmüştür (Tablo 6).

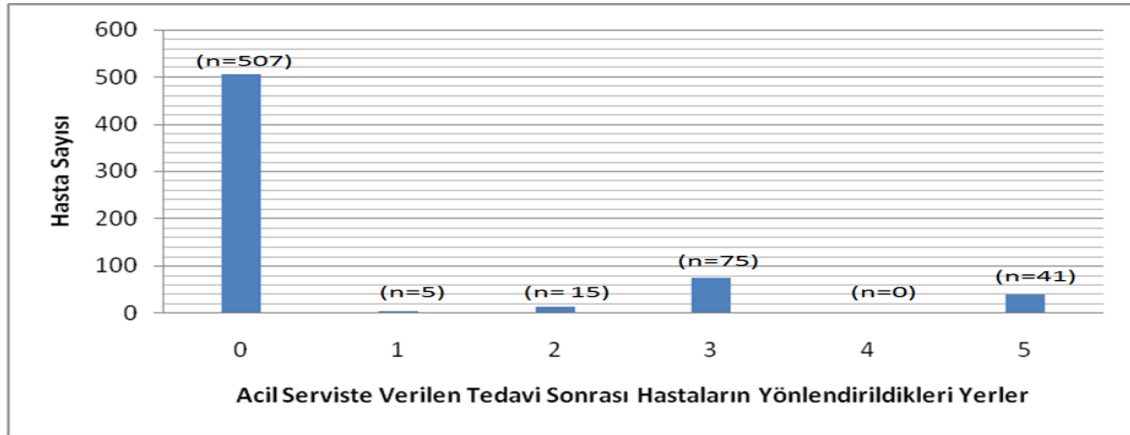
Tablo 6. Acil servise geliş sebebine göre BBT bulgularının dağılımı

Geliş sebebi	BBT Sonuçları											Toplam
	Normal (n=507)	Kırık (n=40)	Kont. (n=11)	PH (n=1)	SAK (n=0)	EH (n=2)	SH (n=2)	SY (n=60)	HA (n=8)	Ödem (n=1)	BÇP (n=11)	
AİTK	60	9	5	0	0	0	1	9	3	0	3	90
ADTK	42	3	1	0	0	0	1	5	1	1	2	56
EV İÇİ	148	7	0	0	0	0	0	12	1	0	0	168
EV DIŞI	253	21	5	1	0	2	0	33	3	0	6	303
SPOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DİĞER	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi.; BBT Normal: Normal; Kırık: Kırık; Kont.: Kontüzyon; PH: Parankimal Hematom; SAK: SAK; EH: Epidural hematoma; SH: Subdural hematoma; SY: Skalp yaralanması; HA: Hipodens alan; Ödem: Ödem; BÇP: Birden çok patoloji

Tedavilerinin ardından acil servisten yönlendirildikleri yerlere göre hasta sayılarının dağılımı Şekil 3'te özetlenmiştir.

Şekil 3. Acil serviste verilen tedavi sonrası yönlendirildikleri yere göre hastaların dağılımı



0: Taburcu 1: Başka merkeze gönderilme 2: Acil serviste takip 3: Hastaneye yatırılma 4: Acilde ölüm 5: Kendi isteği ile ayrılma

Hastaların acil servisten yönlendirildikleri yerler incelendiğinde hastaların 507'sinin taburcu olduğu, 75 hastanın hastaneye yatırıldığı, 41 hastanın ise kendi isteği ile acil servisten ayrıldığı görülmüştür. Hastaların BBT bulgularına göre acil servisten yönlendirildikleri yerlere göre dağılımı Tablo 7'de özetlenmiştir.

Tablo 7. Hastaların BBT gruplarına göre acil servisten yönlendirildikleri yerlere göre dağılımı

BBT	Hastaların acil serviste verilen tedavi sonrası yönlendirildikleri yerler						Toplam
	Taburcu	Başka merkeze sevk	Acilde takip	Hastaneye yatırılma	Acil serviste ölüm	Kendi isteği ile ayrılma	
Normal	423	3	14	34	0	33	507
Kırık	22	0	0	14	0	4	40
Kontüzyon	3	0	0	7	0	1	11
Hematom	1	0	0	0	0	0	1
SAK	0	0	0	0	0	0	0
Epidural hematom	0	0	0	2	0	0	2
Subdural hematom	1	0	0	1	0	0	2
Skalp yaralanması	50	2	1	6	0	1	60
Hipodens alan	5	0	0	2	0	1	8
Ödem	0	0	0	1	0	0	1
Birden fazla patoloji	2	0	0	8	0	1	11
Toplam	507	5	15	75	0	41	643

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi

Nörolojik muayenelerine göre BBT sonuçları değerlendirildiğinde nörolojik muayene bulgusu normal olan hastalardan 506 (% 78.9) hastada BBT sonucu normal olup, 135 (% 21.1) hastanın BBT sonucu patolojik olarak raporlanmıştır. Muayene bulgusu (+) olan 2 hastanın ise sadece 1'inin BBT sonucunun normal olarak raporlandığı görülmüştür (Tablo 8).

Tablo 8. Nörolojik muayene bulgularına göre BBT sonuçlarının dağılımı

	BBT Sonuçları										Toplam
	Normal	Kırık	Kont.	PH	EH	SH	SY	HA	Ödem	BÇP	
NM (-)	506 (% 78.9)	40 (% 6.2)	11 (% 1.7)	1 (% 0.1)	2 (% 0.2)	2 (% 0.2)	60 (% 9.3)	8 (% 1.2)	1 (% 0.1)	10 (% 1.5)	641 (% 100.0)
NM (+)	1 (% 50.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	1 (% 50.0)	2 (% 100.0)
Toplam	507 (% 78.8)	40 (% 6.2)	11 (% 1.7)	1 (% 0.1)	2 (% 0.2)	2 (% 0.2)	60 (% 9.4)	8 (% 1.2)	1 (% 0.1)	11 (% 1.5)	643 (% 100.0)

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; BBT Normal: Normal; Kırık: Kırık; Kont.: Kontüzyon; PH: Parankimal Hematom; EH: Epidural hematom; SH: Subdural hematom; SY: Skalp yaralanması; HA: Hipodens alan; Ödem: Ödem; BÇP: Birden çok patoloji

Tüm hastalar içerisinde nörolojik muayenesi (+) olup BBT'de patoloji saptanmayan hasta oranı %50.0 nörolojik muayenesi (-) olup BBT'de patoloji saptanan hastaların

oranı ise % 21.1 olduğu görülmektedir. Nörolojik muayene bulguları ile BBT sonuçları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık (p=0.001) saptanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Nörolojik muayene bulguları ile BBT sonuçlarının karşılaştırılması

	BBT Sonuçları		Toplam
	Patoloji yok	Patoloji var	
NM (-)	565 (% 88.1)	76 (% 11.9)	641 (% 100.0)
NM (+)	1 (% 50.0)	1 (% 50.0)	2 (% 100.0)
Toplam	566 (% 88.0)	77 (% 12.0)	643 (% 100.0)

NM: Nörolojik muayene; (-): yok, (+): var; BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; P=0.001

Çalışmamıza alınan tüm hastalardan NM (+) olan toplam hasta sayısı 2 olup bu hastalardan 1'inin GKS skoru 6, diğ erinin ise 15'tir. Bu hastaların bilinç durumlarına bakıldığında ise GKS skoru 15 olan hastanın bilinci bulanık iken skoru 6 olan hastanın bilincinin olmadığı görülmüştür.

Tüm hastalar içerisinde başvuru anında baş ağrısı olan 12 (% 1.8), baş ağrısı olmayan 631 (% 98.2) hasta tespit edilmiştir. Baş ağrısı olan hastalardan 10'unun BBT sonucu normal sınırlarda, 1'inin kırık ve 1'inin de skalp yaralanması şeklinde raporlanmıştır.

Hastaların alkol ya da uyuşturucu kullanımlarına bakıldığında tüm hastalar içerisinde sadece 1 hastada alkol kullanımı tespit edilmiş olup bu hastanın BBT sonucu normal sınırlarda raporlanmıştır. Tüm hastalar içerisinde uyuşturucu kullanan hasta olmadığı görülmüştür.

Hastaların GKS değerlerine göre BBT bulgularına bakıldığında BBT sonucu normal olan hastaların büyük çoğunluğunun skorunun 15 olduğu, BBT sonucunda birden fazla patoloji saptanan hastalardan 2 kişinin skorunun 5 ve 6 olduğu görülmektedir (Tablo 10).

Tablo10. Hastaların GKS skorlarına göre BBT bulgularının dağılımı

GKS SKORU	BBT Sonuçları										Toplam
	Normal	Kırık	Kont.	PH	EH	SH	SY	HA	Ödem	BÇP	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
11	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
14	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	9
15	501	38	8	1	2	2	59	8	0	7	626
Toplam	507	40	11	1	2	2	60	8	1	11	643

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; GKS: Glasgow Koma Skalası; BBT Normal: Normal; Kırık: Kırık; Kont.: Kontüzyon; PH: Parankimal Hematom; EH: Epidural hematom; SH: Subdural hematom; SY: Skalp yaralanması; HA: Hipodens alan; Ödem: Ödem; BÇP: Birden çok patoloji

Hastaların bilinç durumlarına bakıldığında toplam 2 (% 0.3) hastanın başvuru anında bilinci kapalı iken 13 (% 2.0) hastanın bilinci bulanık, 628 (% 97.6) hastanın ise bilinç durumunun normal olduğu görülmektedir. Hastaların bilinç durumlarına göre BBT sonuçlarının dağılımı ise Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11. Hastaların bilinç durumlarına göre BBT sonuçlarının dağılımı

Bilinç	BBT Sonuçları										Toplam
	Normal	Kırık	Kont.	PH	EH	SH	SY	HA	Ödem	BÇP	
Yok	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	2 (%10 0.0)	2 (%100.0)
Bulanık	7 (% 53.8)	1 (% 7.69)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	1 (% 7.6)	0 (% 0.0)	1 (% 7.6)	0 (% 0.0)	1 (% 7.6)	2 (% 15.2)	13 (%100.0)
Normal	500 (% 79.6)	39 (% 6.2)	11 (% 1.7)	1 (% 0.1)	1 (% 0.1)	2 (% 0.2)	59 (%9.3)	8 (%1.2)	0 (% 0.0)	7 (% 1.1)	628 (%100.0)
Toplam	507 (% 78.8)	40 (% 6.2)	11 (% 1.7)	1 (% 0.1)	2 (% 0.2)	2 (% 0.2)	60 (% 9.3)	8 (% 1.2)	1 (% 0.1)	11 (% 1.7)	643 (%100.0)

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; BBT Normal: Normal; Kırık: Kırık; Kont.: Kontüzyon; PH: Parankimal Hematom; EH: Epidural hematom; SH: Subdural hematom; SY: Skalp yaralanması; HA: Hipodens alan; Ödem: Ödem; BÇP: Birden çok patoloji

Hastaların bilinç durumları ile BBT sonuçları karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık (p=0.001) saptanmıştır (Tablo 12).

Tablo 12. Hastaların bilinç durumlarının BBT sonuçlarına göre karşılaştırılması

		BBT Sonuçları		Toplam
		Patoloji yok	Patoloji var	
Bilinç	Yok	0 (% 0.0)	2 (% 100.0)	2 (% 100.0)
	Bulanık	8 (% 61.5)	5 (% 38.5)	13 (% 100.0)
	Normal	559 (% 89.0)	69 (% 11.0)	628 (% 100.0)
Toplam		567 (% 88.2)	76 (% 11.8)	643 (% 100.0)

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; p=0.001

Anamnez bulgularında bulantı tarifleyen 9 hastadan 7'sinin (% 77.7) BBT sonucunun normal olduğu görülmektedir (Tablo 13).

Tablo 13. Bulantısı olmayan ve olan hastaların BBT sonuçlarına göre dağılımı

	BBT Sonuçları										Toplam
	Normal	Kırık	Kont.	PH	EH	SH	SY	HA	Ödem	BÇP	
Bulantı (-)	500 (%78.8)	39 (% 6.1)	11 (%1.7)	1 (%0.1)	2 (%0.2)	2 (%0.2)	59 (%9.3)	8 (%1.2)	1 (%0.1)	11 (%1.7)	634 (% 100.0)
Bulantı (+)	7 (%77.7)	1 (%11.1)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	1 (%11.1)	0 (% 0.0)	0 (% 0.0)	0 (%0.0)	9 (% 100.0)
Toplam	507 (%78.8)	40 (% 6.2)	11 (%1.7)	1 (%0.1)	2 (%0.2)	2 (%0.2)	60 (%9.3)	8 (%1.2)	1 (%0.1)	11 (%1.7)	643 (% 100.0)

BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; BBT Normal: Normal; Kırık: Kırık; Kont.: Kontüzyon; PH: Parankimal Hematom; EH: Epidural hematom; SH: Subdural hematom; SY: Skalp yaralanması; HA: Hipodens alan; Ödem: Ödem; BÇP: Birden çok patoloji

Hastaların BBT sonuçları ile bulantı şikâyetleri bakıldığında arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık (p>0.05) saptanmamıştır (Tablo 14).

Tablo 14. Bulantısı olmayan ve olan hastaların BBT sonuçlarının karşılaştırılması

	BBT Sonuçları		Toplam
	Patoloji yok	Patoloji var	
Bulantı (-)	559 (% 88.2)	75 (% 11.8)	634 (% 100.0)
Bulantı (+)	8 (% 88.9)	1 (% 11.1)	9 (% 100.0)
Toplam	567 (% 88.2)	76 (% 11.8)	643 (% 100.0)

Bulantı (-): yok, (+): var; BBT: Bilgisayarlı beyin tomografisi; p>0.05

Tam kan sayımında (TKS) hastaların hemoglobin değerlerine bakılmış olup hastaların yalnızca 2'sinde (% 0.4) Hb. değerleri normal sınırın altında olduğu görülmüştür. Bu hastalardan birinin BBT sonucu normal sınırlarda, diğerinin BBT sonucu ise patolojik (kırık ve epidural hematoma) olarak raporlanmıştır.

Hastaların yaş gruplarına göre efektif doz değerleri hesaplanmasına bakıldığında 0-18 ay yaş grubundaki 201 hasta için efektif doz değeri ortalama 4.58 mSv (2.91-7.15), 18 ay-6 yaş grubundaki 255 hasta için ortalama 3.88 mSv (2.31-4.27), 6-16 yaş grubundaki 187 hasta için ise ortalama 3.31 mSv (2.51-3.51) olarak hesaplanmıştır (Tablo 15).

Tablo 15. Yaş gruplarına göre CTDI, DLP ve efektif doz dağılımı

	<i>k</i> değeri	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy.cm)	EFEKTİF DOZ (mSv)
0 - 18 ay (n=201)	0.0067	50.01±7.82	669,76±216.96	4.58±1.45
18 ay- 6 yaş(n=255)	0.0040	59.62±2.76	998,05±94.10	3.88±0.37
6 - 16 yaş (n=187)	0.0032	59.62±1.13	1032,98±36.53	3.31±0.11

CTDI_{vol}: Computed Tomography Dose Index; DLP: Dose Length Product

Hastaların maruz kaldığı radyasyonu nitelendirmek için “CT-Expo v 1.5; G. Stamm, Hannover and H.D. Nagel, Hamburg” bilgisayar yazılımı kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda ortalama efektif radyasyon dozu 0-18 ay için 400 mAs'ta 4.3mSv, 200 mAs'ta 2.2 mSv, 18 ay-6 yaş için 400 mAs'ta 4.3 mSv, 300 mAs'ta 3.1 mSv ve 200

mAs'ta 2.3 mSv, 6-16 yaş için ise 400 mAs'ta 4.3 mSv, 300 mAs'ta 3.1 mSv ve 200 mAs'ta 2.3 mSv olarak belirlendi. Kadın ve erkek için hesaplanan efektif doz değerleri ise sırasıyla 0-18 ay için 400 mAs'ta 4.5/4.1 mSv, 200 mAs'ta 2.3/2.1 mSv, 18 ay-6 yaş için 400 mAs'ta 4.5/4.1 mSv, sadece erkek için 300 mAs'ta 3.1 mSv, sadece kadın için 200 mAs'ta 2.3 mSv, 6-16 yaş için 400 mAs'ta 4.5/4.1 mSv, sadece kadın için 200 mAs'ta 2.3 mSv, sadece erkek için 300 mAs'ta 3.1mSv'dir.

TARTIŞMA

Bir doku veya organın yapısını, biçimini bozan ve dıştan mekanik bir tepki sonucu oluşan lokal yara olarak tanımlanabilen travma, canlı üzerinde beden ruh açısından önemli ve etkili yaralanma belirtileri bırakır. Bu önemli etkilerinden bir tanesi de kafa travmasıdır. İnsanların hayatlarının her evresinde karşılaşma ihtimali olan ciddi kafa travması öldüren, sakat bırakan, uzun süre tedavi ve bakım gerektiren bir durumdur. Çalışmamıza 2008-2010 yılları arasında hastanemiz acil servisine başvuran travma geçirmiş 0-16 yaş grubu toplam 643 hasta dahil edilmiştir. Literatüre göre erkek çocuklar ve adölesanlar kız çocuklara göre 3:2 oranında acil servislere daha fazla başvurmakta ve erkek çocuklar 4 kat daha fazla oranda fatal travmalara maruz kalmaktadır (78). Bizim çalışmamızda başvuran hastaların Erkek/Kadın oranı 2.04 olup hastaların en çok 18 ay-6 yaş grubu hastalardan oluştuğunu (n=257) ve bunların da 93'ünün kız, 164'ünün erkek olduğu görülmüştür. Hastaların önemli çoğunluğunu erkeklerin ve 18 ay-6 yaş grubu çocukların oluşturması, bu yaşlarda çocukların sosyalleşmeye başlamaları ve belki de oyun oynarken erkek çocukların oyun türlerinin kız çocuklarına göre daha agresif ve hareketli olması olabilir.

Hızla gelişen teknoloji ile saniyeler içinde gerçekleşebilen çekimler sayesinde bilgisayarlı beyin tomografisi kafa travmalı hastalarda bugün artık tartışmasız olarak kabul edilen radyolojik tetkiktir. BBT ile hızlı ve noninvaziv değerlendirme yapılabilmekte, böylece erken cerrahi girişim ya da medikal tedaviye olanak sağlanıp hasta prognozu önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu yüzden hastanın hızlı nörolojik değerlendirmesinden sonraki adım radyolojik görüntüleme olmalıdır. Yapılan çalışmalar hafif kafa travması olan hastalarda (GKS 13-15) görüntüleme yöntemleri arasındaki beyin tomografisinde bulguların çoğunun normal olduğunu göstermektedir (79). Wong ve ark. (80) yaptıkları çalışmada pediatrik kafa travmalı olgularda acil servis doktorlarının tıpta yanlış uygulama korkusunun kranyal BT istek miktarında artışa neden olduğunu, kranyal BT istem kararlarının da hastanın klinik bulgularına göre çok değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Ryu ve ark. (81) hafif kafa travmalı hastaların

radlyolojik tetkikler açısından konsültasyonu konusunda yaptığı çalışmada, Kanada'nın Ontario eyaletinde sekiz acil servis bۆlümünde merkezler arasında uyumsuzluk sۆz konusu olduğunu hatta aynı merkezde uygulayıcılar arasında bile farklılıkların olduğunu göstermişlerdir. Bigler'in (82) yaptığı çalışmada hafif kafa travması geçiren ve bu sebeple ölen hastaların otopsi raporlarında sıklık sırasına göre korpus kallozumun, beyin sapının ve lobar beyaz cevherin difüz aksonal hasardan en çok etkilenen bölgeler olduğu gösterilmiştir. Ancak hafif kafa travmasında bu bölgelerde bilgisayarlı beyin tomografisinde patoloji saptanma oranı ise oldukça düşük görölmüştür. Çalışmamızda da benzer şekilde difüz aksonal hasarı olan hastalarda frontal, temporal ve oksipital loblarda, insulada, ambient siternde, internal kapsülde, bazal ganglionlarda kontüzyon lehine bulgular tespit edilmiş olup en sık frontal ve oksipital loblarda etkilenme olduğu görölmektedir. ocuk hastalarda yapılan benzer çalışmalarda kafa tabanı kırıklarının intrakranyal patoloji açısından daha yüksek risk taşıdığı bulunmuştur (83, 84, 85). Quayley ve ark. (85)'nin çalışmasında hastalardan % 50'sinde, Oman ve ark. (83)'nin çalışmasında ise klinik olarak önemli olan kafa travması tanımladığı hastalardan % 52.2'sinde ve Dunning ve ark. (84)'nin yaptığı çalışmada da % 1.9'unda kırık tespit edilmiştir. Bizim alışmamızda ise hastaların % 6.2'sinde BBT'de kırık tespit edildi. Ayrıca alışmamızda BBT çekilen hastaların raporlarında en fazla oranda (n=507) normal bulgulara rastlandı. BBT sonucu patolojik olarak raporlanan (n=136) hastalar arasında ise en fazla saptanan bulgunun hayatı tehdit edici bir yaralanma olmayan skalp yaralanması (n=60) olduğu gözlenmiştir. BBT bulgusunda kırık saptanan 40, kontüzyon saptanan 11, hematoma saptanan 1, epidural hematoma olan 2, subdural hematoma olan 2, parankimal hipodens alanı olan 8, parankimal ödemi olan 1 ve birden çok patolojisi olan 11 hasta mevcut idi. Hiçbir hastanın BBT bulgusunda tek başına SAK bulgusuna rastlanmamış olup, bu bulgunun diğer patolojik bulgularla bereberlik gösterdiği saptanmıştır. Travma geçiren hastalarda BBT çekimlerinde bu denli fazla normal bulgu saptanması ve patolojik bulgular arasında da fizik muayene ile kolaylıkla saptanabilecek skalp yaralanması olması BBT endikasyonlarının değerlendirilmesi gerekliliğini düşündürmektedir. Çalışmamızda BBT'de saptanan kırık olgusu Quayley ve ark. ile Oman ve ark.'nin alışmalarındakinden daha az, ancak Dunning'in alışmasındakinden

daha fazla (% 6.2) idi. Bunun sebebi kranyal graflarla da saptanabilecek kırığı olan hastalarda kranyografi yerine BBT yapılmış olması olabilir.

Acil serviste çalışan hekimlerin adli olgularda adli rapor düzenleyerek ilgili makamlara bildirim yapma zorunluluğu bulunmaktadır. Çalışmamızda adli dosyası tutulan hasta sayısının (n=303), dosyası adli olmayan hasta sayısından (n=340) daha az olduğu görülmektedir. Çalışmamızdaki hastaların dosyalarının adli olan ya da olmayan olarak tutulmuş olmalarının BBT sonuçlarındaki patolojik bulgu raporlanması ile karşılaştırılmasında; dosyası adli olarak tutulan hastaların BBT sonuçlarında daha fazla patolojiye rastlandığı izlenmiştir. Bunun sebebi acil servis hekimlerinin hukuki durumlar açısından kendilerine sıkıntı yaratmaması için adli dosyası olan hastalardan daha fazla oranda BBT tetkiki istiyor olması ya da adli vaka tanımı kapsamında olan bu hastaların patolojik BBT bulgusu içerebilecek daha ciddi travmalara maruz kalıyor olması olabilir. Bu denli büyük oranda adli dosya tutulmasının sebebi ülkemizde mezuniyet öncesi ve sonrası adli tıp eğitiminin yetersizliği ya da hekimlerin bu konuları yeterince bilmemeleri ile ilgili olabilir. Literatürde adli vakalarla ilgili çalışmaya rastlanmamıştır.

Penetran ya da künt kafa travmaları çoğunlukla karmaşık yaralanmalar ve mortaliteye neden olan yüksek ivmeli cisimlerden kaynaklanır ve büyük travma merkezlerinde ve devlet hastanelerinde sıkça karşılaşılan bir durumdur (86). Skalp yaralanması ya da kafatası kırığına neden olan darbe sonucu beyinde kup ve kontrkup etkiler meydana gelir. Bu tarz travmalar genellikle künt kafa travması sonucu oluşur ve kafatası kırıklarına neden olabilir. İnfant ve çocuklarda erişkinlere oranla baş-vücut oranı daha fazla olduğundan, paranazal sinüslerin havalanması henüz tamamlanmadığından ve kafatası daha ince yapıda olduğundan travmanın oluş mekanizması patolojiye sebep olma açısından daha önemlidir (87). Ülkemizde tüm kazalara ait geniş istatistiksel bilgi bulunmamaktadır. Karasu ve ark. yaptığı çalışmada acil servislerinde 2006 yılı içerisinde kafa travması nedeniyle tedavi edilen hasta sayısının 430, mortalite oranının ise % 11 olduğu belirtilmiştir (88). Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) kafa yaralanmasının travmaya bağlı ölümlerin en sık sebebi olmasından ötürü, Atabaki ve

ark.'nın (89) yaptıkları çalışmada prospektif olarak 1997-2000 yılları arasında 0-21 yaş arası BT çekilen ve GKS skoru 13-15 olan hafif kafa travmalı hastalar incelenmiştir. Çalışmada hastaların demografik verilerine, BBT tetkiklerine, travmanın oluş mekanizmasına, fizik ve nörolojik muayene bulgularına bakılmıştır. Sonuçta duysal defisit, GKS skoru <15, <2 yaş, kafa tabanı kırığı varlığı, bilinç bulanıklığı, amnezi ya da baş ağrısı gibi semptomların varlığı halinde intrakranyal patoloji oluşmuş olması riskinin daha fazla olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda travmanın oluş şeklinin penetran ya da künt olması ile BBT sonucunda patolojik bulgu saptanması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Bizim çalışmamızda da travmanın oluş mekanizmasından ziyade diğer faktörlerin travmatik beyin hasarına ait BBT bulgularının ciddiyeti açısından daha önem taşıdığı görülmektedir. Çalışmamızda da duysal defisiti olan, GKS skoru <15 olan ve <2 yaşında olanlarda BBT'de patolojik bulgulara rastlanmıştır.

Çocuklarda travmanın oluş şeklinin çocuğun yaşı ve gelişim evresi ile değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Örneğin yenidoğan çocuklarda konumuz dışında olan doğum ile ilgili travmalar, 1-4 yaşlarında çocukların yürümeye başlaması ile birlikte düşme sebebiyle oluşan travmalar, okul çağı çocuklarda ise bisiklet ve oyun kazaları ile ilgili olanlar ve adölesanlarda da trafik kazaları sebebiyle olan travmalar daha fazla karşımıza çıkmaktadır (90). Steinborn ve ark. (91) 2000-2008 yılları arasında travmatik beyin hasarı olan ve yaş aralığı 3-15 ay olan 64 çocuğu (45 erkek, 19 kadın) içeren çalışmalarında hastaların % 23'ünde hastada GKS skoru 13-15, % 27'sinde GKS skoru 8-12 ve % 50'sinde GKS skorunu 3-7 olarak tespit etmişlerdir. Bu hastaların % 53'ünün trafik kazası, % 33'ünün düşme nedeniyle kafa travması geçirdiği belirtilmiştir. Keenan ve ark. (92) da çocuklarda görülen kafa travmalarının sebebinin çocukların gelişim evrelerinin göstergesinden biri olan yaşları ile farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Mesela yeni yürümeye başlayan çocuklarda düşmenin, okul çağındakilerde spor kazalarının, daha büyük çocuklarda ise motorlu taşıt kazalarının daha fazla görüldüğü belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ise tüm yaş gruplarında en sık kaza sebebinin ev dışı kazalar oluşturmakta olup 0-18 ay çocuklarda % 43.7, 18 ay-6 yaş çocuklarda % 56 ve

6-16 yaş üzerinde % 49.7 oranında bulunmuştur. Çalışmamızda hastaların travma tipine göre acil servise başvuru nedenlerine bakıldığında hastaların en fazla ev dışı kazalar olarak gruplanan sebeplerle başvurduğu görülmüştür. Bunu ev içi kazalar grubu takip etmektedir. Motorlu taşıt kazası ile başvuran hasta sayısı ise toplam 146 (% 22.7) hasta olup bunlardan 90 (% 13.9) hastanın başvuru sebebinin araç içi trafik kazası olduğu görülmektedir. Travma tipine göre BBT bulgularına bakıldığında ise ev dışı kaza nedeniyle başvuran hastalar arasında 253 hastada (% 78), motorlu taşıt kazası sebebiyle başvuran hastalardan da 102'sinde (% 69.8) BBT sonucu normal sınırlarda raporlanmıştır. Çalışmamızda travmaya uğrayan hastaların 18 ay-6 yaş grubunda daha fazla olduğu görülmektedir. Bu dönemde çocukların aileleri tarafından dış dünya ile tanışmalarına ve dışa dönük aktiviteler yapmaya başlamalarına izin verildiği düşünüldüğünde, ev dışı kazaların bu yaş grubunda daha fazla olması beklenebilecek bir sonuçtur.

Bilgisayarlı tomografi travmatik beyin hasarlanmasını hızlıca gösteren bir tetkik olmasının yanında acil müdahale gerektirmeyen ve travma ile ilişkisi olmayan patolojilerin varlığını da saptayabilmektedir. Bunun aksine başka tetkiklerle saptanabilecek bazı beyin hasarlanmalarını göstermede zaman zaman yetersiz kalabilmekte ve bazen BBT sonuçları normal olan çocukların hastaneye yatırılmaları gerekebilmektedir (93). Pieretti-Vanmarcke ve ark. (94), 3 yaşın altında travma geçirmiş 12537 çocuk hastada yaptıkları çalışmada iyi bir klinik muayene ile % 99 hastanın radyasyon içeren bir tetkike ihtiyaç duymadan acil serviste fizik ve nörolojik muayene ile değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir. Langlois ve ark. (95) yaptıkları çalışmada 0-14 yaş grubunda 1 yıl içinde 43500 kişi travmatik kafa yaralanması nedeniyle acil servise başvurmuş ve hastaların 3700'ünün (% 8.5) hastaneye yatırıldığı, 2685'inin (% 6.1) ise acil serviste öldüğü bildirilmiştir. Çalışmamıza bakıldığında acil servisten taburcu edilen hasta sayısının 507 (% 78.8) olduğu ve bunların da 423'ünün (% 83.4) BBT sonucunun normal sınırlarda, 84'ünün ise (% 16.6) BBT sonucunun patolojik olduğu görülmektedir. Bu 84 hasta içerisinde de en fazla oranda (% 58.3) hayatı tehdit edebilecek bir patoloji olmayan skalp yaralanmasının mevcut olduğu görülmüştür. BBT

sonucu normal olan 3 hasta ve skalp yaralanması olan 2 hastada başka organ yaralanması olup hastanemizde yatış için yer olmadığından bu hastalar başka bir merkeze sevk edilmiştir. Tüm hastalardan 75'i (% 11.6) hastaneye yatırılmış olup bunlardan 34 hastanın BBT sonucu normal sınırlarda, 41 hastanın BBT sonucu ise patolojik olarak raporlanmıştır. BBT sonucu normal olup hastaneye yatırılan hastaların yatış sebepleri hepatik laserasyon gibi intraabdominal travmalar, plastik cerrahiye ilgilendiren sebepler ve kas iskelet sistemine ait lomber kompresyon, skapula yaralanması gibi diğer travmatik durumlar olduğu görülmüştür. Hastalardan hiçbirinin acil serviste ölmediği kaydedilmiştir. Çalışmamızda BBT sonucu normal olarak raporlanan hastaların (n=507) çoğunluğunun (% 93.2) beklendiği gibi taburcu edildiği ve patolojik olanların da (n=136) hayatı tehdit edecek bulgusu olmadığından yarısından fazlasının (% 61.7) taburcu edildiği görülmüştür.

Quayle ve ark. (96) yaptığı bir çalışmada acil servise başvuran 322 çocuk hastanın 27'sinde (% 8) intrakranyal hasarlanma, 50'sinde (% 16) kafatasında kırık tespit edilmiştir. İntrakranyal hasarı olan çocukların da % 59'unda (n=16) normal nörolojik muayene bulguları tespit edilmiştir. Bu 16 hastanın sadece 1'i akut epidural hematoma nedeniyle cerrahi operasyona alınmıştır. Yaş ortalaması 9.2 yıl ve GKS 13-15 arasında olan hafif kafa travmalı 3866 hastanın katıldığı çalışmada Osmond ve ark. (82) hastalardan 159'unda (% 4.1) BBT'de patoloji tespit etmiş olup bunlardan sadece 24'ünde (% 0.6) pozitif nörolojik bulgu saptanmıştır. Çalışmamızda nörolojik muayene bulgularından en az birinin hasta muayenesinde bulunması durumunda nörolojik muayene bulgusu (+) kabul edilmiştir. Çalışmamızda BBT bulgusunda patoloji tespit edilmeyen 136 (% 21.1) hastadan 1 (% 0.7)'inde nörolojik muayene bulgusu (+) bulunmuştur.

Heyman ve ark. (97) yaptığı çalışmada Amerika'da yaşayan halklar arasında çocuk ve adölesanlarda uyuşturucu ve alkol kullanımının yaygınlığından bahsetmekte, bunun sosyal, akademik, gelişimsel ve kanuni bir problem olduğunu vurgulamaktadır. Belcher ve ark. (98) yaptığı çalışmada çocuklarda alkol ve uyuşturucu kullanımı sebeplerinin çok

yönlü olduğundan ve duygu durumunun, davranış ve yetiştirilme biçiminin, çevresel faktörlerin önem taşıdığından bahsedilmektedir. Smart ve ark. (99)'nın adölesan yaş grubunda Türkiye'yi de içeren 36 ülkede alkol ve uyuşturucu kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada Türkiye'de diğer ülkelere nazaran alkol ve uyuşturucu kullanımının daha az olduğu belirtilmiştir. Çalışmamıza dahil edilen hastalar arasında sadece 1 hastada alkol kullanımı tespit edilmiş olup bu hastanın BBT sonucu normal sınırlarda raporlanmıştır. Hastalar arasında uyuşturucu kullanan hasta olmadığı görülmüştür. Çalışmamızda hastaların hiçbirinde uyuşturucu kullanımının olmaması ve sadece 1 kişinin alkol kullanmış olmasının nedeni bizim toplumumuzda aile yapısının ve toplum değerlerinin buna müsade etmemesi olabilir.

Hafif kafa travmasının en sık semptomlarından biri de baş ağrısıdır (100). Haydel ve Shembekar'in (101) yaptıkları çalışmada kafa travması geçirmiş 4 yaşından büyük hastalarda bulantı, baş ağrısı, posttravmatik epilepsi, uyuşturucu-alkol kullanımı, kısa süreli hafıza kaybı olması durumlarından birinin varlığı halinde BBT çekimi endikasyonu olması gerektiğinden bahsedilmektedir. Yine Palchak ve ark.'nın (10) kafa travması geçirmiş 1271 hastada yaptığı çalışmada baş ağrısı tarifleyen hasta sayısının yalnızca 3 (% 0.2) olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ise baş ağrısı şikayeti olan hastaların oranı % 1.8 (n=12) olarak bulunmuş olup, bunların 10'unda BBT sonucu normal olarak raporlanmıştır. Baş ağrısı olan sadece 2 hastada ise BBT'de patoloji tespit edilmiştir. Çalışmamızda baş ağrısı şikayetinin literatürdeki gibi çok az olmasının nedeni çocukların bu şikayetleri ifade edemeyecek kadar küçük olmaları olabilir. Çünkü çalışmamızda baş ağrısı şikayeti bulunan çocukların hiç de az olmayan bir oranda (% 41.6) 0-6 yaş grubunda olduğu görülmüştür.

Borg ve ark.'nın (102) hafif kafa travmalı hastalarda yaptığı çalışmada GKS skoru 15 olan % 5 hastada, GKS skoru 14 olan % 20 hastada ve GKS skoru 13 olan % 30 hastada patolojik bilgisayarlı beyin tomografisi bulguları tespit edilmiştir. Buna göre GKS skoru değerinin ciddiyetine paralel olarak BBT sonuçlarının patolojik olma durumunun artmakta olduğunu görmekteyiz. Halley ve ark.'nın (103) 2001-2002 yılları arasında

San Diego’da bir pediatrik travma merkezinde yaptıkları çalışmada 2-16 yaş arasındaki GKS skoru 13-15 ve amnezisi ya da bilinç bulanıklığı olan 98 travmalı hasta incelenmiştir. Çekilen BBT tetkiklerinde 13 (%13) hastada travmaya ait patolojik bulgu saptanmış ve bu hastalardan 1’inde GKS skoru 14, 9’unda ise GKS skoru 15 olarak tespit edilmiş, 38 hastanın ise BBT sonucu normal olarak raporlanmıştır. Buna göre olası beyin travması ihtimalini atlamamak için GKS skoru hafif travma varlığını belirten 13-15 olsa bile bilinç bulanıklığı ya da amnezisi olan hastalara BBT çekilmesi gerektiği belirtilmiştir. Davis ve ark.’nın (104) yine GKS skoru 15 olan ancak bilinç bulanıklığı olan 185 hastada yaptıkları retrospektif bir çalışmada da çekilen BBT’lerde hastalardan 17’sinde kafatasında kırık, 12 hastada ise intrakranyal kanama bulguları tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre de çocuk hastalarda GKS skoru iyi olsa bile BBT’lerinde intrakranyal kanamaya ait bulguların olabileceğini anlamaktayız. Çalışmamızda incelenen hastaların GKS skorlarına bakıldığında hafif şiddette kafa travması olarak gruplanan GKS skoru 13-15 olan hasta sayısının 635, orta şiddette kafa travması olarak gruplanan GKS skoru 9-12 olan hasta sayısının 6 ve ağır kafa travması olarak gruplanan GKS skoru 3-8 olan hasta sayısının ise 2 olduğu görülmüştür. Bu hastalar içerisinde ise GKS skoruna göre hafif şiddette kafa travması olan hastaların 507 (% 78.8)’sinde BBT sonucu normal sınırlarda, orta şiddette kafa travması olan 6 (% 0.9) hastanın hepsinin BBT sonucu patolojik raporlanmıştır. Ağır kafa travması geçirmiş (GKS 3-8) tüm hastaların (n=2) BBT sonucunda patolojik bulguya (kırık, akut epidural hematoma) rastlanmıştır. Görüldüğü üzere Borg ve ark. gibi bizim çalışmamızdaki hastaların da Glasgow Koma Skala skorları ile BBT bulguları arasında beklenildiği gibi negatif yönde korelasyon izlenmiş olup, BBT sonucu normal olan 507 hastanın GKS skoru 13-15 arasında bulunmuştur.

Kafa travması geçiren çocukların klinik bulguları travmanın ciddiyeti ve beyin hasarının olup olmamasına göre değişmektedir. En sık görülen klinik bulgu ise bilinç bulanıklığıdır (105). Simon ve ark.’nın (106) 569 çocuk hastada yaptığı çalışmada bilinci kapalı olan 429 hasta olduğunu ve bunların da 62’sinde (%14) intrakranyal hasar olduğu belirtilmiştir. Ancak GKS skoru 15 olup bilinç kaybı olmayan 215 hastanın

35'inde (% 16.0) subdural-epidural hematoma, SAK ya da hematoma varlığı tespit edilmiştir. Buna göre çocuk hastalarda bilinç kaybı olmayışının ve GKS skorunun yüksek olmasının intrakranyal travma ciddiyeti ile korele olmadığını göstermişlerdir. Bu sebeple çocuk hastalarda bilinç kaybı olmasa dahi BBT çekilebileceği belirtilmektedir. Greenes ve Schutzman (107) ise <2 yaş hastaların asemptomatik olsalar dahi kranyal travma sonrası intrakranyal patoloji oluşması açısından risk altında olduklarını belirtmektedirler. Çalışmamızda <2 yaş olan hasta sayısı 201 olup, bunlarında 31'inde (% 15.4) BBT sonucunda patolojiye rastlanmıştır. Çalışmamıza katılan hastalardan başvuru anında bilinci kapalı olan 2 hastanın her ikisinde de, bilinci normal olan 628 hastanın 69'unda (% 11) BBT sonucu patolojik olarak raporlanmıştır. Çalışmamıza bakıldığında travmalı hastaların bilinç durumları ile BBT sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0.001). Bu sonuçlara göre Simon ve ark.'nın aksine bilinç durumunun BBT'de patoloji çıkma olasılığını göstermede bir kriter olarak değerlendirilebileceğini gösterse de bilinci kapalı hasta sayısının az olması bu çıkartımı zayıflatmaktadır. Literatüre bakıldığında özellikle çocuk hastalarda bilinç kaybı olmasının BBT çekim endikasyonu için iyi bir kriter olmadığı, dolayısıyla bilinci normal olan hastalara BBT çekilebileceği belirtilmektedir.

Beyindeki kusma merkezine giden yolların nöronal ve hormonal aktivasyonu sonucunda bulantı ve kusma gerçekleşir (108). Palchak ve ark. (10) 18 yaş ve altı çocuklarda yaptıkları çalışmada çocuklarda anormal mental bulgular, kırık ve bulantı-kusma olmasının artmış intrakranyal patoloji riski açısından yüksek risk taşıdığını belirtmiştir. Bainbridge ve ark.'nın (109) 124 erişkin ve 27 çocuk hastayı içeren çalışmalarında kusması olan erişkin hastaların 5'inde (% 4) ve çocuk hastaların 1'inde (% 3.7) BBT'de patolojik bulguya rastlanmıştır. Bu hastalardan hiçbirinde acil cerrahi tedaviye ihtiyaç duyulmamasına rağmen travma sonrası hastalara yine de BBT çekilmesi gerekliliğinden bahsedilmiştir. Çalışmamızdaki hastaların başvuru anındaki hikâyelerine bakıldığında BBT bulguları ile bulantı durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0.05). Her ne kadar çocuklar erişkinlere nazaran kusmaya daha meyilli olsalar da çalışmamızdaki hastaların muayenede (yaşları itibari ile) bulantı ve

kusma durumlarını ne denli doğru ifade ettiklerinin bilinmiyor olması bu sonucun ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir.

Literatürde kafa travmasına bağlı kanda Hb. değerleri değişimi ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Çalışmamıza dahil edilen hastaların başvuru anındaki hemoglobin değerlerine bakıldığında hastalardan yalnızca 2'sinin (18 ay-16 yaş) Hb. değeri normal sınırların altında tespit edilmiş olup bu hastalardan da birinin BBT sonucu normal, diğerinin ise patolojik (kırık ve epidural hematoma) olarak raporlanmıştır. Hastalarımızdaki hemoglobin değerlerindeki düşüşün beyin kanamasından ziyade özellikle intraabdominal ve ekstremiteler travmaları sonucu olduğu tespit edilmiştir.

Bilgisayarlı tomografi tetkikinin iyonizan radyasyon içermesi nedeniyle çekimlerde mümkün olan en az radyasyon dozunun uygulanması önemlidir. Özellikle pediatrik yaş grubu hastalarda BT çekim protokollerinin optimize edilmesi daha da önemli bir konu haline gelmiştir. Çünkü çocukların maruz kaldığı düşük doz radyasyon hayatları boyunca oluşabilecek kanser riskinde belirgin derecede artışa neden olmaktadır (6, 7).

Galanski ve ark. (55) yaptıkları çalışmada BBT çekimlerinde yaş gruplarına göre hastaların maruz kaldıkları radyasyon miktarı; 0 yaş grubu için ort. 2.2 mSv, 1-2 yaş için ort. 2.2 mSv, 2-5 yaş için ort. 1.9 mSv, 6-10 yaş için ort. 2.0 mSv, 11-15 yaş için ort. 2.2 mSv olarak hesaplanmıştır. 2008 yılında Amerika Tıp Fizikçileri Komitesi'nin 96 numaralı raporunda BT'de radyasyon dozunun ölçümü, bildirilmesi ile ilgili olan efektif doz hesaplaması için kullanılan *k* değeri pediatrik hastalarda yaş gruplarına göre ayrılarak 0 yaş grubu için 0.0011, 1 yaş grubu için 0.0067, 5 yaş grubu için 0.0040 ve 10 yaş grubu için 0.0032 olarak belirtilmiştir (54, 58). Çalışmamızda Amerika Tıp Fizikçileri Komitesi'nin 96 numaralı raporunda (59) bahsedilen yaşlara göre *k* değerleri esas alınarak yapılan efektif doz hesaplamasında 0-18 ay yaş grubu hastalarda efektif doz değeri ortalama 4.58, 18 ay- 6 yaş grubu için ortalama 3.88 ve 6-16 yaş grubu için ortalama 3.31 olarak hesaplanmıştır. McCollough ve ark.'nın (110) yayınladıkları

çalışmada belirttikleri efektif doz değerleriyle (1-2 mSv) çalışmamızdaki sonuçlar karşılaştırıldığında çalışmamızda bulunan değerlerin tüm yaş grupları içerisinde kabul edilebilir değerlerden fazla olduğunu görmekteyiz. Çalışmamızda yaş gruplarına göre efektif doz değerleri Galanski ve ark.'nın çalışmasına göre de yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Bunun nedeni tomografi çekimlerinde kullanılan yaşlara göre standart pediatri çekim protokollerindeki kVp, mAs değerlerinin çok yüksek tutulmuş olması (mAs değer aralığı 200-400; kV değeri 120; CDTI değerleri 50.0, 59.6, 59.6; DLP değerleri 669.76, 998.05, 1032.98 idi), teknisyenlerin deneyimlerinin yetersiz olması, yoğun çalışma şartlarında bu değerleri hastaların vücut boyutu ve yaşlarına uygun olacak şekilde ayarlayamamış olmaları olabilir.

Mevcut işleyişte BT için kullanılan radyasyon doz indeksleri tek düze olmayıp, karışıklık yaratmakta ve erişkinlerde kullanılan fantomlar çocuklara da uygulandığından doz hesaplamalarında sistematik hatalara neden olmaktadır. Bu da BT çekilen çocukların doz hesaplamalarının doğru yapılmamasına neden olmakta, çocukların aldıkları radyasyon dozu doğru şekilde hesaplanamamaktadır. Strauss ve ark. (111) Ağustos 2008 tarihinde Cincinnati Çocuk Hastanesi'nde pediatrik incelemelerdeki radyasyon dozu ile ilgili verdikleri sempozyum sonuçlarını topladıkları çalışmalarında BT çekimlerinde çocukların maruz kaldıkları radyasyon dozları hesaplamalarının gerçek değerlere göre daha az olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin BBT çekimlerinde çocukların maruz kaldıkları radyasyon dozları gerçekte maruz kaldıkları radyasyon dozundan ~%35 daha düşük ölçülmektedir. Bu da çocuk hücrelerinin sürekli mitozu uğradığı ve bu hücrelerin radyasyona daha duyarlı olduğu düşünüldüğünde BT cihazlarını üreten firmaların mevcut işleyişteki doz bilgilerini yenileyerek pediatrik yaş grubundaki hastaların vücut büyüklüklerine ve radyasyona olan hassasiyetlerine göre yeniden düzenlemeler yapmaları gerektiğini göstermektedir. Böylece radyologlar çocukların maruz kaldıkları radyasyon dozlarını daha doğru şekilde belirleyebileceklerdir. Bizim çalışmamızda kullandığımız tomografi cihazında çocuk hastalara ait ayrı bir fantom bulunmamakta bu da çocukların maruz kaldıkları radyasyon dozunun doğru olarak ölçümünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Kanada'da hafif kafa travmalı hastalarda 1995'te % 15 olan BBT çekiminin 2005 yılında % 53'e çıktığı, ancak buna rağmen çocuk hastalarda BBT çekimlerinde intrakranyal hematoma varlığının halen gözden kaçtığı görülmüştür. Bundan yola çıkarak BBT çekim endikasyonlarını düzenlemek amaçlı Osmond ve ark. (112) 2001 ve 2005 yılları arasında yaptığı çalışmada GKS skoru 13-15 olan hafif kafa travması geçirmiş 3866 çocuk hasta yaş, cinsiyet, hastaneye geliş sebepleri, olaydan ne kadar zaman sonra hastaneye başvurdukları, hastaneye ambulansla mı geldikleri, nörolojik muayeneleri, GKS skorları, fizik muayeneleri, travmanın oluş mekanizmaları açısından incelenmiştir. Hastalardan 2043'üne BBT çekildiğini ve bunlardan da % 0.6'sının hastaneye yatırıldığı ve % 4.1'inin BBT'sinde patoloji olduğu saptanmıştır. Buna göre *CATCH (Canadian Assessment of Tomography for Childhood Head Injury)* protokolünü geliştirmişler ve hafif kafa travması olan hastalarda bilinç kaybı, amnezi, oryantasyon bozukluğu, kusma gibi kriterlerden en az biri varlığında BBT çekimi yapılmasını önermişlerdir. Bizim çalışmamızda ise hafif kafa travması geçiren hasta sayısının 635 olduğu bunların % 10.5'inin hastaneye yatırıldığı ve bunlardan da % 5.1'inin BBT sonucunun patolojik olduğu görülmüştür. Bu kriterlere göre bizim merkezimizde hastaneye yatırılan ve BBT'sinde patoloji saptanan hasta sayısının daha fazla olduğunu görmekteyiz.

Harty ve ark. (113)'ün 2007 yılında İngiltere'de yaptıkları çalışmada *National Institute for Health and Clinical Excellence'in (NICE)* 2003 yılında yayınladığı kafa travmalı hastaların yönetimi protokolünü 464 çocuk hasta üzerinde uygulamışlar ve buna göre hastaların 28'inde (% 6) BBT çekimi gerekliliğini tesbit etmişlerdir. Aynı hasta grubu için *NICE*'in 2007 yılında yayınladığı protokollerini uyguladıklarında ise fazladan 21(% 4.6) hastada daha BBT çekimi gerekliliğini tesbit etmişlerdir. Ülke ekonomisi açısından olaya bakıldığında ise, fazladan çekim yapılması gereken bu 21 hasta her yıl için yaklaşık 3570 pound ekstra maliyete neden olduğu görülmüştür. *NICE* 2003 protokolünde hastalarda GKS skorunun sadece 13'ün altında olmasının göz önüne alınması, 2007 protokolünde ise 1 yaşındaki hastalarda 15'in altındaki değerlerin de kabul ediliyor olması aradaki bu farklılığın ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Willis ve

ark. (114) 2005 yılında kafa travması sebebiyle acil servise başvuran 1428 çocuk hastada yaptıkları çalışmada ise hastaların % 4'üne *BCH (Birmingham Children's Hospital (BCH) head injury computed tomography guidelines)* protokolü gereğince BBT çekimi yapıldığını ve eğer bu hastalara *NICE* protokolü uygulansaydı % 8 hastanın daha BBT çekiminin yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. *BCH* kriterlerine göre hastaların travma sonrasında ≥ 3 sayıda kusma tariflemiş olması *NICE* kriterinde ise 1 kez kusma varlığının yeterli olması bu sonucun çıkmasına neden olmuştur. *NICE* kriterleri hem erişkin hem de çocuklar için geçerli bir protokoldür. Ayrıca çocuk hastalar erişkinlere oranla kusmaya daha meyillidir. *NICE* protokolünün tüm yaş gruplarını içeriyor olması ve kusma varlığının da bu protokolün önemli bir parçası olması bizim çalışmamıza retrospektif olarak uygulanabilirliği açısından bir limitasyon oluşturmaktadır. Bizim çalışmamızda hastalardan alınan anamnezlerde kusma varlığının travmanın oluşundan itibaren ne kadar zaman sonra ve kaç kere olduğu kayıtlara geçirilmemiş olduğundan *BCH* protokolünün de hastalarımıza retrospektif olarak uygulanmasını kısıtlamaktadır. Çalışmamızda 2008-2010 yılları arasında 0-16 yaş grubunda hastanemize travma sebebiyle toplam 1709 çocuk hasta başvurmuş olup bunlardan 643'üne (% 37.6) kafa travması nedeniyle BBT çekilmiştir. Hastanemiz kayıtlarında ICD kod tanımlamalarında kafa travmasına ait kodlar net bir şekilde kaydedilmediği için bu tarihler içerisinde kafa travması nedeniyle BBT'si olan ve olmayan hasta grubunun toplam sayısı elde olunamamıştır. Ancak bu tarihlerde genel travmalar içerisinde BBT çekim oranı % 37.6 olup diğer çalışmalarda belirtilen oranlara göre çok daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir.

Schachar ve ark. (115), 2001 ve 2008 yılları arasında hafif kafa travması geçiren ve BBT çekilen pediatrik yaş grubu hastalarda yaptıkları çalışmada *NOC (New Orleans Criteria)*, *CCHR (Canadian CT Head Rule)* ve *NEXUS II (National Emergency X-Radiography Utilization Study II)* kriterlerini uygulayarak hastalara BBT çekimi gerekliliğini gözden geçirmişlerdir. Bu üç kriter ayrı ayrı olarak hastalara uygulandığında hastaların BBT çekim endikasyonlarının en az sayıda *CCHR* kriterleri uygulandığında olduğunu görmüşler. *NEXUS II* kriterleri pediatrik yaş grubu hastalara

özel olmamakla beraber çocuk hastalara da uygulanabilmektedir. Çalışmamızdaki hastalara bu kriterleri uygulamış olsaydık toplam 643 hastanın % 99.3'üne (n=639) BBT çekmemiz gerekirdi. *NOC* kriterleri erişkin hastalar için hazırlanan kriterler olmakla birlikte, çalışmamızdaki hastalara *NOC* kriterlerini uygulamış olsaydık toplam 643 hastanın % 99.6'sına (n=641) BBT çekmemiz gerekirdi. *CCHR* kriterleri de erişkin hastalar için uygulanan kriterler olmakla birlikte, çalışmamızdaki 643 hastaya bu kriterleri uygulamış olsaydık hastalardan % 99.6'sına (n=641) BBT çekmemiz gerekirdi. Bizim çalışmamıza *CCHR* ve *NOC* kriterleri uyguladığımızda daha fazla oranda BBT tetkiki çekmemiz gerektiğini görmekteyiz. *NEXUS II* kriterlerini uyguladığımızda ise küçük bir farkla da olsa daha az oranda BBT çekilmesi gerektiğini görmekteyiz. Ancak *CCHR* ve *NOC* kriterleri *NEXUS II* gibi hem erişkin hem de pediatrik hastalara uygulanabilen kriterler olmayıp, sadece erişkin hastalar için hazırlanmış kriterlerdir.

2009 yılında hafif kafa travmalı pediatrik hastaların yönetimi ile ilgili *SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network)* klavuzuna göre acil BBT çekim endikasyonu olan hastalar; 5 dk'dan uzun süren bilinç kaybı, GKS skoru <13, fokal nörolojik defisit (+), açık ya da çökmüş kafatası kırığına ait bulguları olan hastalar ve kafa tabanı kırığına ait herhangi bir bulgusu olan hastalar şeklinde belirtilmiştir. Ayrıca >5cm skalp hematomu ve posttravmatik sersemliği olanlarda, yüksekten düşenlerde, 3 veya daha fazla sayıda kusması olanlarda, ciddi trafik kazası geçirmiş hastalarda da 8 saat içerisinde BBT çekilmesi gerektiğinden bahsedilmektedir. BBT sonucu normal olan hastaların takipleri sırasında nörolojik muayene bulgularında bir gerileme tespit edilirse BBT çekiminin tekrarlanması gerektiğinden de bahsedilmektedir (116). İtalyan Anestezi Rekonstrüksiyon ve Yoğun Bakım Derneği'nin (*Società Italiana di Anestesia, Analgesia, Rianimazione e Terapia Intensiva=SIARTI*) de *SIGN* kriterlerinin aynısını uygulamakta olduğunu görmekteyiz (117). *SIGN* kriterlerine göre bizim çalışmamızdaki GKS skoru < 13 olan hasta sayısı 8, NM (+) olan hasta sayısı 2 olup kusma tarifleyen hasta sayısı da 9 olarak tespit edilmiştir. Kusması olan hastalardan da 2'sinde (% 22.2) BBT'de (+) bulguya rastlanmıştır. NM (+) olan hastaların tümüne BBT çekimi yapılmış ve sonucunda hayatı tehdit edecek patolojik bulguya rastlanmamıştır. Ancak GKS skoru

<13 olan hastaların (n=8) hepsinde BBT’de patolojik bulguya rastlandığı görülmektedir. GKS skoru orta-şiddetli kafa travmasını gösteren hastalarda patolojik BBT bulgusuna rastlanmasına rağmen NM bulgusu (+) olan hastaların hiçbirinde BBT’de hayatı tehdit edecek bulguya rastlanmamış olması acil serviste hikaye kayıtlarının uygun tutulmuyor olmasından kaynaklanmış olabilir.

Hafif kafa travmalı çocuk hastaların beyin hasarlarının erken dönemde tespit edilmesi verilen sağlık hizmetlerinin kalitesi açısından önemlidir. *CHALICE (Children’s Head Injury Algorithm for the Prediction of Important Clinical Events)* kılavuzuna göre bu erken belirtiler arasında anormal mental durum, kafatası kırığı bulgularının varlığı, kusma, nörolojik defisit varlığı, amnezi, sersemlik gibidir. *PECARN’a (Pediatric Emergency Care Applied Research Network)* göre ise kusma, amnezi ve sersemlik yokken bile *CHALICE*’te tariflenen diğer kriterlerin varlığı hafif kafa travmalı hastalarda BBT çekim endikasyonu gerekliliğini belirtmektedir (118). Bizim çalışmamızda hastaların NM (-) olsa bile (n=641) hastaların tümüne BBT çekildiğini ve bunların da % 20.7’sinde patolojik bulguya rastlandığını görmekteyiz. Kusma tariflemeyen 634 hastanın ise BBT tetkiklerinde % 21.2 oranına patolojik bulgu saptandığını görmekteyiz. Bu da tıpkı *PECARN*’da belirtildiği gibi kusma ve amnezi gibi bazı nörolojik muayene bulgusu olmayan hastalarda BBT çekiminin yerinde bir karar olduğunu göstermektedir.

Amerika’da her yıl 400.000’den fazla çocuk hasta kafa travması nedeniyle acil servise başvurmaktadır (119). İngiltere’de ise her yıl acil servislere bir milyon hasta müracaat etmekte ve bunlarında % 50’sini çocuk hastalar oluşturmaktadır. Buna karşın hastaların çok azında hayatı tehdit edici yaralanma mevcuttur. Yani acil servis hekimlerinin gördükleri hastaların çoğunluğunu hafif kafa travması geçirmiş olan hastalar oluşturmaktadır. Bu sebeple de müracaat eden hastalar için iyi klinik algoritmaların geliştirilmiş olması gerekir (120).

Hafif kafa travmalı çocuk hastaların yönetimi halen ciddi bir problem oluşturmaktadır. Bilinç kaybı gibi belirtiler kafa travmasının göstergeleri olup BBT çekimi gerekliliği açısından doktoru uyarmaktadır. Ancak BT tetkikinde radyasyona maruz kalınması çekim gerekliliği açısından hastaların kliniklerinin daha detaylı gözden geçirilmesini gerektirmektedir (121).

Acil servise başvuran kafa travmalı hastaların yönetimi konusunda birçok algoritma bulunmaktadır. Ancak bunlardan çok az bir kısmı pediatrik yaş gurubu hastalara yöneliktir (84). Merkezimizde de birçok merkezde olduğu gibi kafa travmalı çocuk hastaların yönetimi konusunda ulusal ya da uluslararası herhangi bir kriter uygulanmamaktadır. Hastalardan BBT istemi subjektif kriterlere göre olmaktadır. Travmatik beyin hasarı geçiren pediatrik yaş grubu hastaların yönetimi ile ilgili kabul görmüş kriterlerin uygulanması verilen sağlık hizmetinin kalitesi ve standardizasyonu, tıpta yanlış uygulamaların ve doğabilecek hukuki sorunların önüne geçilebilmesi için gereklidir.

Çalışmamıza bakıldığında çocuk hastaların BBT çekimleri esnasında maruz kaldıkları radyasyon dozlarının literatürde bahsedilen değerlerden yüksek olması eleştiriye açık bir durum oluşturmaktadır. Bu durumun sebebini BT cihazımızda kayıtlı pediatrik protokollerin yüksek kV (120 kV) ve mAs (200-400 mAs değer aralığı) değerleri içermesi ile açıklayabiliriz. Çalışmamızda hastalara verilmiş olan $CTDI_{vol}$ ve DLP değerleri yaş grupları büyüdükçe artmakta iken maruz kalınan efektif doz değerlerinin azaldığını görmekteyiz. Bunun sebebi 0-18 ay çocuklarda beynin radyasyona daha duyarlı olması ve efektif doz hesaplamalarında kullanılan k faktörünün yüksek tutulmuş olmasıdır. Ancak bunun tespit edilip doz ayarlamalarında en kolaylıkla değiştirilebilen parametre olan mAs değerinin azaltılması ve teknisyenlerimizin hastaya özgü doz parametreleri kullanması konusunda eğitilmesi ile artık merkezimizde hastaların fazla doza maruz kalmaları önlenmiş bulunmaktadır (Tablo 16). Bu düzenlemenin diğer merkezlere de örnek olarak her merkez için dünya standartları çerçevesinde bir optimizasyon yapılabileceğini düşünmekteyiz.

Tablo 16: Makina tarafından otomatik olarak hesaplanan eski ve yeni doz değerleri

	0-18 AY		18 AY-6 YAŞ		6-16 YAŞ	
	ESKİ	YENİ	ESKİ	YENİ	ESKİ	YENİ
kV	120	120	120	120	120	120
mAs	400	50	400	50	400	100
CTDI _{vol}	50.01	7.6	59.62	7.6	59.62	15.2
DLP	669.76	93.4	998.05	129.9	1032.98	259.9

kV: kilovolt; mAs: miliamper-saniye; CTDI_{vol}: Computed Tomography Dose Index; DLP: Dose Length Product

Hastaneye başvuran pediatrik yaşı grubu hastaların BT çekimlerinde optimizasyonu sağlayabilmek için; radyoloji bölümündeki personelin çocuk hastalar ve onlara yönelik hazırlanmış radyografik tetkikler hakkında özel olarak eğitilmelerinin uygun olduğunu düşünmekteyiz. Gerekli hallerde çekimlerde kişiye özgü doz ayarlamalarını yapabilmek için mAs değerinin azaltılıp pitch değerinin artırılması gibi doz azaltıcı ilave yöntemleri uygulayabilmeleri sağlanmalıdır. Film tekrarlarının mümkün olduğunca azaltılmaya çalışılması ve bunun için gerekli tedbirlerin alınması gerekir (düzgün pozisyon, hasta hareketinin önlenmesine yönelik tedbirler vs.). Hastalara *ALARA* prensipleri gereğince dikkatli bir muayene sonrasında doğru endikasyon varlığında uygun olan tetkiklerin yapılması konusunda klinik hekimlerin eğitilmesinin uygun olabileceğini düşünmekteyiz. Hekimlerin çocuk hastalara BBT tetkiki isterken tıpta yanlış uygulama ya da hukuki diğer sorumluluklardan ziyade, uluslararası kabul görmüş protokolleri göz önüne alarak tetkikleri istemesi uygun olabilir. Çekimler için bir standardizasyon belirlenip gereksiz çekimler önlenabilir. Böylelikle radyasyona son derece duyarlı olan çocuk hastaların gereksiz yere radyasyona maruziyetleri önlenabilir. Ayrıca ülke ekonomisine külfet olan gereksiz tetkik maliyetleri de azaltılabilir.

Çalışmamızın retrospektif olması, acil serviste tutulan kayıtların bazı bilgilere ulaşılması açısından yeterince düzenli olmaması, hikayelerinin tanımlayıcı ve açıklayıcı şekilde tutulmaması, kimi hastalarda hiç hikaye ya da bulgu tanımlanmamış olması ve ICD kodlarının doğru olarak kaydedilmemiş olması, BBT tetkiklerinin tek bir tecrübeli radyolog tarafından değerlendirilmemiş olması çalışmamızdaki limitasyonlar olarak sayılabilir.

SONUÇLAR

- Travma sebebiyle başvuran hastaların en çok 18 ay-6 yaş grubundan olduğu (n=255) ve bunların da 93'ünün kız, 162'sinin erkek olduğu tespit edildi.
- Bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) bulgularına göre hasta sayılarına bakıldığında en fazla hasta sayısının BBT sonucu normal olarak raporlanan grup içerisinde olduğu belirlendi. İkinci sırada n=60 hasta sayısı ile BBT sonucu skalp yaralanması olarak raporlanan hastalar yer almıştır.
- Hiçbir hastada BBT tetkikinde tek başına SAK bulgusuna rastlanmamış, bu bulgunun diğer patolojilerle birliktelik gösterdiği görülmüştür.
- Adli dosyası olan hastaların BBT raporlarında patoloji çıkması (% 18.5) ile adli dosyası olmayan hastaların BBT raporlarında patolojik bulgu çıkması (% 5.9) arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır. (p=0.001)
- Travmanın oluş mekanizmasına göre en fazla (n=600) künt kafa travmasının olduğu görülmektedir. Tüm yaş grupları içerisinde travmanın oluş mekanizması ve hastaların BBT tetkiki sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır. (p>0.005)
- Travmaların oluş şekline göre en fazla ev dışı kazaların (% 47.1) olduğu görülmüştür.
- Acil serviste tedavisi tamamlanan hastalardan 507'si taburcu edilmiş, 5'i başka merkeze sevk edilmiş, 15'i acil serviste takip edilmiş, 75'i hastaneye yatırılmış, 41'i kendi isteği ile acil servisten ayrılmıştır. Hiçbir hasta acil serviste hayatını kaybetmemiştir. Tüm hastalar içerisinde nörolojik muayenesi (+) olup BBT'de patoloji saptanmayan hasta oranı %50, nörolojik muayenesi (-) olup BBT'de patoloji saptanan hastaların oranı ise % 21.1 olduğu görülmektedir. Nörolojik muayene bulguları ile BBT sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. (p=0.001)
- Başvuru anında baş ağrısı olan 12 (% 1.8), baş ağrısı olmayan 631 (% 98.2) hasta tespit edilmiştir. Baş ağrısı olan hastalardan 10'unun BBT sonucu normal sınırlarda, 1'inin kırık ve 1'inin de skalp yaralanması şeklinde raporlanmıştır.

- Sadece 1 hastada alkol kullanımı tespit edilmiş olup bu hastanın BBT sonucu normal sınırlarda raporlanmıştır. Hastalar içerisinde uyuşturucu kullanan hasta olmadığı görülmüştür
- 635 hasta hafif şiddette (GKS 13-15), 6 hasta orta şiddette ve 2 hasta da ağır şiddette (GKS 3-8) kafa travması geçirmiştir.
- 643 hastadan bilinci kapalı olan 2 hasta olup bunların da BBT sonuçları patolojik olarak raporlanmıştır.
- Bulantısı olan 9 hasta kaydedilmiş olup hastaların BBT sonuçları ile bulantı durumları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır. ($p>0.005$)
- Çalışmamızda efektif doz değerleri 0-18 ay için 4.58 ± 1.45 mSv, 18 ay-6 yaş için 3.88 ± 0.37 mSv, 6-16 yaş için 3.31 ± 0.11 mSv olarak hesaplanmıştır. Buna göre çalışmamızda hesaplanmış olan efektif doz değerleri 0-18 ay hastalarda daha belirgin olmak üzere literatürde belirtilen değerlere göre yüksek bulunmuştur.

KAYNAKLAR

1. Paşaoğlu A. Erişkinde Kafa Travmaları, Temel Nöroşirürji Cilt I. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları 2005:316-23.
2. Jennet WB, Teasdale G. Management of head injury. Philedelphia: Davis 1981.
3. Tuncel E, Santral Sinir Sistemi, Baş-Boyun Tuncel E. Klinik Radyoloji. 1.Baskı, Bursa: Güneş ve Nobel Tıp Kitabevi 1994:571-706.
4. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly, Annex D: medical radiation exposures. New York: United Nations, 2000.
5. Hricak H, Brenner DJ, Adelstein SJ, Frush DP, Hall EJ, Howell RW et al. Managing radiation use in medical imaging: a multifaceted challenge. Radiology. 2011 Mar;258(3):889-905.
6. Brenner D, Eliston C, Hall E, et al. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. AJR Am J Roentgenol 2001;176:289-96.
7. Slovis TL. Children, computed tomography radiation dose, and the As Low As Reasonably Achievable (ALARA) concept. Pediatrics 2003;112:971-2.
8. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure. N Engl J Med 2007;357:2277-84.

9. Haydel MJ, Preston CA, Mills TJ, Luber S, Blaudeau E, DeBlieux PM. Indications for computed tomography in patients with minor head injury. *N Engl J Med.* 2000;343(2):100-5.
10. Palchak MJ, Holmes JF, Vance CW, Gelber RE, Schauer BA, Harrison MJ et al. A decision rule for identifying children at low risk for brain injuries after blunt head trauma. *Ann Emerg Med.* 2003;42:492-506.
11. Won Hyung A. Ryu, Anthony Feinstein, Angela Colantonio, David L. Streiner, Deirdre Dawson. Regional Variability in the Use of CT for Patients with Suspected Mild Traumatic Brain Injury. *Can. J. Neurol. Sci.* 2009;36:42-6.
12. Masters SJ. Evaluation of Head Trauma. *AJR.* 1980;135:539-47.
13. TÜİK 2008 yılı ölüm nedenleri <http://www.tuik.gov.tr/demografiapp/olum.zul>. 21 Ekim 2011 tarihinde ulaşılmıştır.
14. Ergüngör FM. Kafa Travmalarında patofizyoloji Temel Nöroşirürji Cilt 1. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları 2005:298-305.
15. Gaylan LR, Tintinalli JE, Ruiz E, Krome LR. Head Injury In Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide. 3 edition. New York: McGraw Hill 1992:913-21.
16. Gennarelli TA, Adams JH, Graham DI. Acceleration induced head injury in the Minkey, I: the model, its mechanical and physiological correlates. *Acta neuropathol (Berl)*; 1981;Suppl VII: 23-5.
17. Holbourn AHS. The mechanics of brain injuries. *Br Med Bull* 1945;3:147-9.

18. Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Gennarelli T, et al. Cranial computed tomography in diagnosis and management of acute head trauma. *AJR* 1978;131:27.
19. Lee SH, Rao KCVG, Robert AZ. *Cranial MRG And CT*, New York: McGraw Hill Book 1992.
20. Mendelow AD, Campbell DA, Jeffrey RR, et al. Admission after mild head injury: Benefits and costs. *Br Med J* 1982;285:1530-2.
21. Tapiero B, Richer E, Laurent F, et al. Post-traumatic extradural hematomas. *J Neuroradiol* 1984;11:213-7.
22. Osborn AG. *Diagnostic Neuroradiology*. Boston: Mosby, 1994.
23. Koo AH, La Roque RL. Evaluation of head trauma by computed tomography. *Radiology* 1977;123:345-60.
24. Zimmerman RA, Bilaniuk LT. Head trauma. RN Rosenberg (ed), *The Clinical Neurosciences*. Edinburg: Churchill Livingstone 1984.
25. Carón MJ, Kelly DF, Shalomon E, Becker DP: Intensive management of traumatic brain injury, in Wilkins RH, Rengachary SS (eds), *Neurosurgery*, vol 2, second ed. New York: McGraw Hill 1996;2699-708.
26. Arienta C, Caroli M, Balbi S. Management of head injured patients in the emergency department: A practical protocol. *Surg Neurol* 1997;48:213-19.
27. Sigmund GA, Tong KA, Nickerson JP, Wall CJ, Oyoyo U, Ashwal S. Multimodality comparison of neuroimaging in pediatric traumatic brain injury. *Pediatr Neurol* 2007;36(4):217-26.

28. Hernalsteen D, Dignac A, Oppenheim C, Peeters A, Hermoye L, Duprez T, et al. Hyperacute intraventricular hemorrhage: detection and characterization, a comparison between 5 MRI sequences. *J Neuroradiol* 2007;34:42-8.
29. da Rocha AJ, da Silva CJ, Gama HP, Baccin CE, Braga FT, Cesare Fde A, et al. Comparison of magnetic resonance imaging sequences with computed tomography to detect low-grade subarachnoid hemorrhage: role of fluid-attenuated inversion recovery sequence. *J Comput Assist Tomogr.* 2006 Mar-Apr;30(2):295-303.
30. Spencer BA, Wood BJ, Dretler SP. Helical CT and ureteral colic. *Urol Clin N Am* 2000;27:231-41.
31. Karla MK, Prasad S, Saini S, Blake MA, Varghese J, Halpern EF, et al. Clinical comparison of standart-dose and 50% reduced-dose abdominal CT:effect on image quality. *AJR* 2002;179:1101-06.
32. Çelik E. Üreter taşlarında kontrastsız spiral BT'nin tanı değeri. Süleyman Demirel Üniv. Tıp Fak. Isparta: Radyodiagnostik AD, Uzmanlık Tezi, 2001.
33. Napel SA. Basic principles of spiral CT. In Fishman EK, Jeffrey RB(eds) *Spiral CT: Principles, Techniques abd Clinical Applications* (1st ed). New York: Raven Pres Ltd. 1995;1-9.
34. Barnes GT, Lakshminarayanan AV. Conventional and spiral computed tomography. Physical principles and image quality considerations. In: Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP, eds. *Computed body tomography with MRI correlation*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998;1-20.
35. Polacin A, Kalender WA, Marchal G. Evaluation of section sensivity profiles and image noise in spiral CT: *Radiology* 1992;185:29-35.

36. Brink JA, Heiken JP, Balfe DM, Sagel SS, Disroce J, Vannire MW. Spiral CT: decreased spatial resolution in vivo due to broadening of section sensitivity profile. *Radiology* 1992;185:469-74.
37. Foley WD. Dynamic hepatic CT. *Radiology* 1989;170:617-22.
38. Crawford CR, King KF. Computed tomography scanning with simultaneous patient translation. *Medical Physics* 1990;17:967-82.
39. Brink JA, Vannier MW, Heiken JP, Kalender WA, Yoffie RI, Brunsten BS. Abdominal spiral CT: effect of interpolation algorithm, collimation, and zoom on effective section thickness and noise. *Radiology* 1992;185:126.
40. Heiken JP, Brink JA, Vannier MW. Spiral (helical) CT. *Radiology* 1993;189:647-56.
41. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000;215:55-62.
42. Achenbach S, Ropers D, Hoffmann U. Assessment of coronary remodeling in stenotic and nonstenotic coronary atherosclerotic lesions by multidetector spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43:842-7.
43. Golding SJ, Shrimpton PC. Radiation dose in CT: are we meeting the challenge? *Br J Radiol* 2002;75:1-4.
44. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology* 2004;230:619-28.
45. Herek D. Üreter Taşlı Hastalarda Düşük Doz Helikal BT İncelemesi. Pamukkale Üniv. Tıp Fak. Denizli: Radyodiagnostik AD, Uzmanlık Tezi 2005.

46. Imhof H, Schibany N, Ba-Ssalamah A, Czerny C, Hojreh A, Kainberger F, et al. Spiral CT and radiation dose. *Eur J Radiol* 2003;47:29-37.
47. Shope TB, Gagne RM, Johnson GC. A method for describing the doses delivered by transmission X-ray computed tomography. *Med Phys* 1981;8:488-95.
48. Palma LD, Pozzi-Mucelli R, Stacul F. Present-day imaging of patients with renal colic. *Eur Radiol* 2001;11:4-17.
49. Mettler FA Jr, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA. CT scanning: patterns of use and dose. *J Radiol Prot* 2000;20:353-9.
50. Stern SH, Kaczmarek RV, Spelic DC, Suleiman OH. Nationwide evaluation of X-ray trends 2000–2001 survey of patient radiation exposure from CT examinations in the United States. Poster AH-06 presented at the 2002 FDA Science Forum. Accessible at www.cfsan.fda.gov/frf/forum02/a185ah6.htm. Accessed 28 May 2006.
51. Huda W. Dose and image quality in CT. *Pediatr Radiol* (2002) 32:709-13.
52. McNitt-Gray MF. AAPM/RSNA physics tutorial for residents topics in CT: radiation dose in CT. *Radiographics* 2002;22:1541-53.
53. International Commission on Radiological Protection. 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 2007; 37; publication no. 103.
54. Bongartz G, Golding S, Jurik A, Leonardi M, van Meerten EvP, Geleijns J, et al. European guidelines for multislice computed tomography. Funded by the European Commission contract number FIGM-CT2000-20078-CT-TIP 2004. Luxembourg: European Commission.

55. Galanski M, Nagel HD, Stamm G (2006) Paediatric CT exposure practice in the Federal Republic of Germany-results of a nation-wide survey in 2005/2006. Hannover Medical School, Hannover, Germany.
56. Brix G, Nagel HD, Stamm G, Veit R, Lechel U, Griebel J et al. Radiation exposure in multi-slice versus single-slice spiral CT: results of a nationwide survey. *Eur Radiol* 2003;13:1979-91.
57. Jessen KA, Shrimpton PC, Geleijns J, Panzer W, Tosi G. Dosimetry for optimisation of patient protection in computed tomography. *Appl Radiat Isot* 1999; 50:165-72.
58. Shrimpton PC. Assessment of patient dose in CT. Appendix C, European guidelines for multislice computed tomography. Funded by the European Commission 2004; contract number FIGMCT2000- 20078-CT-TIP. Luxembourg: European Commission, 2004.
59. McCollough C, Cody D, Edyvean S, Geise R, Gould B, Keat N, eds. The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT. Report of AAPM Task Group 23: CT Dosimetry Diagnostic Imaging Council CT Committee: 2008 Jan. Report No: AAPM 96.
60. NCRP National Council on Radiation Protection and Measurements. Report No. 160-ionizing radiation exposure of the population of the United States. Bethesda: NCRP; 2009.
61. Turner AC, Zankl M, DeMarco JJ, Cagnon CH, Zhang D, Angel E, et al. The feasibility of a scanner-independent technique to estimate organ dose from MDCT scans: sing CTDIvol to account for differencesbetween scanners *Med Phys*. 2010 Apr;37(4):1816-25.

62. Palma LD, Pozzi-Mucelli R, Stacul F. Present-day imaging of patients with renal colic. *Eur Radiol* 2001;11:4-17.
63. Yamauchi-Kawaura C, Fujii K, Aoyama T, Koyama S, Yamauchi M. Radiation dose evaluation in head and neck MDCT examinations with a 6-year-old child anthropomorphic phantom *Pediatr Radiol*. 2010 Jul;40(7):1206-14
64. Patel SJ, Reede DL, Katz DS, Subramaniam R, Amorosa JK. Imaging the pregnant patient for nonobstetric conditions: algorithms and radiation dose considerations. *Radiographics* 2007;27:1705-22.
65. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation- BEIR VII. Washington DC: National Academies Press 2005.
66. Mitelman F, Johansson B, Mertens FE. Mitelman database of chromosome aberrations in cancer. Cancer Genome Anatomy Project 2007.
67. Paterson A, Frush DP, Donnelly LF. Helical CT of the body: are settings adjusted for pediatric patients? *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:297-301.
68. Mettler FA Jr, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA. CT scanning: patterns of use and dose. *J Radiol Prot* 2000;20:353-9.
69. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimates of the cancer risks from pediatric CT radiation are not merely theoretical. *Med Phys* 2001;28:2387-8.
70. Hall EJ, Brenner DJ. Cancer risks from diagnostic radiology. *Br J Radiol*. 2008;81(965):362-78

71. Manual of the international statistical classification of diseases, injuries, and causes of death. Sixth revision. Geneva: World Health Organization 1949.
72. World Health Organization. Family of International Classifications. Accessed 12 July 2011.
73. Choplin R. Picture archiving and communication systems: an overview. *Radiographics* 1992;12:127-9
74. Bakker AR. Hospital information systems *Eff Health Care*. 1983 Dec;1(4):215-23.
75. Yeni Türk Ceza Kanunu Çerçevesinde Düzenlenecek Adli Raporlar İçin Kılavuz; Adli Tıp Kurumu- Adli Tıp Uzmanları Derneği- Adli Tıp Derneği. Editör: Balcıoğlu Y, Güzel S, Çetin G. İstanbul: 2005.
76. Koç M. Şiddetin Ortaya Çıkardığı Psikolojik Travmayla Baş Etmede Sporun İşlevselliği. *Sosyal Bilimler Dergisi* 2007;18(2):167-78.
77. Oral R, Can D, Kaplan S, Polat S, Ates N, Cetin G, et al. Child Abuse in Turkey: An Experience in Overcoming Denial and A Description of 50 cases. *Child Abuse Negl* 2001;25(1):279-90.
78. 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;20:229-38.
79. Eisenberg HM, Levin HS: Computed tomography and magnetic resonance imaging in mild to moderate head injury, in *Mild Head Injury*. Edited by Levin HS, Eisenberg HM, Benton AL. New York, Oxford University Press, 1989;133-41.

80. Wong A.C, Kowalenko T, Roahen-Harrison S, Smith B, Maio R.F, Stanley R.M. A Survey of Emergency Physicians' Fear of Malpractice and Its Association With the Decision to Order Computed Tomography Scans for Children With Minor Head Trauma *J Pediatric Emergency Care* 2011March;27:182-5.
81. Ryu W.H.A, Feinstein A, Colantonio A, Streiner D.L, Dawson D. Regional Variability in the Use of CT for Patients with Suspected Mild Traumatic Brain Injury *Can. J. Neurol. Sci.* 2009;36:42-6.
82. Bigler ED: Neuropsychological results and neuropathological findings at autopsy in a case of mild traumatic brain injury. *J Int Neuropsychological Soc* 2004;10:794-806.
83. Oman JA, Cooper RJ, Holmes JF, Viccellio P, Nyce A, Ross SE, et al; National Emergency X-Radiography Utilization Study II (NEXUS II) Investigators. Performance of a decision rule to predict need for computed tomography among children with blunt head trauma. *Pediatrics.* 2006;117(2):238-46.
84. Dunning J, Daly JP, Lomas JP, Lecky F, Batchelor J, Mackway-Jones K. Children's Head Injury Algorithm for the Prediction of Important Clinical Events Study Group. Derivation of the children's head injury algorithm for the prediction of important clinical events decision rule for head injury in children. *Arch Dis Child.* 2006;91(11):885-91.
85. Quayle K.S, Jaffe D.M, Kuppermann N, Kaufman B.A, Lee B.C.P, Park T. S, et al. Diagnostic Testing for Acute Head Injury in Children: When Are Head Computed Tomography and Skull Radiographs Indicated? *American Academy of Pediatrics J* 1997 May;99(5):230-3.
86. Gutiérrez-González R, Boto GR, Rivero-Garvía M, Pérez-Zamarrón A, Gómez G. Penetrating brain injury by drill bit. *Clin Neurol Neurosurg* 2008;110:207-10.

87. Goldsmith W, Plunkett J. A biomechanical analysis of the causes of traumatic brain injury in infants and children. *Am J Forensic Med Pathol* 2004;25:89-100.
88. Karasu A, Sabanci PA, Cansever T, Hepgül KT, Imer M, Dolaş I et al. Epidemiological study in head injury patients. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2009 Mar;15(2):159-63.
89. Atabaki SM, Stiell IG, Bazarian JJ, Sadow KE, Vu TT, Camarca MA, et al. A clinical decision rule for cranial computed tomography in minor pediatric head trauma. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2008 May;162(5):439-45.
90. Agran PF, Winn D, Anderson C, et al. Rates of pediatric and adolescent injuries by year of age. *Pediatrics* 2001;108:E45.
91. Steinborn M, Schäffeler C, Kabs C, Kraus V, Rüdissler K, Hahn H. CT and MR imaging of primary cerebrovascular complications in pediatric head trauma. *J Emerg Radiol* 2010;17:309-15.
92. Keenan HT, Bratton SL Epidemiology and outcomes of pediatric traumatic brain injury. *Dev Neurosci* 2006;28:256-63.
93. Tate RL, McDonald S, Lulham JM. Incidence of hospital-treated traumatic brain injury in an Australian community. *Aust NZJ Pub Health.* 1998 Jun;22(4):419-23
94. Pieretti-Vanmarcke R, Velmahos GC, Nance ML, et al. Clinical clearance of the cervical spine in blunt trauma patients younger than 3 years: a multi-center study of the American Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma* 2009;67:543-9, discussion 549-50.

95. Langlois JA, Rutland-Brown W, Thomas KE. Traumatic Brain Injury in the United States: Emergency Department Visits, Hospitalizations, and Deaths. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control; 2006.
96. Quayle K.S, Jaffe D.M, Kuppermann N, Kaufman B.A, Lee B.C.P, Park T. S, et al. Diagnostic Testing for Acute Head Injury in Children: When Are Head Computed Tomography and Skull Radiographs Indicated? *American Academy of Pediatrics J* 1997 May;99(5):230-3.
97. Heyman RB, Anglin TM, Copperman SM, Joffe A, McDonald CA, Rogers PD et al. Tobacco, alcohol, and other drugs: the role of the pediatrician in prevention and management of substance abuse. *Pediatrics* 1998;101:125-8.
98. Harolyn M.E.B, Harold E. Shinitzky Substance Abuse in Children. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1998;152:952-60.
99. Smart R.G, Ogborne A.C Drug Use and Drinking Among Students in 36 Countries *Addictive Behaviors* 2000;455-60.
100. Villemure R, Nolin P, Le Sage N. Self-reported symptoms during post-mild traumatic brain injury in acute phase): influence of interviewing method. *Brain Inj* 2010;25(1):53-64.
101. Haydel MJ, Shembekar AD. Prediction of intracranial injury in children aged five years and older with loss of consciousness after minor head injury due to nontrivial mechanisms. *Ann Emerg Med.* 2003;42(4):507-14.
102. Borg J, Holm L, Cassidy JD, Peloso PM, Carroll LJ, von Holst H, et al: Diagnostic procedures in mild traumatic brain injury: results of the World Health Organization

Collaborating Centre Task Force on mild traumatic brain injury. *J Rehabil Med.* 2004 Feb;(43 Suppl):61-75.

103. Halley MK, Silva PD, Foley J, Rodarte A. Loss of consciousness: when to perform computed tomography? *Pediatr Crit Care Med.* 2004 May;5(3):230-3.

104. Davis RL, Mullen N, Makela M, Taylor JA, Cohen W, Rivara FP. Cranial computed tomography scans in children after minimal head injury with loss of consciousness. *Ann Emerg Med.* 1994;24(4):640-5.

105. Hamilton NA, Keller MS. Mild traumatic brain injury in children. *Semin Pediatr Surg* 2010;19:271-8.

106. Simon B, Letourneau P, Vitorino E, McCall J. Pediatric minor head trauma: indications for computed tomographic scanning revisited. *J Trauma.* 2001 Aug;51(2):231-7.

107. Greenes DS, Schutzman SA. Clinical indicators of intracranial injury in headinjured infants. *Pediatrics.* 1999;104(4, pt 1):861-7.

108. Hornby PL. Central neurocircuitry associated with emesis. *Am J Med* 2001;111(Suppl. 8A):106-12.

109. Bainbridge J, Khirwadkar H, Hourihan MD Vomiting--is this a good indication for CT head scans in patients with minor head injury? *Br J Radiol.* 2012 Feb;85(1010):183-6.

110. McCollough CH, Christner JA, Kofler JM. How Effective Is Effective Dose as a Predictor of Radiation Risk? *AJR* 2010; 194:890-6.

111. Strauss KJ, Goske MJ, Frush DP, Butler PF, Morrison G Image Gently Vendor Summit: working together for better estimates of pediatric radiation dose from CT AJR Am J Roentgenol. 2009 May;192(5):1169-75.
112. Osmond MH, Klassen TP, Wells GA, Correll R, Jarvis A, Joubert G, et al. Pediatric Emergency Research Canada (PERC) Head Injury Study Group CATCH: a clinical decision rule for the use of computed tomography in children with minor head injury CMAJ. 2010 Mar 9;182(4):341-8.
113. Harty E, Bellis F. CHALICE head injury rule: an implementation study Emerg Med J 2010;27:750-2.
114. Willis AP, Latif SA, Chandratre S, Stanhope B, Johnson K. Not a NICE CT protocol for the acutely head injured child Clin Radiol. 2008 Feb;63(2):165-9.
115. Schachar JL, Zampolin RL, Miller TS, Farinhas JM, Freeman K, Taragin BH. External validation of the New Orleans Criteria (NOC), the Canadian CT Head Rule (CCHR) and the National Emergency X-Radiography Utilization Study II (NEXUS II) for CT scanning in pediatric patients with minor head injury in a non-trauma center. Pediatr Radiol. 2011 Aug;41(8):971-9.
116. SIGN (2009) Early management of patients with a head injury. A national clinical guideline. <http://www.sign.ac.uk/pdf/sign110.pdf>. Accessed Dec 2011.
117. SIAARTI-SARNePI (2004) Guidelines for the management of severe pediatric head injury. Minerva Anesthesiol 70:549-604.
118. Klemetti S, Uhari M, Pokka T, Rantala H (2009) Evaluation of decision rules for identifying serious consequences of traumatic head injuries in pediatric patient. Pediatr Emerg Care 25(12):811-5.

119. Bishop NB (2006) Traumatic brain injury: a primer for primary care physicians. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 36:318-31.

120. Swann IJ, Teasdale GM. Current concepts in the management of patients with so-called 'minor' or 'mild' head injury. *Trauma* 1999;1:143-5.

121. Fundarò C, Caldarelli M, Monaco S, Cota F, Giorgio V, Filoni S. et al. Brain CT scan for pediatric minor accidental head injury. An Italian experience and review of literature 1. February 2012.