

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

**MAKSİLLOFASİYAL TRAVMALARDA ÜÇ BOYUTLU
BT'NİN YERİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr. GÜLAY KARAHAN

SAMSUN-2010

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

**MAKSİLLOFASİYAL TRAVMALARDA ÜÇ BOYUTLU
BT'NİN YERİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. GÜLAY KARAHAN

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. ÜMİT BELET

SAMSUN-2010

TEŐEKKÖR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalın'da uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin hazırlanması sırasında danışmanlığımı üstlenen, bilgi ve birikimlerini paylaşarak radyoloji alanındaki eğitimimde büyük payı olan değerli hocam Doç. Dr. Ümit Belet 'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Eğitimimde diğer emeği geçen hocalarım Prof. Dr. Hüseyin Akan'a, Prof. Dr. Mustafa Bekir Selçuk'a, Prof. Dr. Lütü İncesu'ya, Prof.Dr. Murat Danacı ' ya, Prof. Dr. Çetin Çelenk'e, Yrd. Doç. Dr. Türkay Yalın'a, Doç. Dr. M. Selim Nural'a, Doç Dr. Muzaffer Elmalı'ya ,Yrd. Doç. Dr. İlkey Koray Bayrak'a, Yrd. Doç Dr. Meltem Ceyhan'a ve Yrd. Doç. Dr. Veysel Polat 'a teşekkür ederim.

Zorlu eğitim sürecimizde karşılıklı sevgi ve saygı ortamında, uyum içinde çalıştığımız tüm asistan arkadaşlarıma, beni yetiştiren bugünlere getiren babama ve özlemle andığım canım anneme sonsuz teşekkürler ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
KISALTMALAR	IV
TABLO LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VI
ÖZET	VIII
ABSTRACT.....	XI

1. GİRİŞ VE AMAÇ..... 1

2. GENEL BİLGİLER..... 2

2.1. MAKSİLLOFASİYAL BÖLGE KEMİK ANATOMİSİ..... 2

2.2. MAKSİLLOFASİYAL KIRIKLARIN SINIFLANDIRILMASI 9

2.2.2.1. Frontal sinüs kırıkları 10

2.2.2.2. Orbita kırıkları 11

2.2.2.3. Yüz ortası kırıkları 12

2.2.2.3.1. Santral yüz ortası kırıkları..... 13

2.2.2.3.1. Lateral yüz ortası kırıkları..... 17

2.2.2.6. Mandibular kırıklar 18

2.3. MAKSİLLOFASİYAL KIRIKLARDA RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME.....19

2.3.1. Maksillofasiyal travmalarda çok kesitli bilgisayarlı tomografi.....20

2.3.1.1. Bilgisayarlı Tomografi Tarihçesi.....20

2.3.1.2. Bilgisayarlı Tomografi Temel Fizik Prensipleri.....22

2.3.1.3. MDBT Fizik Özellikleri.....24

2.3.1.3.1. Gantri rotasyon süresi.....24

2.3.1.3.2. İnce kesit kalınlıkları.....25

2.3.1.3.3. Multidedektör.....25

2.3.1.3.4. Veri elde etme sistemi (DAS: Data Acquisition System)	25
2.3.1.3.5. Görüntü rekonstrüksiyonu.....	26
2.3.1.4. MDBT'deki Yeniliklerin Parametrelere Yansıması.....	27
2.3.1.4.1. Tarama hızında artış.....	27
2.3.1.4.2. Gantri rotasyon süresinin kısalması.....	30
2.3.1.4.3. Kesit kalınlığında azalma.....	30
2.3.1.4.4. X ışınından yararlanma faktöründe (X ray utilization factor) artış.....	30
2.3.1.4.5. X ışını tüpü ömründe artış.....	30
2.3.1.5. MDBT ile rekonstrüksiyon ve reformasyonların oluşturulması.....	30
2.3.1.6. MDBT 'nin Avantajları.....	32
2.3.1.7. MDBT 'nin Dezavantajları.....	33

3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	34
3.1. Hasta Populasyonu.....	34
3.2. Çekim Tekniği.....	34
3.3. Verilerin Analizi ve Değerlendirme	34
3.4. Referans standardının belirlenmesi.....	35
3.5. İstatiksel Değerlendirme	36
4. BULGULAR.....	37
4.1. Olgu Örnekleri	46
5. TARTIŞMA.....	53
6. SONUÇLAR.....	62
7. KAYNAKLAR.....	63

KISALTMALAR

3B BT: 3 Boyutlu Bilgisayarlı Tomografi

MDBT: Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi

MPR: Multiplanar Reformasyon

SSD: Surface Shaded Display

VRT: Volume Rendering Tekniği

MIP: Maksimum Intensity Projeksiyon

NOE: Nazoorbitoetmoidal

OPG: Ortopanoramik grafi

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Hastaların yaş dağılımı

Tablo 2. Travma oluş şekli

Tablo 3. Aksiyel ve reformat görüntülerin birlikte değerlendirilmesinde lokalizasyonlarına göre her iki radyolog tarafından tespit edilen kırık sayısı ve birbiri ile uyumluluğu

Tablo 4. Aksiyel ve reformat görüntülerin birlikte değerlendirilmesinde özel kırık şekline göre her iki radyolog tarafından tespit edilen kırık sayısı ve birbirleri ile uyumluluğu

Tablo 5. 3B BT' de lokalizasyonlarına göre saptanan kırık sayısı ve bu kırıkların referans aksiyel ve reformat görüntülerdeki kırıklarla uyumluluğu

Tablo 6. 3B BT' de özel kırık şekline göre saptanan kırık sayısı ve bu kırıkların referans aksiyel ve reformat görüntülerdeki kırıklarla uyumluluğu

Tablo 7. Lokalizasyonuna ve özel kırık şekline göre kırıkların saptanmasında 3B BT' nin duyarlılık, özgüllük, olumlu öngörü ve olumsuz öngörü değerleri (toplam kırık sayısı üzerinden)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Yüz bölgesi anatomisi önden görünüş (1. Nazomaksiller sütür, 2. Frontozigomatik sütür, 3. Zigomatikotemporal sütür)

Şekil 2. Yüz bölgesi anatomisi yandan görünüş (MFP= maksillofrontal proçes)

Şekil 1. Yüze gelen kuvvetleri emen destek bölgeleri (kırmızı çizgiler vertical destek bölgeleri, mavi çizgiler horizontal destek bölgeleri)

Şekil 4. Lefort kırıklarının sınıflandırılmasının şematik görünümü

Şekil 5. Mandibula kırıklarının lokalizasyonları ve görülme yüzdelerinin şematik görünümü

Şekil 6. Tek dedektör BT ve multi dedektör BT'nin şematik gösterimi

Şekil 7. Değişik firmaların ürettiği dedektörlerin şematik görünümleri

Şekil 8. Tripod kırığı. Aksiyel (A), Reformat Koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; sağ zigomatik kemiğin frontal ve maksiller kemikle olan bağlantısının kaybolduğu izlenmektedir. Ayrıca sağ zigomatik arkta da kırık hattı mevcuttur.

Şekil 9. Aksiyel (A), Reformat Koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; mandibula sağ parasimfiziste içe deplase ,lineer komplet fraktür hattı izlenmektedir

Şekil 10. Aksiyel (A), Reformat Koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; Mandibula sağ angulustan ramusa uzanan deplase parçalı fraktür hattı izlenmektedir

Şekil 11. Blow out kırığı. Aksiyel (A), Reformat Koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; orbita sağ lateral duvarında ve orbita tabanında komplet fraktür hatları ve retroorbital yağ dokusunun maksiller sinüs içerisine herniasyonu izlenmektedir.

Şekil 12. Bilateral lefort 2, sağ lefort 3 kırık. Aksiyel (A), Reformat Koronal (B, C) ve 3B BT (D) kesitlerinde; Bilateral nazal ve pterygoid kemikler ile lateral orbital duvarlarda ve sağ inferior orbital rimde komplet fraktür hatları izlenmektedir.

Şekil 13. Aksiyel (A), Reformat Koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; Mandibula sol kondilde lineer komplet fraktür hattı izlenmektedir

Şekil 14. Blow out ve Tripod kırığı. Aksiyel (A), Reformat Koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; Sol frontozigomatik sutured, inferior orbital rimde ve zigomatik arkta lineer fraktür hattı ve retroorbital yağ dokusunun maksiller sinüs içerisine herniasyonu izlenmektedir.

ÖZET

Maksillofasiyal travma genel vücut travmasının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Maksillofasiyal kırıklar ciddi morbidite, fonksiyon ve estetik kaybı ile sonuçlanabilir . Travma sonrası tedavinin ana amacı yüz estetiğinin ve fonksiyonunun sağlanmasıdır.

Klinik değerlendirme yüz kırıklarının özelliklerini tam olarak ortaya koyamaz. Yüz ortasındaki derin yapılar fizik inceleme ile değerlendirilemez.

Yüze olan şiddetli travma radyolojik araştırma için önemli bir endikasyondur. Direkt grafilerde yapıların üst üste binmesi nedeni ile en çok kullanılan görüntüleme yöntemi BT 'dir. BT teknolojisindeki gelişmelerle çok kesitli BT cihazlarının kullanılması eskiden sadece aksiyel planda yapılan incelemelerin multiplanar yapılmasını sağlamıştır.

Bilgisayar teknolojisindeki son gelişmeler aksiyel ve koronal BT tekniğinin yanısıra üç boyutlu BT tekniklerini de kullanım alanına sokmuştur. Karmaşık anatomik bölümlerin üç boyutlu olarak görüntülenmesi ise kemiklerin boşluktaki konumuna cerrahın daha iyi oryantasyonunu sağladığından hem travmanın uzantılarının daha iyi değerlendirilmesine hemde müdahale öncesi tedavinin daha iyi planlanmasına olanak vermektedir.

Bu çalışmada amacımız maksillofasiyal travmalı hastalarda üç boyutlu BT'nin tanıya katkısının değerlendirmektir.

Çalışmamızda Ocak 2009-Mayıs 2010 tarihleri arasında, maksillofasiyal bölge travması nedeniyle Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Anabilim Dalı'na başvuran ve maksillofasiyal bölgeye yönelik çok kesitli BT için Radyodiagnostik Anabilim Dalı'na refere edilen 32 hasta (11 kadın, 21 erkek) retrospektif olarak değerlendirildi.

Görüntüler iki radyolog tarafından rastgele sırayla ve farklı zamanlarda değerlendirildi. 3 boyutlu görüntüler aksiyel ve reformat koronal görüntülerden daima sonra değerlendirildi.

Kappa testine göre iki radyolog arasındaki aksiyel ve reformat koronal görüntüleri değerlendirmekte ki uyumluluk 2.Radyologun tespit edemediği 2 kırık dışında mükemmel idi (kappa katsayısı 1.000).

Çalışmamızda 3B görüntüler mandibular ve Le Fort kırıklarını göstermede en yüksek

duyarlılık ve özgüllüğe sahip iken genel olarak maksillofasiyal kırıkların gösterilmesinde literatürle uyumlu olarak 3B BT'nin duyarlılığı %80.1, özgüllüğü %98.1 bulunmuştur.

Sonuç olarak 3B görüntüleri aksiyal ve koronal reformat görüntülerle birlikte değerlendirmek yüksek doğru sonucu verecektir kanısındayız.

Anahtar kelimeler; Maksillofasial travma, Üç boyutlu Bilgisayarlı Tomografi

SUMMARY

Maxillofacial trauma constitutes a large part of the body trauma. Maxillofacial fractures can result in serious morbidity, loss of function and aesthetics. The main objective of post-traumatic therapy is to provide facial aesthetics and function.

Clinical evaluation can not reveal the features of facial fractures exactly. Deep structures in the middle of face can not be appraised by physical examination.

Severe trauma to face is an important indication for radiological investigation. Since the facial structures overlap on direct radiographs, the most commonly used imaging method is computed tomography (CT). Advances in CT technology provided multiplanar imaging once only performed on axial plane.

Recent developments in computer technology brought three-dimensional CT techniques into use in addition to axial and coronal imaging. Three-dimensional (3-D) imaging of complex anatomic structures provides better orientation of surgeons to the location of bones in space, and thus allows both better evaluation of the extension of trauma and better planning of the treatment before any intervention.

The aim of this study was to evaluate the contribution of 3-D CT in diagnosis among patients with maxillofacial trauma.

In our study, 32 patients (11 women, 21 men) who were admitted to Ondokuz University Medical Faculty Hospital, Emergency Department with maxillofacial trauma and examined with multidetector CT in Radiology Department between January 2009-May 2010 were evaluated retrospectively.

Images were evaluated by two radiologists in random order and at different times. 3-D images were always evaluated after axial and reformatted coronal images.

The compliance between two radiologists in evaluation of the axial and reformatted coronal images by Kappa test was perfect except for two fractures that can not be detected by the 2. radiologist (kappa coefficient 1.000).

In our study 3-D images had the highest sensitivity and specificity in depicting the mandibular and Le Fort fractures and the sensitivity and specificity of 3-D CT in revealing the maxillofacial fractures in general were 80.1% and 98.1%, respectively, compatible with the literature.

In conclusion, we suggest that evaluation of 3-D images in association with axial and coronal reformatted images will give the highest accuracy.

Key Words : Maxillofacial trauma, three-dimensional computed tomography.

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Maksillofasiyal travma genel vücut travmasının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Maksillofasiyal yaralanmalar izole olabildiği gibi, sıklıkla kraniyal, spinal ve vücudun diğer parçalarının ciddi yaralanmaları ile birlikte görülebilir.

Etyolojisinde trafik kazaları başta olmak üzere, iş kazaları, darp, spor kazaları ve düşme rol oynamaktadır (1). Bunlar arasında giderek artan trafik kazaları günümüzde önemli bir halk sağlığı problemi olarak ortaya çıkmaktadır. Trafik kazalarının özellikle genç yaş gruplarında daha sık görüldüğü ve oluşan yüz yaralanmalarının kalıcı deformitelerle sonuçlanabildiği düşünülürse, bu kazalar modern zamanların salgın hastalığı olarak nitelenebilir ve bu hastalığın aşısı da kazaların önlenmesidir (2).

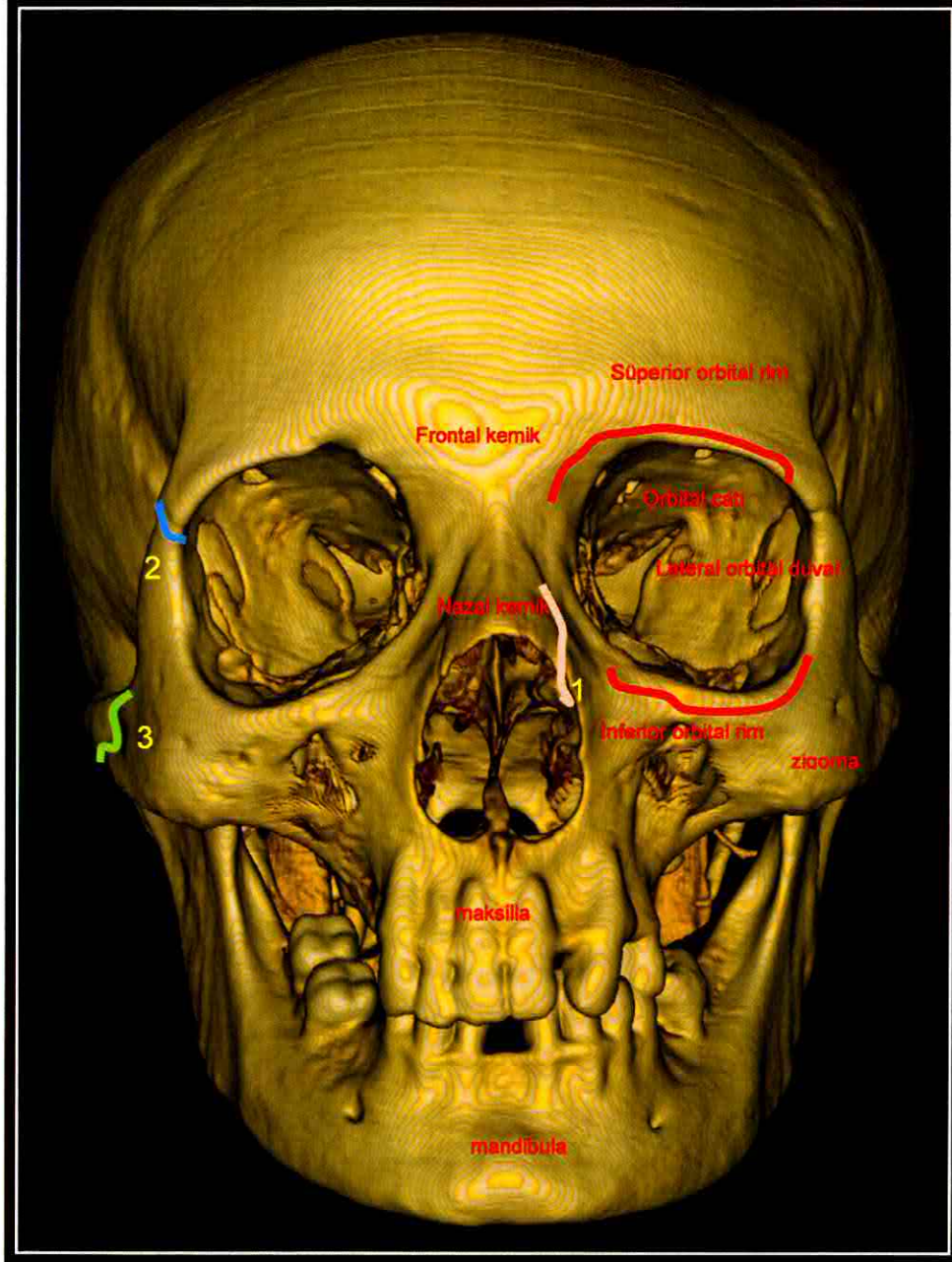
Maksillofasiyal travmalı olgularda direkt grafilerde yapıların üst üste binmesi nedeni ile en çok kullanılan görüntüleme yöntemi BT 'dir. Bilgisayar teknolojisindeki son gelişmeler aksiyal ve koronal BT tekniğinin yanısıra üç boyutlu BT tekniklerini de kullanım alanına sokmuştur. Karmaşık anatomik yapıya sahip olan maksillofasiyal bölgede kırıkların üç boyutlu olarak görüntülenmesi kesitsel görüntülerde izlenen, fakat uzanımları net değerlendirilemeyen kırıkların uzaysal gösterimini ve doğru kırık tiplendirmesini sağlamaktadır. Kesitsel görüntülere aşina olmayan klinisyenlerin kırıkları üç boyutlu olarak izleyebilmeleri hem daha iyi lezyon oryantasyonunu hem de cerrahi planlamayı sağlamaktadır.

Bu çalışmada amacımız maksillofasiyal travmalı hastalarda üç boyutlu BT'nin tanıya katkısını değerlendirmektir.

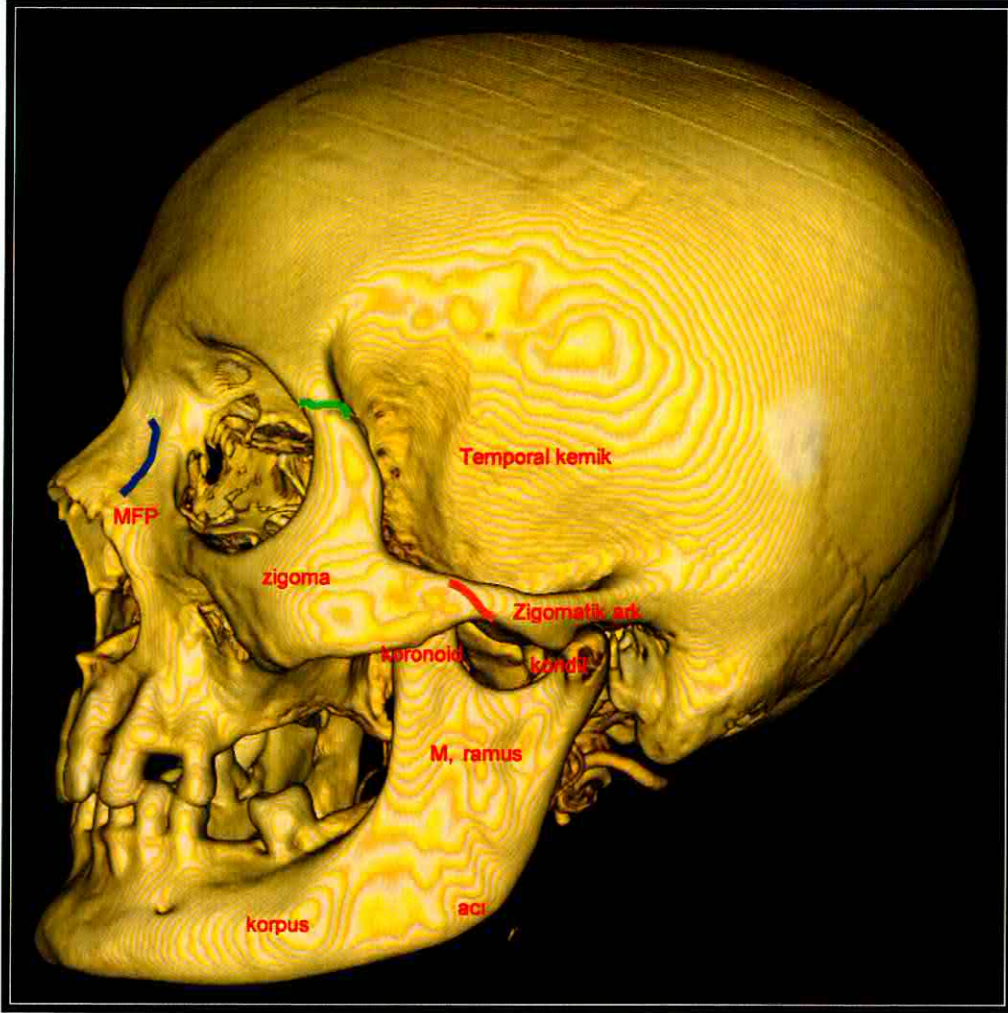
2.GENEL BİLGİLER

2.1. MAKSİLLOFASİYAL BÖLGE KEMİK ANATOMİSİ

Hekim-hasta ilişkisinde göze çarpan ilk yer hastanın yüzüdür. Yüz bölgesinin yüzeysel anatomisinin bilinmesi bu nedenle son derece önemlidir.



Şekil 1. Yüz bölgesi anatomisi önden görünüş (1. Nazomaksiller sütür, 2. Frontozigomatik sütür, 3. Zigomatikotemporal sütür)



Şekil 2. Yüz bölgesi anatomisi yandan görünüş (MFP= maksillofrontal proçes)

2.1.1. Frontal kemik

Zigomatik, nazal, maksilla, lakrimal, etmoid, parietal ve sfenoid kemiklerle eklem yapar (toplam 12 kemik). Frontal sinüs gövde içerisinde yer almaktadır.

Önemli anatomik yapıları;

- Foramen supraorbitale (incisura supraorbitalis); supraorbital sinir ve damarlar geçer.
- Crista frontalis; falx cerebri'nin tutunduğu çıkıntı.

- Arcus superciliaris; canlıda üzerine kaşların oturduğu kemerler. Altında sinus frontalis'ler bulunur.

- Glabella; arcus superciliaris'ler arasında kalan düz alan.

- Foramen caecum; etmoid kemiğin crista galli'si ile frontal kemiğin crista frontalis'i arasında bulunan genellikle kör bir deliktir.

2.1.2. Nazal kemik

Frontal, maksilla, etmoid ve karşı tarafın aynı isimli kemiği ile eklem yapar (toplam 4 kemik). Maksilla ile eklem yaparak burun sırtını oluşturur. Apertura piriformis'i üstten sınırlar. Burun 1/3'ü kemik yapı, alt 2/3'ü ise kıkırdak yapı tarafından desteklenmektedir.

2.1.3.Orbita

Orbita girişinin sınırları (aditus orbita) ; Üst kenarını frontal kemik, alt kenarını zigomatik kemik ve maksilla, lateral kenarını zigomatik ve frontal kemik, medial kenarını frontal kemik ile maksilla yapar.

Orbita boşluğunun (cavitas orbitalis) duvarları; Üst duvarı (çatısı) frontal kemik ve sfenoid kemiğin ala minor'u, dış duvarı sfenoid kemiğin ala major'u ile zigomatik kemik, iç duvarı önden arkaya doğru: maxilla, os lacrimale, etmoid kemik ve corpus sphenoidale, alt duvarı (tabanı) maksilla, zigomatik kemik ve palatin kemik tarafından yapılır.

Orbita boşluğu içindeki önemli açıklıklar; Canalis opticus, canalis infraorbitalis, sulcus lacrimalis ve canalis nasolacrimalis, foramen ethmoidale anterius ve posterius, foramen zygomaticoorbitale, fissura orbitalis superior ve fissura orbitalis inferior'dür.

2.1.4. Ethmoid kemik

Frontal, maksilla, concha nasalis inferior, lakrimal, palatin, sfenoid, vomer ve nazal kemiklerle eklem yapar (toplam 13 kemik). En fazla kemikle eklem yapan neurokranium kemiğidir.

Lamina cribrosa; cavitas nasi'nin çatısının büyük kısmını yapar. Üzerinde bulunan deliklerden olfaktor sinirin uzantıları geçer. Crista galli isimli çıkıntısına falx cerebri tutunur. Koku yolları ile ilgili bulbus olfactorius crista galli'nin her iki tarafında bu lamina üzerine oturur.

Lamina perpendicularis; septum nasi'nin üst kısmını oluşturur.

Labyrinthus ethmoidalis; iki tanedir ve aralarında etmoidal sinuslar bulunur. Burnun dış duvarında görülen concha nasalis superior ve concha nasalis media bunun uzantılarıdır.

2.1.5. Zigomatik kemik

Yanak çıkıntısını oluşturan bu kemik frontal, sfenoid, maksilla ve temporal kemikle eklem yapar (Toplam 4 kemik).

Orbita'nın alt ve dış duvarının yapısı ile fossa temporalis ve fossa infratemporalis'in duvarlarının yapısına katılır. Temporal kemikle birleşerek arcus zygomaticus'u oluşturur.

2.1.6. Maksilla

Maksilla üst çeneyi oluşturur ve anteroposterior planda yüzün projeksiyonunu sağlar. Palatin, lakrimal, etmoid, concha nasalis inferior, zigomatik, nazal, vomer, frontal, karşı tarafın kemiği ve bazen sfenoid kemik ile eklem yapar (toplam 9 ya da 10 kemik). En fazla kemikle eklem yapan viscerocranium kemiğidir.

Ağız boşluğunun tavanı (sert damağın büyük kısmını yapar), burun boşluğunun dış duvarı ve tabanı, orbita tabanı, fossa infratemporalis ve fossa pterygopalatina'nın oluşumuna katılır.

Maksiller kemikler çift olarak bulunurlar ve vertikal fasyal iskeletin temelini oluştururlar. Maksilla gövde ve dört çıkıntıdan oluşur. Bunlar alveolar, palatin, frontal ve zigomatik çıkıntılardır.

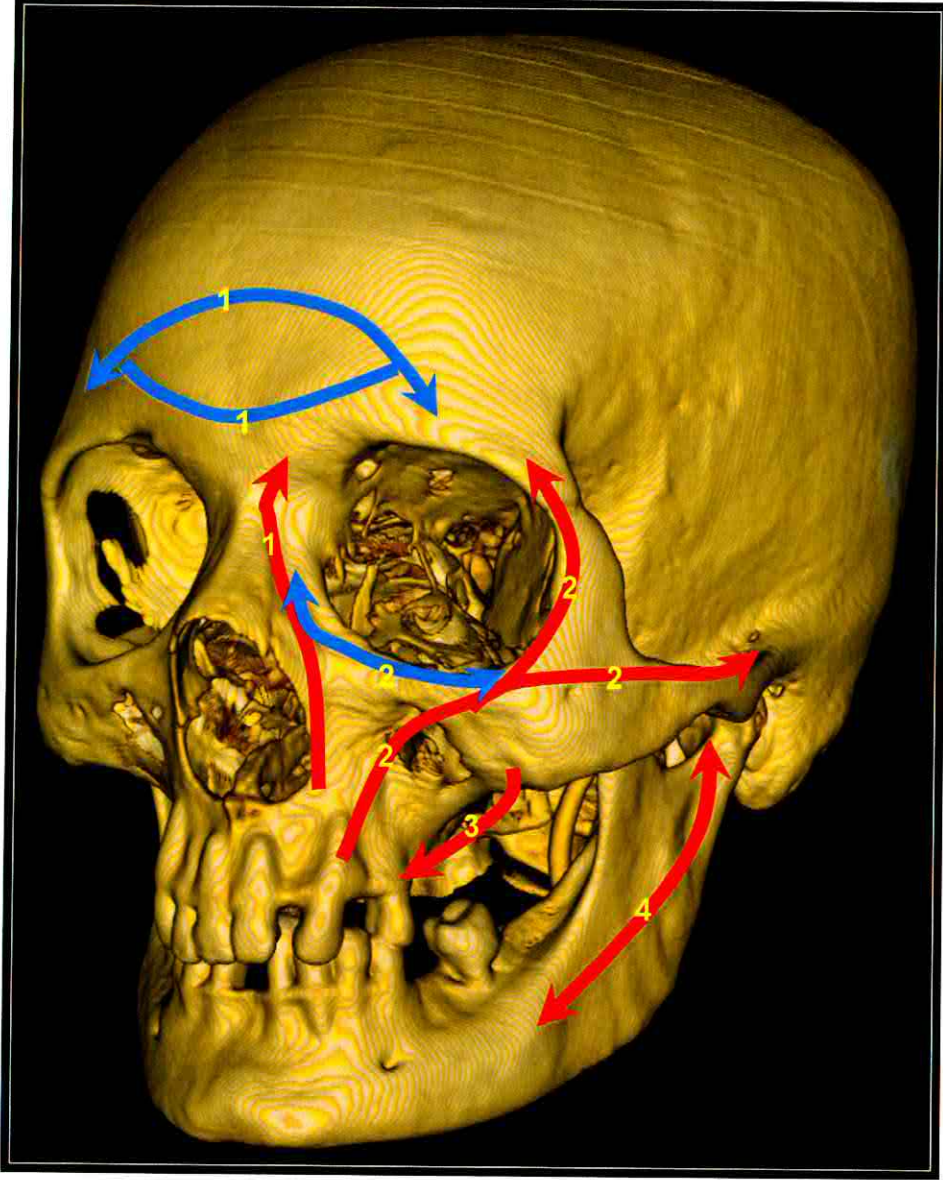
Maksiller sinüs gövdenin içerisinde yer alır. Kraniofasiyal oluşumları koruduğu ve çiğneme kuvvetlerini absorbe ettiği düşünölmektedir. Alveolar proçes güçlüdür ve iyi bir destek görevi görür.

Önemli anatomik yapıları;

- Palatum durum (sert damak) ; 3/4 ön kısmını iki taraf maxilla, 1/4 arka kısmını iki taraf palatin kemiğin lamina horizontalis'i yapar.

- Sinus maxillaris; gövdesinde bulunan piramidal bir boşluktur. Paranasal sinüslerin en büyüğüdür. Molar dişlerle komşuluk yapar. Duvarları çok ince olduğundan, bir tümör orbita tabanını itebilir ve bulbus oculi'ye yer değiştirebilir.

Maksiller kemikte yüze gelen kuvvetleri emebilen destek bölgeleri vardır. Bunlar vertikal ve horizontal destek bölgeleri olmak üzere ikiye ayrılırlar (**şekil 3**).



Şekil 1. Yüze gelen kuvvetleri emen destek bölgeleri (kırmızı çizgiler vertikal destek bölgeleri, mavi çizgiler horizontal destek bölgeleri)

Vertikal Destek bölgeleri;

1. Nazomaksiller; Nazal kemik, maksillofrontal process, medial maksiller duvar ve medial orbital duvardan oluşur.

2. Zigomatikomaksiller; Orbita lateral duvarı, Zigoma, zigomatik ark ve lateral maksiller duvardan oluşur.

3. Pterigomaksiller; Lateral maksiller duvar ve pterygoid plate'den oluşur.

4. Vertikal Mandibula; Mandibula angulus, ramus ve kondilden oluşur.

Horizontal Destek bölgeleri

1. Frontal bar; Frontal kemik ve superior orbital rimden

2. Orbital inferior rim

3. Sert damaktan oluşmaktadır.

2.1.7. Mandibula

Viscerocranium'un en büyük ve en kuvvetli, karanyumun da tek hareketli kemiğidir. Yandan bakıldığında, mandibula bir ucunu simfizisin diğer ucunu kondillerin oluşturduğu kemiktir. Bu kısma mandibulanın bazal kemiği denir. Üç çıkıntı bu temel yapıyı tamamlar; dişlerin tutunduğu "alveolar proçes", temporal kasın tutunduğu "koronoid proçes", masseter ve medial pterygoid kasların tutunduğu "angulus".

Önemli anatomik yapıları;

- Foramen mentale; 2. premolar dişin alt kısmında lokalize bu delikten, v.a.n. alveolaris inferior'un terminal dalları olan v.a.n. mentalis geçer.

- Foramen mandibulae; ramus mandibulae'nin iç yüzünde görülen, bu delik canalis mandibulae'nin başlangıcıdır. V.a.n. alveolaris inferior, bu delikten kanala girerek, alt dişlerin beslenmesini ve duyusunu sağlar. Bu nedenle alt dişlerin anestezisinde anestetik madde foramen mandibulae'ye verilir.

2.1.8. Sfenoid kemik

Parietal, zigomatik, palatin, temporal, frontal, etmoid, oksipital, vomer ve bazen maksilla ile eklem yapar (toplam 12 ya da 14 kemik).

Canalis vomerovaginalis, canalis vomerorostralis ve canalis palatovaginalis (=canalis pharyngeus) sfenoid kemiğin, vomer ve palatin kemiklerle oluşturduğu kanallardır.

2.1.9. Palatin kemik

Maksilla, sfenoid, etmoid, vomer, concha nasalis inferior ve karşı tarafın kemiği ile eklem yapar (toplam 6 kemik).

Burun boşluğu tabanının arkası ve lateral duvarı, sert damak, orbita tabanı ve fossa pterygopalatina'nın yapısına katılır.

2.2. MAKSİLLOFASİYAL KIRIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

Literatürde maksillofasiyal bölge kırıkları için farklı sınıflandırmalar mevcuttur. Çalışmamızda maksillofasiyal bölge kırıklarını şu şekilde sınıflandırdık;

1. Frontal sinüs kırıkları
2. Orbita kırıkları
3. Yüz ortası kırıkları
 - a. Santral yüzortası kırıkları
 - b. Lateral yüzortası kırıkları
4. Mandibular kırıklar

2.2.1. FRONTAL SİNÜS KIRIKLARI

Frontal sinüsler frontal kemik gövdesinde yer alırlar ve nazofrontal kanal aracılığı ile orta meatusa açılır. Frontal kemiğin diğer alanlarına göre biraz daha zayıf bir bölgedir.

Frontal kemik yüz kemiklerinin en kuvvetlisidir ve frontal sinüsleri kırmak için fazla miktarda bir güç gerekir (3). Bu nedenle frontal sinüs kırığının olması yüksek kuvvetli bir yaralanmanın bir göstergesi olarak düşünülebilir ve hekimi diğer yaralanmaları araştırması konusunda uyarır. Frontal sinüs kırıkları ile birlikte ek kraniyofasiyal yaralanmalar hastaların %56-87'sinde vardır (4,5,6). Frontal sinüs kırıklı hastaların %13-33'ünde eşlik eden BOS sızıntısı kaçağı vardır (4,5,6,7,8).

Olguların 1/3'ünde sadece anterior duvar kırığı, geri kalan 2/3'ünde ise hem anterior, hem de posterior duvar kırığı görülmektedir. Olguların 1/3 ile 1/2' si gibi bir oranda nazofrontal kanal hasarı görülür.

Frontal sinüsün her bir duvarı iki fonksiyona sahiptir. Frontal kemik tarafından oluşturulan frontal sinüsün anterior duvarı alın bölgesinin ve süperior orbital kenarların estetik konturlarından sorumludur. Ayrıca, bu yapı yüz iskeletinin anahtar horizontal desteklerinden birini, frontal barı oluşturur. Frontal bar yüzün horizontal boyutlarını sağlamaya yardım eder ve çiğneme kuvvetlerini destekleyen vertikal yerleşimli yüz destekleri için sağlam bir temel sağlar. Anterior duvar kırıkları alın bölgesinin estetik konturunu bozarak ya da diğer yüz kemiklerinin asılı olduğu frontal barın sağlamlığını bozarak klinik olarak önemli olabilir (9). Bunun sonucu olarak anterior duvardaki deplasmanın derecesi ve sonuçta ortaya çıkan kozmetik deformitenin radyolojik tahmini cerrahiye başvurulup vurulmayacağı konusunda karar vermede önemlidir.

Frontal sinüsü posterior duvarı anterior kranial fossanın anterior duvarını oluşturur ve sinüs içeriğini kraniyal yapılardan ayırmaya yarar. Bu nedenle posterior tabula kırıkları kafatası kırıklarıdır ve bu şekilde tanınmalı ve tedavi edilmelidir. Frontal sinüsün tabanı orbital çatının medialini oluşturur; posteromedial kesimi içinde nazofrontal duktusun ostiumunu da içerir (10). Nazofrontal duktus frontal sinüsün burun içerisine drenaj yolunu oluşturur, bu nedenle bu yolun tıkanması mukosel, mukopiyosel, osteomyelit ve epidural veya subdural apse ile sonuçlanabilir (8).

2.2.2. ORBİTA KIRIKLARI

Orbital kırıkların sınıflandırılması şu şekildedir;

1. Orbita tabanı, tavanı ve iç duvarında sınırlı
 - a. Blow-out kırıkları
 - b. Blow-in kırıkları
2. Orbita kenarları (alt, üst ve lateral)
3. Orbita apeks kırıkları
 - a. Süperior orbital fissür
 - b. Optik kanal
4. Diğer kırıklarla birlikte
 - a. Zigomatikomaksiller kırıklar
 - b. Nazo-orbita-etmoidal kırıklar
 - c. Frontal sinüs kırıkları
 - d. Le Fort II ve III kırıkları

Orbita koni şeklinde apeksi posteriorda olan bir yapıdadır. En geniş çapı inferior orbital kenarının olduğu yerde değil bunun posteriorunda orbita medial duvarı, çatısı ve tabanının tümünün birbirlerine göre konkav oldukları bir noktadadır (11). Bunun posteriorunda ve posteromedialinde orbita tabanı konveks hale gelir. Bu yapılanma orbital kırıkların rekonstrüksiyonun da önemlidir, çünkü konveks kesimin rekonstrüksiyonunun yapılmaması postoperatif enoftalminin sık nedenlerinden biridir (12).

İki ana tip orbita kırığı vardır. Birinci tip orbitanın kemik duvarlarından bir veya daha fazlası kırıldığında olur. Özellikle inferior orbital kenar sıklıkla kırılır ve orbita içerisine doğru içe yer değiştirir. Yer değiştiren kemik direkt olarak orbita duvarlarının ve orbita tabanının daha hassas kemiklerinde darbeye neden olur ve bu bölgelerde ikincil kırıklara yol açar. Inferior kenar büyük ölçüde zigomatik kemik tarafından oluşturulduğu için zigomanın kırıkları veya zigomanın yer değiştirmesine neden olan ona bağlı olan kemiklerin kırıkları sıklıkla orbita duvarlarında ve tabanında ikincil kırıklara neden olur (13).

İkinci tip orbita kırığı blow-out kırıklarıdır. “Orbital blow out kırığı” terimi orbitaya girmek için çok büyük olan bir obje tarafından orbitaya darbe sonucu oluşan kırığı

tanımlamak için kullanılır. Orbita kenarları sağlam kalır, fakat darbenin kuvveti orbita yumuşak dokuları ile taşınarak orbita tabanı, çatısı ve medial duvarlarının nazik kemiklerine iletilir ve daha kuvvetli olan inferior, lateral ve süperior orbital kenarların devamlılığını bozmadan bu kemiklerde kırıklara neden olur (14). Blow-out kırığı en sık infraorbital sinirin medialinde ve medial orbitanın 1/3 alt kısmında görülür. Bu iki yer orbitanın en zayıf olduğu bölgelerdir. Orbita tabanı (rimin korunduğu) ve medial duvar kırıkları tipiktir. İnferiora doğru olan blow out kırıklarında maksiler sinüs içine doğru kırık gelişir. Sinüs içine periorbital yumuşak doku herniasyonu meydana gelir. İnferior orbital çizginin bozulur ve orbital amfizem ile maksiler sinüste sıvı oluşur (15). Waters grafisinde orbita alt konturunda kırık, maksiler sinüste sıvı izlenir. Koronal planda BT ve gereken olgularda MRG ile yumuşak dokunun herniasyonu saptanır.

Orbita çatı kırıkları nadirdir ve sıklıkla intrakraniyal komplikasyonlarla birlikte dir. Blow-in kırıklar (bir çeşit kraniyofasiyal kırık tipi) supraorbital bölgeye olan künt bir kuvvetten kaynaklanan orbital çatı kırıklarını temsil eder (16).

Orbita kırığı olan hastaların %15-30'unda intraoküler yaralanma bildirilir. US ile sıklıkla daha iyi gösterilse de glob kesilmesi, lens dislokasyonu ve vitröz hemoraji BT ile de gösterilebilir (16).

Orbita kırıklarında BT kesitlerini değerlendirirken orbita kırığının izole bir blow-out kırığı mı, yoksa daha geniş bir kırık örneğinin parçası mı olduğu öncelikle belirlenmelidir. Orbital kırıklar sadece zigomatikomaksiller kompleks kırıkları ile değil aynı zamanda Le Fort ve NOE kırıkları ile de birlikte olabilir (14).

2.2.3. YÜZ ORTASI KIRIKLARI

Yüzortası kırıkları santral ve lateral yüzortası kırıkları olarak 2 grupta incelenir.

1. Santral yüzortası kırıkları
 - a. Nazal kırıklar
 - b. Nazoetmoidoorbital kırıklar
 - c. Maksiller kırıklar
 - d. Le Fort kırıkları

2. Lateral yüz ortası kırıkları
 - a. Zigomatik kompleks kırıkları
 - b. İzole zigomatik ark kırıkları
 - c. Zigomatikomaksiller kırıklar
 - d. Zigomatikomandibuler kırıklar

2.2.3.1. Santral yüz ortası kırıkları

A. Nazal Kırıklar

Nazal kemik yüzün en belirgin bölgesi olduğu için en sık travmaya maruz kalan alanıdır. Kemik yapının alt 1/3 bölümü üst yapıya göre daha ince bir yapıya sahiptir. Frontal kemikle eklem yapan kısmı ise diğer yerlere göre daha sağlam ve daha kalındır. Bundan dolayı nazal kırıklar sadece kırıldak nazal septumu veya nazal kemiği tutabilir. Özellikle, septumun kaudal kırıldak kısmı hemen hemen daima hasarlanır.

B. Nazo-Orbito-Etmoidal Kırıklar (NOE)

Nazoorbitoetmoidal kırıklar (NOE) tek taraflı veya çift taraflı maksillanın frontal proçesini ve nazal kemiği içerir.

NOE kırıklarının yarısı tek taraflı görülür; diğer yarısı ise öbür bölgelerin kırıklarıyla beraber görülür. NOE kırıklarının hemen hemen hepsinde lakrimal kanal hasarlanmaktadır.

Nazal kemikler etmoid sinüslere ve medial orbital duvarlara yakın komşuluk gösterirler. Düşük kuvvetli nazal travma sıklıkla burunla kısıtlıdır ve izole nazal kemik kırıklarına yol açar. Tersine yüksek kuvvetli travma sıklıkla altta yer alan nazal kemik boyunca iletilir. Bu tür travmalarda nazal-orbital-etmoid bölgeyi tek bir ünite olarak düşünmek gerekir (14).

NEO kırıklar burun kemerine bir darbeden kaynaklanır. Kuvvet çökme bölgesi olarak hareket eden etmoid hava hücrelerinin içine dağılır. Bu hasar sıklıkla kraniyofasiyal kırıklarla birlikte ve BOS kaçağı eşlik edebilir (16).

Kribriform plate nazal kavitenin çatısını oluşturur ve neden le NOE kırıkları olgularında tutulum açısından risk altındadır. Nazofrontal duktus da anterior etmoid sinüslerdeki dışa akış yerinde hasara uğrayabilir. Son olarak NOE kırıklar medial orbital

duvarı tutan yüksek kuvvetli travma ile birliktedir ve vitröz hemoraji, lens dislokasyonu ve glob rüptürü gibi pek çok oküler yaralanma ile birliktedir. Bu beraberlikler radyoloji raporunda aranmalı ve üzerine yorum yapılmalıdır (14).

C. Maksiller kırıklar

İzole olabilirler. Alveolar kırıklar en sık izole maksiler kırıktır ve genellikle mandibulaya yukarı doğru olan bir darbeden oluşurlar. Birlikte diş kırıkları görülür.

Şu şekilde sınıflandırılırlar;

1. Maksiller sagittal kırık (maksiller sinüs kırıkları)
2. Damak kırığı
3. Alveolar proçes kırığı

Maksilla kırıkları gerçekte sadece maksillayı değil tüm orta yüz bölgesini içerir. Maksilla üst çeneyi oluşturur ve anteroposterior planda yüzün projeksiyonunu sağlar. Orbita, nazal ve oral kavitelerle önemli komşuluklar yapar. Bu sebeple maksilla travmalarıyla maloklüzyon, nazal hava yolu obstrüksiyonu, koku alma bozukluğu, lakrimal kanal obstrüksiyonu ve fasiyal konfigürasyonun estetiğinin bozulması gibi fonksiyonel ve kozmetik deformitelere yol açabilir.

Maksiller bölge kırıkları izole olabilirler. Alveolar kırıklar en sık izole maksiler kırıktır ve genellikle mandibulaya yukarı doğru olan bir darbeden oluşurlar. Birlikte diş kırıkları görülür. Ayrıca, anteriordan olan bir darbe ile maksiler sinüsün anterior veya lateral duvarında izole bir kırıkta izlenebilir. Damağın sagittal kırıkları benzer mekanizmayla olur ve orta hat vomer tarafından ve lateral damak maksiler alveol tarafından desteklendiği için genellikle parasagittaldirler (16).

D. Le Fort kırıkları

Rene Le Fort 1901 yılında yüzortası kırıkları için kendi adıyla anılan bir sınıflandırma sistemi tanımlamıştır. Bu sınıflandırma künt travmanın yüz iskeletin doğasında var olan 3 belirli zayıf hat boyunca kırıklara neden olduğu bulgusuna dayanır. Le Fort bu sistemi kadavralarda yaptığı deneysel kırıklardaki gözlemine dayandırır. 21. yüzyılda gerçek hayat koşullarında oluşan kırıklar (özellikle yüksek hızlı motorlu araç kazalarında) sıklıkla bu

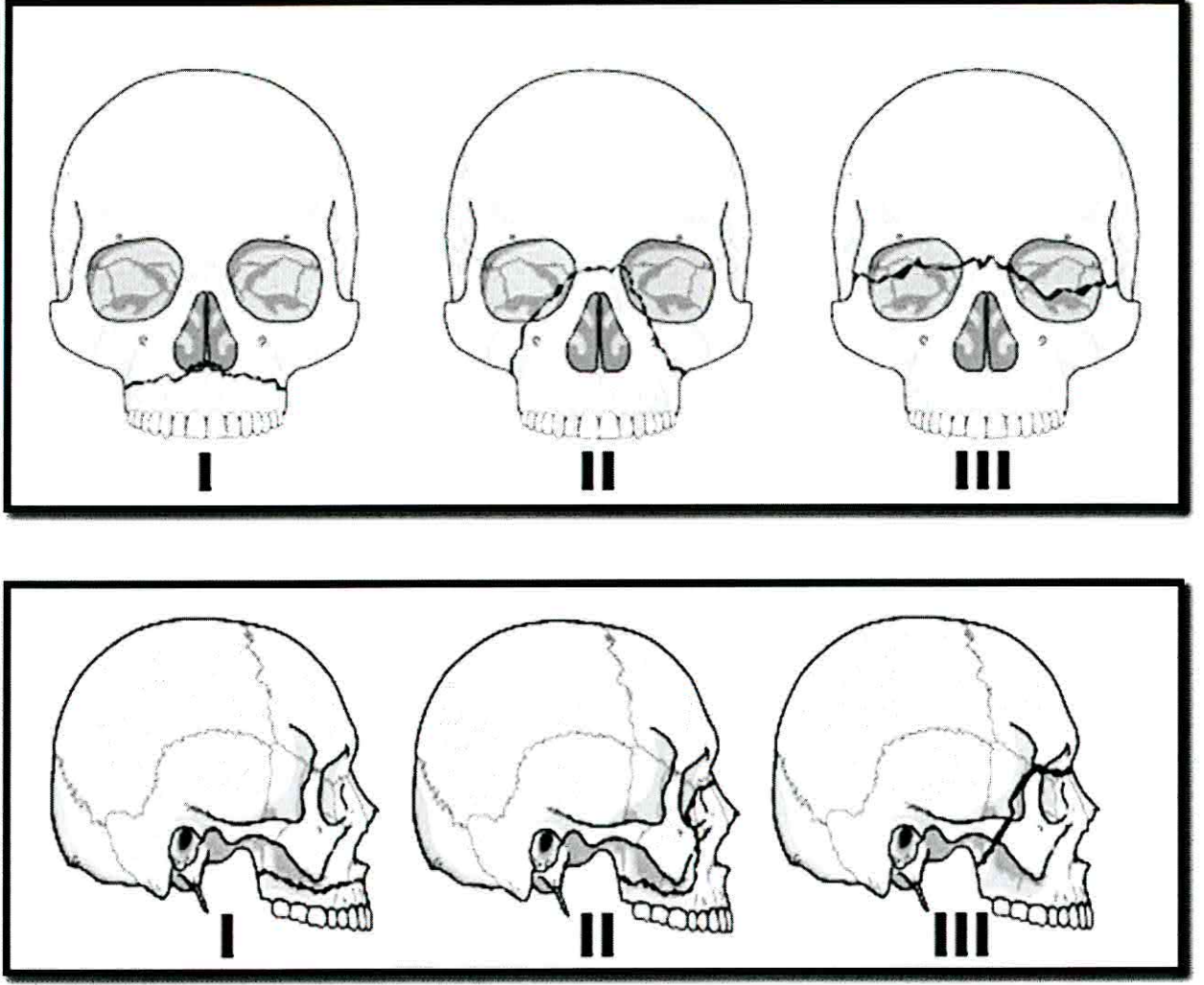
sınıflandırma sisteminden saparlar ve saf Le Fort kırıkları nadirdir. Bununla birlikte Le Fort sınıflandırması yaygın olarak bilinir ve Le Fort kırık paternleri klinisyenler ve radyologlar arasında ortak bir dil sağlarlar.

Üç tip Le Fort kırığı vardır (**Şekil 4**). Her Le Fort düzeyi izole bir kırığı değil, multiple fasiyal kemikleri tutan kırıkların oluşturduğu bir paterni tanımlar. Le Fort kırıklarının en tutarlı ve birleştirici özelliği bilateral pterigoid kırıkların varlığıdır. Pterigoid kırıklar her 3 Le Fort kırığı tipinde de bulunur ve tanının konmasında anahtardır. Eğer BT incelemesinde bilateral pterigoid kırığı görülürse bir Le Fort kırığı beklenmelidir. Tersine eğer BT incelemesinde pterigoid kırıklar yoksa Le Fort kırıkları dışlanabilir (14).

Le Fort I kırığı: maksiler dişlerin üzerinde maksilla içinden geçen horizontal bir kırıktır. Bir Le Fort I paterninde kırılan kemikler arasında alt nazal septum, piriform aperturaların inferior kesimi, kanin fossalar, her iki zigomatikomaksiller destek, posterior maksiler duvarlar ve pterigoid plâtelere yer alır. Kaudal maksillayı yüz ortasından ayırır. Maksiler sinüsün her 3 duvarı da tutulur.

Le Fort II kırığı: sıklıkla piramidal şekilli olarak tanımlanır. Nazofrontal kesişim yeri içerisinden geçer ve medial orbital duvar, orbita tabanı, infraorbital rim boyunca laterale doğru uzanır ve daha sonra zigomatikomaksiller sütür hattı boyunca geçer. Nazal septum ve pterigoid plâtelere arasında posteriora doğru da ilerler. Maksiller sinüsün anterior ve posterolateral duvarları kırılır, fakat Le Fort I kırığından farklı olarak medial duvar korunur.

Le Fort III kırığı: Tam bir kranifasiyel ayrılımdır, yüz kemiklerinin nazofrontal hat ve zigomatikofrontal sütür hattı boyunca kranyumdan ayrılmasıyla sonuçlanır. Le Fort II kırıklarında olduğu gibi kırık nazofrontal kesişimi geçer ve orbita boyunca laterale uzanır; bununla birlikte Le Fort III kırıkları sadece medial ve inferior orbital duvarları değil, aynı zamanda lateral orbital duvarı, zigomatikofrontal sütür hattını ve zigomatik arkı da tutar. Diğer Le Fort kırıklarında olduğu gibi fraktür hattı nazal septum ve pterigoid plâtelere boyunca posteriora da uzanır. Le Fort III'ü, I ve II kırıklarından ayıran özelliği maksiler sinüs duvarlarının korunmasıdır (16).



Şekil 4. Lefort kırıklarının sınıflandırılmasının şematik görünümü

Aynı tarafta birden fazla Le Fort kırık planı olabileceği (örneğin eş zamanlı bir tarafta Le Fort II ve III kırıklarının olması), Le Fort kırıklarının bilateral simetrik olmak zorunda olmadıkları, her bir tarafta kırıkların farklı Le Fort planında olabileceği (örneğin bir tarafta Le Fort I diğer tarafta başka bir tip Le Fort kırığı olması), Le Fort I hariç Le Fort kırıklarının tek başına görülmedikleri ve Le Fort varyasyonları olarak (örneğin Le Fort I + II gibi) görülebileceği ve bir Le Fort kırığının diğer fasiyal kırıklarla birlikte olabileceği unutulmamalıdır (2).

2.2.3.2. Lateral yüz ortası kırıkları

A. Zigomatik kompleks kırıkları

Zigoma orta yüz yapılarındaki en önemli destek yapısını oluşturur. Çıkıntılı yapısından dolayı travmaya maruz kalma riski yüksektir. Sfenoid kemikle eklem yaptığı yer ile ark en zayıf ve en ince olduğu noktalarıdır. En kalın ve en kuvvetli olduğu yerler ise frontal kemikle ve maksilla ile eklem yaptığı alanlardır. Travmada ilk önce inferior orbital rimle ve maksilla ile yaptığı eklem kırılır.

Zigomatik kompleks kırıkları genellikle zigomatikofrontal veya zigomatikosfenoid sütün bölgesindeki lateral orbital duvardan inferior orbital fissüre uzanan, daha sonra infraorbital kanal yanında orbita tabanı boyunca geçen, aşağıya zigomatikomaksiller sütün yanında anterior maksillaya ve yukarı posterior maksiller duvara ve geriye inferior orbital fissüre uzanan bir kırık hattından oluşur. Bunlar bazen zigomanın 3 bağlantısı lateral orbital duvar, zigomatik ark ve maksilla boyunca geçtikleri için “tripod kırıkları” olarak bilinirler. İntraorbital kaslar sıkışabilir ve göz hareketlerinde kısıtlılık olabilir. Lateral orbital duvar, orbital apeks veya optik kanal tutulursa görme kaybı meydana gelir. Görme kaybı oluşan hastalarda orbita apeksi aksiyal ve koronal kesitler ile rekonstrükte sagittal ve 3B görüntülerle detaylı değerlendirilmelidir.

B. İzole zigomatik ark kırıkları

Nisbeten nadirdir ve genellikle küçük bir obje ile olan “V” şeklinde kırıklar oluşturan keskin bir darbeye bağlıdır (16).

C. Zigomatikomaksiller kırıklar

Daha az sıklıkla görülür. Bunlar zigomatik kırıklarla çok benzerdir, sadece kırık daha medialde maksiller segmentte uzanırlar (16).

D. Zigomatikomandibuler kırık

Zigomatik kırıklardan sadece ek olarak mandibuler kondil, koronoid proçes veya her ikisinin olmasıyla ayrılır (16).

2.2.4. MANDİBULAR KIRIKLAR

Mandibula yüz kemikleri arasında en büyük ve en güçlü kemiktir. Anatomik pozisyonu nedeniyle, burun ve zigoma kemikleriyle beraber yüzün en çok kırılan kemiklerinden biri olup, tüm kırıkların yaklaşık %20'sini oluşturur. Güçlü bir kemik olmasına rağmen mandibulanın pek çok zayıf bölgesi vardır. Mandibula horizontal parçasının vertikal parçasıyla birleştiği "angulus" bölgesinde daha ince bir yapıya sahiptir ve üçüncü molar dişlerin çıkmamış olması burayı daha da zayıflatabilir. Kondil boynu mandibulanın diğer zayıf bir bölgesidir. Mandibulanın distal kısımları, küspid dişlerin uzun kökleri ve mental foramenin varlığı nedeniyle zayıflamış bölgelerdir. Bunun yanında bir bölgede dişlerin olmaması o bölgedeki alveolar kemiklerde atrofik değişiklikler oluşturur ve mandibulanın yapısını bozar. Bu yüzden dişlerin kısmi olarak eksik olduğu mandibulalarda kırıklar genellikle dişlerin eksik olduğu alanlarda oluşur.

Dingman ve Natvig (1964) mandibular kırıkları kırığın lokalizasyonuna göre sınıflandırmışlardır (17). Bu sınıflamaya göre;

Parasimfizyal ve simfizyal: Mental foramenler arasında oluşan kırıklar genellikle simfizyal ve parasimfizyal olarak sınıflanır.

Mandibula gövdesi: Bu grup mandibulanın küspid diştan angulusa kadar olan kısmındaki kırıkları ifade eder.

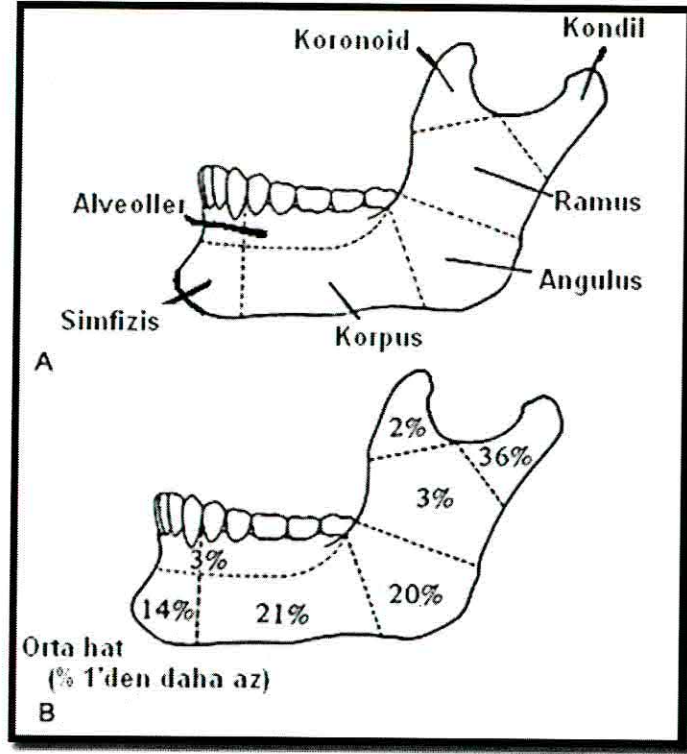
Angulus: Bu gruba ikinci molar dişin arkasından başlayarak mandibula ramusuna kadar uzanan mandibula kısmındaki kırıklar girer.

Ramus: Mandibula angulus kısmından sigmoid notch'a kadar ulaşan bölgedeki kırıkları ifade eder.

Koronoid: Mandibula koronoid kısmındaki kırıkları ifade eder.

Subkondiler bölge: Bu bölge kondil boynundan aşağıdaki kırıkları ifade eder.

Alveolar kırıklar: Bu gruba alveolar segmentlerin dişle beraber veya beraber olmayarak ayrılması girer.



Şekil 5. Mandibula kırıklarının lokalizasyonları ve görülme yüzdelerinin şematik görünümü

2.3. MAKSİLLOFASİYAL KIRIKLARDA RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME

-Panoramik grafi: Mandibula kırıklarında tek başına en fazla bilgi veren yöntemdir. Tüm mandibulayı ve diş yapılarını görüntüler. Bu yöntemin uygulanabilmesi için hastanın uyumlu olması, düz oturur durumda veya ayakta durabilmesi gerekir. Bu yüzden multipl travmalı hastalarda bu yöntemin uygulanması mümkün olmayabilir. Yeterli cihazların her zaman bulunamaması da bu yöntemin uygulanabilirliğini azaltır.

-Dental (intraoral) perapikal x-ray filmleri: Diş köklerinin ve alveoler yapıların detaylı incelemesinde değerlidir. Ancak özel donanım gerektirir.

-Direkt grafler:

Üç yönde alınan mandibula grafleri (AP/lat/oblik), ve bunların modifiye edilerek kullanımı mandibula kırıklarının tanısında değerlidir.

Lateral kafa grafisinde; frontal sinus, maksiller sinüs, bazen pterigoid çıkıntılar ve kondiller iyi gözükür.

Water's grafisinde; paranasal sinüsler, maksiller sinüslerin duvarları, zigomatik kemik ve ark ile orbita kenarları iyi değerlendirilir.

Submentoverteks grafisinin temel kullanım amacı zigomatik arkı görüntülemektir.

Towne grafisi; kondil kırıklarının saptanmasında idealdir. Zigomatik ark kırıkları da görülebilir.

Caldwell grafisi; zigomafrenal suture göstermede en uygun tetkiktir.

Lateral grafi; yumuşak doku dozunda çekildiğinde nazal kemik kırıklarında tanıyı kolaylaştırır.

Direk grafilele maksiller kırıkların teşhisi oldukça zordur. Water's, Caldwell, submentovertikal grafile ve lateral grafile yardımcı olur.

-Bilgisayarlı Tomografi (BT) :

BT maksillofasial iskeletin tüm bölgelerindeki hasarın değerlendirilmesi için altın standarttır.

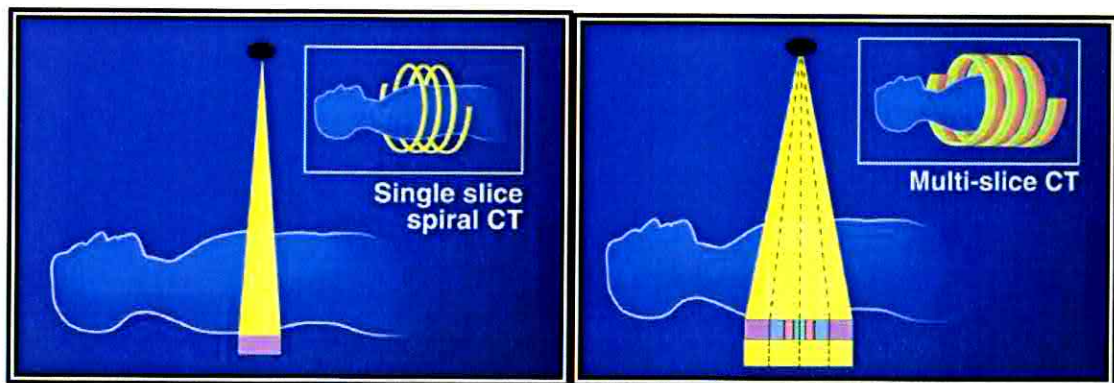
2.3.1. MAKSİLLOFASİYAL TRAVMALARDA ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

2.3.1.1. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ TARİHÇESİ

Bilgisayarlı tomografi (BT) cihazları teknolojik gelişmelere paralel olarak büyük bir evrim geçirmektedir. Birinci nesil cihazlarda tek dedektör kullanılmaktaydı. Tüp bir derece dönüyor, veri işleniyor ve tekrar bir derece dönüş yapmaktaydı. Bu işlem tüp ve dedektör 180 derece dönene kadar tekrarlanmaktaydı. Bu 180 derecelik tek bir dönüşün tamamlanması yaklaşık 4-5 dakika almaktaydı. İkinci nesil BT'lerde yelpaze şeklinde bir ışın demeti ve birden fazla sayıda dedektör sistemi bulunmaktadır. Daha hızlı tarama zamanı elde etmenin yanı sıra aynı anatominin birden fazla dedektörce izlenmesi sayesinde ayrıntıda artış

sağlanmıştır. Üçüncü nesil BT'lerde kolime edilmiş X-ışını demetini yelpaze şeklindedir ve karşısında ışın demetini gören çok sayıda dedektör kullanılmaktadır. Dördüncü nesil cihazlarda gantri boşluğunu 360 derece çevreleyen çok sayıda dedektör kullanılmaktadır. Bu cihazlarda dedektörler sabittir ve hasta çevresinde sadece X-ışını tüpü döner. İki tip olarak tanımlanmıştır; nutating ring dedektörler ve spiral slip ring dedektörler. Nutating ring dedektörlerde tüp dedektör halkasının dışındadır. Tüp döndükçe dedektörler önünde hareket etmiş olur. Spiral (helikal) ring sistemler 4. nesil geometrisinde kullanılmakla birlikte 3. nesil sistemlerde de görülebilmektedir. Bu sistemde kablo sınırlaması olmaması nedeni ile tüp hareketi süreklidir. Beşinci nesil cihazlarda tüp ve dedektör hareketi ortadan kaldırılmıştır. Gantri çok büyük bir X-ışını tüpü haline getirilmiştir. Elektron-beam tomografi (EBT) olarak adlandırılan bu sistem bir süre devreye girdikten sonra MDBT geliştirilmiştir (18,19).

BT pratiğinde çığır açan bir gelişme olan MDBT'nin bugünkü durumuna ulaşması BT teknolojisinde bazı öncü gelişmelerle gerçekleşmiştir. Helikal taramanın geliştirildiği 1989 yılından sonra 1991'de 1 mm'nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Aynı yıl bugünkü MDBT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT de geliştirilmiştir. 1993'te gerçek zamanlı BT'nin kullanıma sokulmasıyla BT floroskopi altında biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitörizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantri rotasyon zamanlarınının 1 sn'nin altına inmesi 1995'te mümkün olmuş, 1998'de bu süre şu an hala geçerli minimum süre olan 0.5 sn'ye indirilmiştir. 1998 yılında da ilk multidedektör sistemleri kullanıma girmiştir (20). 2000'li yıllarda 8, 12, 16, 24, 32 ve 64 dedektör dizili cihazlar üretilmiştir. **Şekil 6'** da tek dedektör BT ve multi dedektör BT'nin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 6. Tek dedektör BT ve multi dedektör BT'nin şematik gösterimi

2.3.1.2. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ TEMEL FİZİK PRENSİPLERİ

BT aygıtında tarayıcı, bilgisayar ve görüntüleme ünitesi olmak üzere 3 bölüm vardır. Tarayıcı hasta masası ve gantriden oluşur. Gantri içerisinde tüp ve dedektör sistemi bulunur. Masa gantri boşluğu içerisine girip çıkabilir. Her kesit alma işleminden sonra masa bir miktar hareket ettirilir. Bu şekilde hastanın incelenen bölgesinden ardışık kesitler alınabilir. BT'nin kesit alma esasına dayanan bir görüntüleme yöntemi olduğu için istenilen kesit kalınlığına eşit kalınlıkta bir X-ışın demeti yeterli olacaktır. Bu nedenlerle tüpten çıkan X-ışınları kolime edilerek yelpaze şeklinde bir demet haline getirilir. Işın demetinin kalınlığı operator tarafından belirlenir. Hasta vücudundan geçirilen bu X-ışını demeti diğer uçta X-ışınlarına hassas bir dedektör zincirine ulaşır. Dedektörlere ulaşan X-ışınları hasta vücudundan geçerken vücudun değişik dokularında değişen oranlarda zayıflamaya uğrar. Dedektörlerde saptanan bu zayıflama miktarı bilgisayarlarla değerlendirilir. Bir çok matematiksel işlem içeren oldukça karmaşık bir süreç sonucu, X-ışınlarının taradığı alanın her bir noktasının X-ışınını zayıflatma değeri hesaplanır. Bu değerlerin saptanmasından sonra görüntüyü oluşturmak oldukça basit bir işlemdir (18).

Bilgisayar ünitesinde tarayıcı sistemden gelen bilgiler, birçok matematiksel işlem ve algoritmalarla değerlendirilip işlenir. Daha sonra bu işlemlerden elde edilen sonuçlar, tarama alanını temsil edecek, sayılardan oluşmuş bir haritaya dönüştürülür. Bu işleme rekonstrüksiyon adı verilir. Harita cihaz üreticilerinin belirledikleri sayıda eleman içerir ve haritanın eleman sayısı örneğin 520X520 gibi ifade edilir. Bu ifade bize haritada alt alta sıralanan 520 çizgi, her bir çizgide 520 eleman olduğunu gösterir. Tarama sonucu elde edilen bilgiler, işte bu eleman sayısı kadar değeri hesaplamak amacı ile kullanılır. Yapılan bir çok matematiksel işlemden sonra artık bilgisayarın belleğinde organizmanın belli bir kesitine ait harita eleman sayısı kadar değer vardır. Bu elemanlardan herhangi birinin sahip olduğu değer, o elemanın organizmada temsil ettiği odağın X-ışınlarını zayıflatma gücüne eşittir. Organizmadaki bu odağın, kesit düzlemine paralel X-birim uzunluğunda ve Y-birim genişliğinde iki boyutu vardır. Bunun yanısıra X-ışını demet kalınlığına eşit derinlik boyutu da olacaktır. Bu durumda, noktasal odağımızı hacim boyutunda ele almamız gerekmektedir. Bu hacme voksel (voxel) adı verilir ve hacim elemanı anlamına gelen İngilizce (volume element) sözcüklerinin kısaltmasından oluşur (18).

Görüntüleme biriminde harita elemanlarının herbirine sahip oldukları rakamsal değerlere bakılarak gri skaladan bir renk kodu verilir. Harita bilgisayar ekranında, harita

elemanlarının tek tek gri tonlarda renklendirilmelerinden sonra, siyahtan beyaza dek değişen noktacıklar içeren bir resime dönüştürülür. Bilgisayar ekranında gördüğümüz resim, aslında renkle kodlanmış harita elemanlarından meydana gelen bir çok noktacıktan oluşmaktadır. İşte resmin en küçük elemanı olan bu noktacıklara piksel, resimdeki piksel sayısını belirten, noktacıkların ve çizgilerin birleşiminden oluşan örgüye de matriks (256x256-512x512 gibi) adını veriyoruz. Piksel (pixel) İngilizcede resim elemanı (picture element) anlamına gelen sözcüklerin kısaltılmasından oluşmuştur. BT’de her bir vokselde hesaplanan X-ışını zayıflatma değerini standart bir değer ile belirtmek amacıyla Hounsfield skalası olarak adlandırılan bir referans sistemi kullanılmaktadır. Hounsfield skalasında X-ışını atenuasyon değerleri -1000 ve 1000 arasında 2000 birim içerisinde sınıflandırılmıştır. Bu skalaya göre suyun atenuasyon değeri sıfır, kemik gibi çok yoğun oluşumlar için bu değer 1000, hava için -1000 olarak kabul edilmiştir. Yağ dışındaki yumuşak dokular 30-100 arasında atenuasyon değerine sahipken, yağ dokusu BT’de -60 ile -200 arasında değerler alır. Bilgisayar ekranında izlediğimiz görüntü aslında renkle kodlanmış bir harita olduğuna göre, bu haritanın renklendirme kriterlerini değiştirerek görüntü üzerinde değişiklikler yapabiliriz. Bu pencereleme (windowing) dediğimiz bir işlemle kolayca yapılabilir. İnsan gözü 20 adet gri tonu ayırt edebilir. Pencerelemeden amaç, siyahtan beyaza dek değişen bir spektrumda yaklaşık 20 tonu ayırt edebilen bir insan gözünün Hounsfield skalasındaki -1000, +1000 aralığında istediğı oluşumları seçmesini sağlamaktır. Sistem X-ışını zayıflatma (atenuasyon) değeri en yüksek piksellere beyaz rengi atar, azalan değerleri giderek daha koyu gri tonlarla renklendirir ve en düşük değerleri siyaha boyar. Elimizdeki gri tonlarla tüm skalayı boyamak istersek 2000 Hounsfield Ünitelik (HU) bir spektrumda her bir 100 ünite için bir gri ton kullanılacak demektir. Bu da hemen hemen tümü 30-100 HU aralığına düşen yumuşak dokuların birbirinden ayırt edilememesinde yol açacaktır. Bu nedenle, gri renk skalasının oluşumların birbirinden ayırt edilmesini kolaylaştıracak şekilde kullanılması gerekmektedir (18,19).

Pencereleme işleminde birisi pencere genişliği ‘window width’ diğeri de pencere seviyesi ‘window level’ olmak üzere ayarlanabilen iki parametre vardır. Pencere genişliği görmek istediğimiz oluşumların HU değerlerini içine alıp ilgilenmediklerimizi dışarıda bırakacak şekilde seçilen bir Hounsfield skalası bandıdır. Bu durumda sadece seçtiğimiz bant içerisinde kalan HU değerleri gri bir renk tonu alırken bandın dışında kalan HU değerleri ya beyaz ya da siyah renk ile boyanırlar. Pencere seviyesi ise seçtiğimiz pencere genişliğinin orta noktasıdır. Örnekeleyecek olursak -50, +150 arasındaki oluşumları iyi göstermek istersek, bu

durumda pencere genişliğinin 200 HÜ, pencere seviyesinin ise orta noktası olan +50 HÜ olması gereklidir. Görüldüğü gibi parametrelerin bu şekilde seçilmesiyle her bir 10 ünite için ayrı bir gri ton kullanılacağından, X-ışınını birbirinden farklı zayıflatan doku ve oluşumların (-50 ve + 150 arasındaki) farklı bir renk değeri ile temsil edilme şansları artacaktır. Diğer taraftan 50 HÜ altında kalan değerlerin tümü siyah, +150 HÜ üzerindeki tüm değerler ise beyaz görülecektir. Yukarıdaki örnekten de anlaşılacağı gibi pencere seviyesi ve genişliği, farklı organ ve oluşumları incelemek için oldukça yararlı bir işlev görmektedir. Bu ayarların istenilen organ ve oluşumların en iyi görüntülenebilecekleri şekilde seçilmeleri halinde, inceleme optimal yapılacaktır. Seçilen ayarlamalarda bazı oluşumların tam siyah ya da tam beyaz renklerle gösterilmesi nedeniyle izlenememeleri söz konusu olabilecektir. Pencerelemenin en güzel örneği, akciğer parankim incelemesi yapılırken mediastenal oluşumların ayrıntılarının kaybolması, ya da tam tersine mediastenal oluşumlar için ayarlanmış bir pencere değerlerinde, akciğer parankim ayrıntılarının izlenememesidir (18).

2.3.1.3. MDBT FİZİK ÖZELLİKLERİ

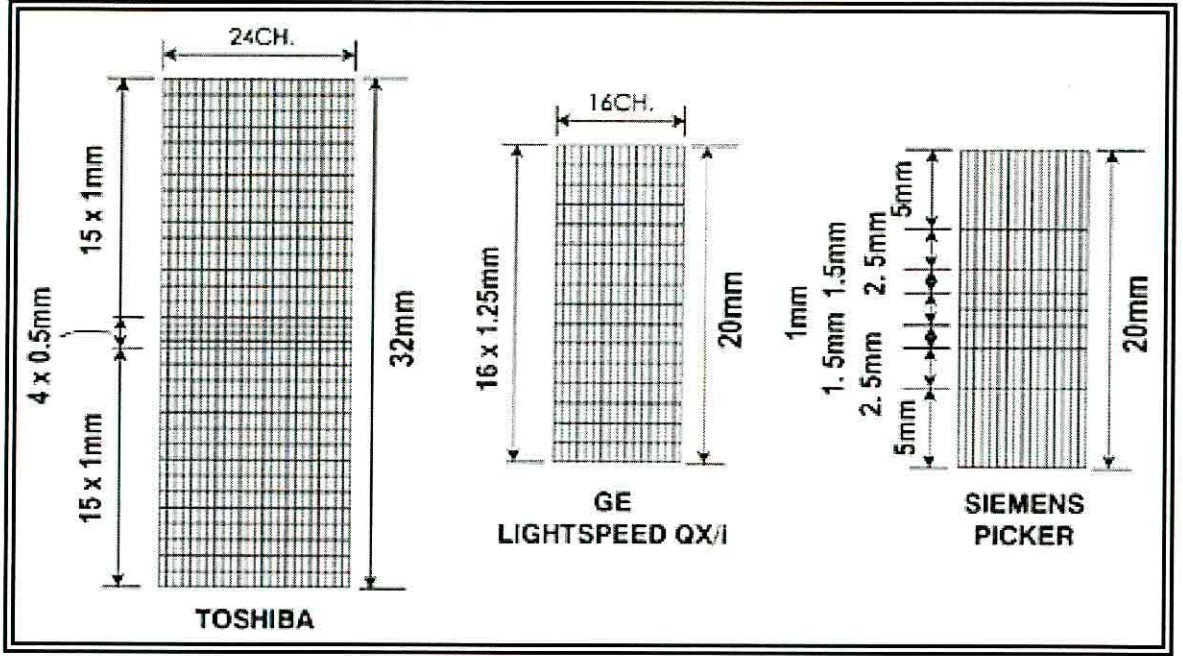
2.3.1.3.1. Gantri rotasyon süresi: Saniyenin altında tarama yapabilmeyi başaran ilk BT tarayıcıları elektron beam tomografi (EBT) cihazları olmuştur. Kısa zaman içinde helikal cihazlarda da rotasyon süreleri 1 sn'nin altına indirilmiştir. Bu bağlamda bugün itibarıyla ulaşılmış olan en ileri nokta 0.42 sn'dir (21). Gantri rotasyon süresinin bu denli kısılması hareket artefaktlarını belirgin olarak azalttığı gibi aynı süre içinde daha geniş anatomik bölgelerin taranabilmesi olanağını doğurmuş ve longitudinal (z eksen) çözünürlüğü de artırmıştır (22).

Tarama zamanının 1 sn'nin altına indirilmesi için gantri çiziminde (design), gantri motorunda, veri ileti düzeninde (data transmission system-DAS) ve X-ışını tüpünde bazı değişikliklerin yapılması gerekmiştir. Tarama zamanı 1 sn'den 0.5 sn'ye indiğinde gantriye uygulanan merkezkaç kuvvette 4 kat artış oluşmaktadır. Gantrinin bu kuvvet artışını karşılamak üzere yeniden biçimlendirilmesi gerekmektedir. Yine, tarama zamanı kısaldıkça birim zamanda ölçülen veri miktarı artmaktadır. Bu miktardaki verinin iletimi düşük voltajlı slip-ring yönteminden farklı, daha yüksek hacimli ve hızlı veri iletim sistemlerine ihtiyaç doğurmuştur. Tarama zamanının kısılması tüpe uygulanan merkezkaç kuvvetini arttırdığı gibi tüpün ürettiği X-ışını miktarının artmasını ve dolayısıyla tüpün soğutma yeteneğinin iyileştirilmesini de gerektirmiştir(20).

2.3.1.3.2. İnce kesit kalınlıkları: MDBT cihazları, olağanüstü hızları sayesinde, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak, klasik kesit taramasından çok, bir anlamda "hacim taraması" yapmaktadır. Yüksek kalitede hacim bilgisi için longitudinal düzlemdeki (Z eksenindeki) çözünürlüğün yeterli olması gerekmektedir. Z eksen çözünürlüğünü belirleyen başlıca etken kesit kalınlığıdır. Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı giderek düşürülmektedir. Böylece ulaşılan izotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel keskinlikle yapılabilmektedir (23).

2.3.1.3.3. Multidedektör: MDBT teknolojisinin bel kemiği dedektör yapısıdır. Konvansiyonel helikal BT cihazlarında dedektör tek sıra halinde dizilmiş dedektör elemanlarından oluşan tek boyutlu bir yapıdır. MDBT cihazlarında ise dedektör çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır. Örneğin Toshiba Aquillon'da ortada 0.5 mm kalınlığında dedektör elemanları içeren 4 adet sıra, bu dörtlünün her iki tarafında da 1 mm kalınlığında dedektör elemanları içeren 15'er adet sıra bulunur. Yani ortadaki dörtlü 0.5 mm kalınlığında, diğerleri 1 mm kalınlığında olmak üzere toplam 32 mm'lik dedektör sırası vardır (22). Bu şekilde farklı kalınlıkta dedektör elemanları içeren asimetrik dedektör dizaynlarının yanı sıra bazı sistemlerde dedektör matriksi simetrik yapıdadır. Örneğin General Electric firmasınınca üretilmiş Light Speed Plus'ta hepsi 1 mm kalınlıkta dedektör elemanları içeren 16 dedektör sırası bulunur. Bu dedektör sıralarının farklı kombinasyonlarının seçilmesiyle değişik kesit kalınlıklarında multidedektör incelemeler yapılmaktadır. Örneğin Toshiba Aquillon'da 0.5x4, 1x4, 2x4, 3x4, 4x4, 5x4 ve 8x4 şeklinde tarama modları mevcuttur (**şekil 7**) (20). Sistemin minimum kesit kalınlığını belirleyen unsur en küçük dedektör elemanının z eksenindeki genişliğidir. Bu değer bazı sistemlerde 0.5 mm, bazı sistemlerde 0.625 mm'dir.

2.3.1.3.4. Veri elde etme sistemi (DAS: Data Acquisition System): Dedektör sıralarından veya bunların kombinasyonlarından alınan kesit bilgileri daha sonra DAS'lara aktarılmaktadır. Örneğin 4 segmentli bir sistemde 4 dedektör kanalı/kanal kombinasyonundan alınan veriler 4 adet DAS aracılığıyla işlenmekte, yani DAS'lara gelen analog veriler dijital verilere dönüştürülmektedir. DAS sayısının artması elektronik devre gereksiniminin de artması sonucunu doğurmuştur. Fazla miktardaki elektronik devrenin yer ihtiyacı bunların yüksek yoğunlukta monte edilmesiyle çözümlenmiştir (22).



Şekil 7. Değişik firmaların ürettiği dedektörlerin şematik görünüşleri

2.3.1.3.5. Görüntü rekonstrüksiyonu :

A- Çok noktalı rekonstrüksiyon algoritması ve optimal veri örnekleme:

Dedektör sisteminden başka, MDBT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı görüntü rekonstrüksiyon algoritmaları kullanılmaktadır. MDBT cihazlarında dedektör iki boyutlu olduğundan tüpten çıkan X-ışını huzmesi de iki boyutludur, yani koni şeklindedir. Konvansiyonel rekonstrüksiyon yöntemlerinin kullanılması durumunda, koni içinde belli bir açıyla dedektör elemanlarına gelen X-ışınları artefaktlara yol açabilir. Bu artefaktların giderilebilmesi için MDBT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan 180 derece lineer interpolasyon algoritması değil, çok noktalı (multipoint) interpolasyon ile görüntüler rekonstrükte edilmelidir. Bu şekilde konvansiyonel helikal tekniğe göre daha yüksek kalitede görüntü kalitesi elde edilebilmektedir. Çok noktalı rekonstrüksiyon algoritmasında verilerin örnekleme miktarı optimize edilmiştir. Optimize edilmiş örnekleme adı verilen bu yöntemin amacı longitudinal yönde veri örnekleme miktarını arttırmak, yani daha fazla ölçüm bilgisi elde etmek ve böylece sinyal/gürültü (S/G) oranını arttırmaktır. Dört segmentli bir cihazda helikal pitch 4 olduğunda helikslerin direkt verileri ile tamamlayıcı veriler çakışmaktadır (22). Bu nedenle tamamlayıcı verilerin görüntü kalitesine bir katkısı olamamaktadır. Dolayısıyla böyle bir sistemde helikal pitch faktörü 3.5, 4.5 gibi kesirli sayılardan seçilmektedir. Böylece ortaya paradoksal bir sonuç çıkmaktadır. Konvansiyonel

helikal BT cihazlarında pitch faktörü arttıkça S/G oranı azalırken, 4 segmentli multidedektör bir cihazda 4.5 pitch faktörü daha verimli veri örnekleme sağladığından 4 pitch faktörüne oranla S/G oranı bakımından daha kaliteli bir görüntü elde edilmesini sağlayabilmektedir. Konvansiyonel yöntemle göre daha fazla ölçüm verisi kullanılmasına olanak veren optimal örnekleme yöntemi sayesinde MDBT cihazlarında aynı dozun kullanılması durumunda S/G oranı konvansiyonel BT cihazlarına göre %20 nispetinde artmaktadır (22,24).

B- Z filtre rekonstrüksiyonu: MDBT'de görüntü rekonstrüksiyonunda çok noktalı interpolasyon algoritması dışında Z filtre rekonstrüksiyon algoritması adı verilen bir teknik de kullanılmaktadır. Z filtre rekonstrüksiyonunda uygun Z kernelleri seçilerek, tek bir helikal veri kümesinden farklı kesit kalınlıklarında çok sayıda görüntü serisi oluşturulabilmektedir. Buradaki ilke standart veya akciğer kernelleri ile yapılan görüntü rekonstrüksiyonuna benzemektedir. Nasıl bu kernellerde düzlem içi (in-plane) frekans yanıtı değiştirilerek standart veya akciğer algoritmasında görüntüler oluşturuluyorsa, Z kernelleriyle de kabaca benzer bir biçimde Z eksenindeki frekans yanıtı değiştirilmekte ve bu şekilde farklı kesit kalınlıklarında görüntüler oluşturulabilmektedir (24).

2.3.1.4. MDBT'DEKİ YENİLİKLERİN PARAMETRELERE YANSIMASI

2.3.1.4.1. Tarama hızında artış: MDBT sistemlerinde hızın artması esas olarak iki nedene bağlıdır: Gantri rotasyon süresinin kısalması (0.5 sn'ye inmesi) ve pitch faktörünün artması. Bu iki etki birleştirildiğinde, örneğin 4 segmentli bir cihaz konvansiyonel helikal cihaza göre 8 kat, 8 segmentli bir cihaz 16 kat hızlı tarama yapabilmektedir. Burada bilinmesi gereken bir nokta daha vardır. Tarama hızındaki bu 8 ya da 16 kat artış her kesit kalınlığı için geçerli değildir. Firmaların ürettiği değişik dedektörlerin yapısına bağlı olarak her sistem farklı tarama modu seçenekler sunmaktaysa da genel olarak şu ifade edilebilir: Düşük kesit kalınlıklarında maksimum hız (yani 4 ya da 8 segment tarama) mümkün olmakta, ancak kesit kalınlığı arttıkça bu şans azalmaktadır. MDBT cihazlarının kullanıma girmesiyle pitch kavramı iki farklı şekilde tanımlanır olmuştur. Pitch 360 derece rotasyon süresince olan masa hareket miktarının tek kesit kalınlığına oranı olarak hesaplanabileceği gibi, 360 derece rotasyon süresince olan masa hareket miktarının toplam ışın demeti genişliğine oranı şeklinde de hesaplanabilir. İkinci yöntemde, örneğin 3 ve 6 gibi pitch değerleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde pitch'in 3 olarak kullanıldığı tarama modları yüksek kalite, pitch'in 6 olarak kullanıldığı tarama modları hızlı olarak tanımlanmaktadır. Uzaysal çözünürlüğün önemli olduğu klinik durumlarda 3 pitch'in, yüksek hacimlerin kısa zamanda taranmasının gerekli

olduğu durumlarda 6 pitch'in kullanılması önerilmektedir (25). Bazı üreticiler konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan pitch kavramıyla örtüşmesi amacıyla pitch'i yukarıda belirtilen ikinci formülle, yani rotasyon süresince olan masa hareketini toplam ışın demeti genişliğine bölerek hesaplamakta ve beam pitch olarak adlandırmaktadırlar. Bu şekilde örneğin 4 segmentli bir cihazda ikinci yöntemin 3 olarak verdiği pitch değeri birinci yöntemde 0.75'dir. Her iki hesaplama yönteminde de varılan sonuç aynı olmakla birlikte hesaplama yöntemlerinin ne olduğunun bilinmesi karşılaştırmalar açısından yararlı olacaktır (20,21,22).

Tarama hızının, konvansiyonel helikal cihazlara ve sisteme göre 8 ya da 16 kata varan miktarlarda artması daha geniş hacimlerin daha kısa sürelerde taranması olanağını getirmiştir. Buna bağlı avantajlar şöyle sıralanabilir:

1. Rutin incelemelerin daha kısa sürelerde (nefes tutma süresinde) bitirilmesi solunum denetimsizliğinden kaynaklanan artefaktları gidermiştir. Örneğin 30 cm genişliğindeki toraks incelemesi konvansiyonel helikal bir cihazda 30 sn sürerken multidedektör cihazlarda daha ince kesit kalınlıkları ile 5-9 sn arasında tamamlanabilmektedir(20).

2. Hızlı tarama yeteneği travma hastalarının incelenmesinde vazgeçilmez bir avantajdır. Bu hastalarda çok kısa sürelerde tüm vücut taraması yapılabilmektedir (26).

3. Benzer şekilde çocuk yaş grubunda ve kooperasyon gösteremeyen hastalarda MDBT son derece hızlı bir biçimde incelemenin tamamlanabilmesini sağlamaktadır (22).

4. Multidedektör teknolojisinin gelişmesi BT anjiyografi uygulamalarında çığır açmıştır. Pulmoner emboli hastalarında önceleri mümkün olmayan subsegmental düzeydeki embolilerin değerlendirilmesi MDBT cihazlarıyla mümkün olabilecektir. Aort diseksiyonu, aort anevrizması, ekstremitelerinin arterlerinin aterosklerotik lezyonları, renal arter patolojileri, mezenter iskemisi, pankreas, biliyer ağaç, karaciğer ve böbrek neoplazmlarında arteryel/venöz tutulumun araştırılması, karaciğer transplantasyonlarında hepatik arteryel, portal ve hepatik venöz anatomisinin preoperatif değerlendirilmesi gibi birçok uygulama multidedektör cihazlarla daha yüksek longitudinal rezolüsyonla yapılabilmekte, longitudinal çözünürlüğün artmasıyla daha kaliteli 3 boyutlu uygulamalar mümkün olmaktadır. Yüksek tarama hızının ince kesit kalınlıklarıyla birleştirilmesi sayesinde Willis poligonu damar yapıları BT anjiyografi ile de değerlendirilebilir hale gelmiştir (9,27,28).

5. MDBT sistemleri çok fazlı kontrastlı çalışmalara olanak sağlamaktadır. Örneğin karaciğerde üst üste iki kere arteriyel faz taraması yapılabilmektedir. Bu şekilde siroz hastalarında daha çok sayıda erken evre karaciğer kanseri yakalandığını gösteren çalışmalar mevcuttur (29).

6. Tarama hızının artması özellikle BTA uygulamalarında kontrast madde dozundan tasarruf edilmesine imkan vermektedir. Örneğin pulmoner arter BTA'da daha önceleri 140-160 ml arasında değişen doz gereksinimi yeni cihazlarla 100 ml'nin altına indirilmiştir (28).

Dört segmentli bir MDBT cihazını; gantri rotasyon süresi aynı ama tek segmentli, yani konvansiyonel helikal bir cihazla karşılaştıran bir çalışmada; 4 segmentli cihazda helikal pitch'i 3 seçerek 3 kat daha hızlı elde olunan görüntülerin tanısal kalitesinin, pitch'in 1 seçildiği tek segmentli cihazla karşılaştırılabilir düzeyde olduğu bulunmuştur. Daha açık ifade edecek olursak, 4 segmentli cihaz konvansiyonel helikal cihaza göre 3 kat daha hızlı tarama yapmakta ve bu artmış hıza karşın tanısal kalite açısından benzer görüntüler oluşturmaktadır (24).

Helikal BT'de (section sensitivity profile -SSP- ve görüntü artefaktları anlamında) görüntü kalitesi pitch 1,5-2'nin üzerine çıktığında dikkate değer biçimde bozulmaktadır. Pitch arttıkça görüntü kalitesindeki bozulma MDBT cihazlarında da geçerlidir. Dört segmentli bir cihazla yapılan çalışmada 1.25, 2.5 ve 5 mm nominal kesit kalınlıklarında pitch 6 olarak kullanıldığında SSP'nin belirgin olarak uzadığı, bir başka ifadeyle gerçek kesit kalınlığının nominal kesit kalınlığına göre belirgin olarak genişlediği görülmüştür. Pitch 6 olduğunda gerçek kesit kalınlığı kolimasyonun 1,27 katına çıkmaktadır. Bu nedenle bu sistemde 3.75 mm nominal kesit kalınlığı ile 6 pitch kullanılmamaktadır, çünkü pitch 6 olduğunda gerçek kesit kalınlığı 3.75 mm'nin 1,27 katına, yani 4.76 mm'ye çıkmaktadır. Bu değer 5 mm'ye çok yakın olduğundan (ve sistemde 5 mm nominal kesit kalınlığı zaten bulunduğundan) kullanılması gereksizdir (24).

Aynı çalışmada 4 segmentli cihazda gürültü oranı 3 pitch'te 0.82-0.92 arasında, pitch 6 olduğunda 1.02-1.15 arasında bulunmuştur. 180 derece lineer rekonstrüksiyon algoritması kullanan konvansiyonel helikal cihazlarda ise gürültü oranı pitch ne olursa olsun 1,15'tir. Buradan çıkan sonuç şudur: MDBT'de gürültü oranı genel olarak daha düşüktür ve bu durum özellikle düşük pitch değerlerinde daha belirgindir. Multidedektör sistemlerde gürültünün

düşük olması 3 pitch'te oluşan tarama süperpozisyonu (scan overlap) ve z filtre rekonstrüksiyonu tekniğine dayanmaktadır (24).

2.3.1.4.2. Gantri rotasyon süresinin kısılması: Günümüzde MDBT cihazlarında gantri rotasyon süreleri 0.5-0.8 sn arasındadır. 0.5 sn'lik rotasyon süresi yarım rekonstrüksiyon tekniği de kullanıldığında 250 ms'n'e inen temporal çözünürlük sağlamaktadır (22).

2.3.1.4.3. Kesit kalınlığında azalma: MDBT teknolojisindeki gelişim minimum kesit kalınlığında azalmayla paralel seyretmiştir. Günümüzde MDBT cihazlarında minimum kesit kalınlığı 0.5-0.62 mm arasında değişmektedir. Daha ince kesit kalınlıkları uzaysal çözünürlüğü arttırmakta ve kısmi hacim etkisini azaltmaktadır. Multidedektörler sayesinde bu denli ince kesit kalınlıkları ile birçok anatomik bölge taranabilmekte, elde olunan izotropik görüntülerle yüksek kalitede reformat, multiprojeksiyon, volüm reformat ve 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir (22)

2.3.1.4.4. X ışınından yararlanma faktöründe (X ray utilization factor) artış : MDBT sistemlerinde X ışını daha ekonomik olarak kullanılmaktadır; bir başka ifadeyle bu sistemlerin X-ışını istifade faktörü konvansiyonel helikal cihazlara göre daha yüksektir. Bunun nedeni yalın olarak şöyle açıklanabilir; MDBT'de X-ışını demetinin longitudinal yöndeki toplam kalınlığı konvansiyonel helikal cihazlara göre daha fazladır. Böylece konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılmayan, bir anlamda ziyan edilen X-ışınları multidedektör sistemlerde veri elde edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. X-ışını istifade faktöründeki bu artış tüp yüklenmesini azaltmakta, helikal taramanın tüp soğuması için bekleme süresi olmaksızın daha uzun süreler devam edebilmesine olanak tanımaktadır (22).

2.3.1.4.5. X ışını tüpü ömründe artış: X-ışını yararlanma faktörünün artması nedeniyle tüp ömrü de belirgin olarak uzamaktadır (22).

2.3.1.5. MDBT İLE REKONSTRÜKSİYON VE REFORMASYONLARIN OLUŞTURULMASI:

Tüm olgularda aksiyal plandaki kaynak görüntülerin tamamının değerlendirilmesi mutlaka gereklidir. Bununla birlikte özel bilgisayar yazılımları ile 'multiplanar reformasyon (MPR)', 'Surface shaded display' (SSD), 'maksimum intensite projeksiyon' (MIP) veya

‘volume rendering tekniği’ (VRT) yöntemleri ile iki veya üç boyutlu, değişik planlarda görüntüler oluşturulabilir (26,30). Bu görüntüler aksiyal plandaki görüntülerin incelenmesinde gözden kaçan ayrıntıların saptanmasında yardımcı olabilir. Ayrıca klinisyenler patolojinin kafada daha kolay canlandırılması nedeniyle bu görüntüleri tercih etmektedir.

A- Multiplanar reformasyon: MPR’de maksillofasiyal bölge aksiyal, koronal, sagittal ya da bu iki plana göre değişik açılardaki planlarda, kesitsel olarak gösterilir.

B- Surface shaded display: SSD yönteminde eşik değerleri seçilerek belirli atenüasyona (Hounsfield Ünite) sahip voksellerden bilgi elde edilir. Elde edilen hacim bilgisi yüzey bilgisine çevrilerek objelerin üç boyutlu yüzey görüntüleri oluşturulur.

C- Volume rendering tekniği: En son geliştirilen teknik olan VRT’de ham verilerdeki tüm bilgiler kullanılır. VRT en iyi şekilde SSD ile kıyaslanarak anlaşılabilir. SSD seçilen eşik aralığında objeye ait tüm BT sayılarının maksimum opasiteye sahip olup aralığın dışında kalan BT sayılarının 0 opasite ile ifade edildiği ve imaja katıldığı bir süreçtir. BT aralığı içindeki tüm vokseller maksimum opasiteye sahip olduğundan SSD’de sadece obje yüzeyi resmedilir. VRT’de ise opasite değerleri sürekli olup % 0 - %100 arasında değişebilir. Bu yöntemde değişik dansite değerlerine sahip yapılara farklı renk kodları verilerek birbirlerinden farklı dokular farklı renklerde görüntülenebilir. VRT’nin bilgi kaybına sebep olmadığı çünkü tüm data volümünün projekte edildiği açıklanmıştır. Bununla birlikte VRT data volümdeki tüm bilgiyi göstermez fakat tüm 3D çevirim teknikleri gibi taranan objenin BT attenuasyonu ve izlemciye göre pozisyonuna göre seçici olarak kısmen gösterimini yapar (31).

Hem 3D volüm çevirim (örneğin MIP, VRT) hem de 3D yüzey çevirim (SSD), VOI (ilgilenilen volüm) yi tanımlayan ve onu 3D imajda temsil edilmemesi gereken yapılardan ayırdeden bir işleme (segmentasyon) ihtiyaç duyar. Çevirimde hangi yapıların katılacağı veya dışlanacağını kontrol amacıyla data kümesinin manipulasyon işlemine tabi tutulmasına kurgulama (editing) denir. Pozitif editing 3D imajda kalmasını istediğimiz, negatif editing ise uzaklaştırmak istediğimiz yapıları işaretleme işlemidir. 2D editing kesit kesit uygulanırken 3D kurgulama bir bütün olarak data kümesine uygulanır. Segmentasyon için optimum eşik değeri, bir yapıyı gerçek-tam büyüklüğünde belirleyen değerdir. Teorik olarak bu değer objenin BT sayısı ile çevresindeki yapıların BT sayısının orta noktasıdır (31).

Segmentasyona uğratılacak volümü tanımlamak için bir eşik değer yada BT sayıları aralığı kullanılır bu işleme threshold (eşik değer) tekniği denir.

Eşik değerini azaltmak: Eşik değeri azaltıldığında daha çok voksel gösterilen objeye iştirak edeceğinden obje çap-volümü artar. Bu durum parsiyel volüm etkisini kompanse edip daha küçük objelerin daha gerçekçi tanımlanmasını sağlayabilir.

Eşik değerini arttırmak: Eşik değeri arttırıldığında daha az sayıda voksel obje gösterimine gireceğinden objenin görülen çap-hacmi azalır. Bu, uçan pikseller ve düşük attenuasyonlu yapıların süperimpozisyonunu elimine edebilir ama yalancı darlık görünümü gibi artefaktları arttırır (31).

2.3.1.6. MDBT 'NİN AVANTAJLARI

En önemli avantajı tarama hızındaki artıştır. Tarama hızındaki artış gantry rotasyon süresinin kısılmasına ve pitch faktörünün artmasına bağlıdır. Dört kanallı MDBT cihazı konvansiyonel spiral BT cihazına göre 4-8 kat hızlı tarama yapabilmektedir. Bu düzeyde artan tarama zamanı daha geniş hacimlerin daha kısa sürede incelenmesine neden olmaktadır. Buna bağlı olarak rutin incelemelerin süresi kısalmıştır. Toraks ya da abdomen incelemeleri tek bir nefes tutulması süresinde tamamlanabilmektedir (5-9 sn). Nefes tutamamaktan kaynaklanan artefaktlar bertaraf edilmiştir. Travmalı hastalarda artmış tarama hızı daha da önem kazanmaktadır. Bu hastalarda tüm vücut taraması yapılabilmektedir. Çocuk yaş grubunda veya koperasyon kurulamayan, uyumsuz hastalarda inceleme minimum artefaktla tamamlanabilmektedir.

İnce kesit alınabilmesi, isteğe bağlı görüntü planının değiştirilmesine, multiplanar reformasyona ve üç boyutlu görüntülerin optimal görüntü kalitesiyle elde edilmesine olanak sağlar.

Parankimal organlarda küçük lezyonların hipo-hipervasküler karakterinin belirlenmesinde, multiformat reformasyonlarla cerrahi planlamada, organ koruyucu cerrahi uygulamalarında kullanılabilir.

Artmış tarama hızının solunum ve barsak hareketlerinden kaynaklanan artefaktları bertaraf etmesiyle birlikte yüksek uzaysal rezolüsyonla geniş volümlerin taranabilmesi sanal endoskopi uygulamalarının temelini oluşturmaktadır.

MDBT teknolojisi koroner arterlerde stenoz varlığının belirlenmesinde, plakların görüntülenmesinde ve myokardiyal-perfüzyonun değerlendirilmesinde noninvazif bir yöntem olarak umut vericidir.

2.3.1.7. MDBT 'NİN DEZAVANTAJLARI

Özellikle near-isotropik görüntüleme tercih edildiğinde elde edilen veri miktarında ileri derecede artış olmaktadır. Kolimasyon 4x1 seçildiğinde, yaklaşık 60 cm uzunlukta toraks - abdomen incelemelerinde kesitlerin üst üste binmesine bağlı olarak 500-800 arasında değişen görüntüler oluşmaktadır. Aynı kolimasyonda bir akciğer incelemesinde mediasten ve parankim için farklı değerlerin kullanılması benzer sayıda görüntünün elde edilmesine neden olmaktadır. Aorta ve periferel arterlerin BTA incelemesinde 1000 ve üzerinde görüntü elde edilmektedir. Bu verileri yorumlamak ve saklamak bir sorun halindedir. Elde edilen görüntüleri değerlendirmede çalışma istasyonlarında transvers rekonstrüksiyon yapmak gereklidir. Üç boyutlu görüntüleme alternatif bir yoldur ve bu sistem için zorunluluk halindedir. Üç boyutlu görüntülemeye multiplanar reformasyon (MPR), maksimum intensity projection (MIP), shaded surface display (SSD) ve volume rendering teknikleri (VRT) kullanılmaktadır.

Görüntülerde gürültü (noise) kesit kalınlığı azaldıkça artmaktadır. Bu sebepten dolayı gürültüyü azaltmak için rekonstrükte aksiyal ya da MPR kalın kesitlerin oluşturulması önemlidir. Çok ince kolimasyonlarda cihazın geometrik etkinliği bozulmaktadır. Bu etki 1.25 ve daha düşük kolimasyonlarda izlenirken daha kalın kolimasyonlarda izlenmez. Bu etki X-ışın kolimasyonuna ve uygulanan görüntü interpolasyon algoritmasına bağlıdır. Hasta dozunda artış, sadece yüksek kalitede ince kesit görüntü elde edilmek istendiğinde karşımıza çıkan önemli bir sorundur (32).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta populasyonu

Çalışmada Ocak 2009-Mayıs 2010 tarihleri arasında, maksillofasiyal bölge travması nedeniyle Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Anabilim Dalı'na başvuran ve maksillofasiyal bölgeye yönelik çok kesitli BT için Radyodiagnostik Anabilim Dalı'na refere edilen ardışık 32 hasta retrospektif olarak değerlendirildi.

Çalışma gurubumuzu oluşturan 32 hastanın 11'i (%34.4) kadın, 21'i (%65.6) erkek olup yaşları 2 ile 58 yıl arasında değişmekte idi.

3.2. Çekim Tekniği

MDBT tetkiki 16 sıra dedektörlü BT cihazı (Toshiba TSX-101A, Aquillon 16 Slice, Tochigi, Japan) ile yapıldı.

Lateral skenogram üzerinden lokalizasyon belirlenerek mandibula inferiorundan frontal sinüs süperioruna kadar kaudokraniyal yönde kesitler alındı.

MDBT tetkikinde parametreler kesit kalınlığı 1 mm, masa hareketi 15 mm/ rotasyon, rotasyon süresi 0,75 saniye, kV 120, mAs 200, FOV 240 mm seçilerek yapıldı. MDBT tetkiki yaklaşık 30 saniye sürede tamamlandı.

3.3. Verilerin Analizi ve Değerlendirme

BT imajları 1 mm kalınlığında ve 0,5 mm'lik rekonstrüksiyon intervali ile rekonstrükte edildi. Elde edilen kaynak görüntüler network aracılığıyla "Vitrea-2" (Toshiba, Japan) ve "MAC" (Apple, Scottish) çalışma istasyonuna gönderildi. "Volume rendering" yöntemi adı verilen 3 boyutlu BT görüntüler ile aksiyal ve koronal multiplanar reformat görüntüler, rastgele ve farklı zamanlarda, hasta isimleri görüntülerden çıkarılarak bilgisayar ekranında değişik açı ve düzlemlerde uygun renk, parlaklık ve opasite değerleri ile kodlanarak birbirinden bağımsız iki radyolog tarafından değerlendirildi.

3 boyutlu ve multiplanar çok kesitli BT görüntüleri oluşturma süresi ortalama 5 dakika, görüntülerin değerlendirilmesi ise ortalama 10 dakikada tamamlandı. Maksillofasiyal kırıkların sayısı, lokalizasyonu ve uzanımları belirlendi.

Değerlendiricilerden 1. radyolog maksillofasiyal görüntüleri değerlendirmede daha deneyimli olan kişiydi (12 yıl). 2. radyologun maksillofasiyal BT görüntülerini değerlendirmede deneyimi daha az idi (2 yıl). Her bir hasta için önce aksiyel ve reformat koronal görüntüler daha sonra üç boyutlu BT görüntüler değerlendirildi ve maksillofasial kırıkları tanımlayan bir veri kağıdı dolduruldu. Üç boyutlu görüntüler kesme işlemi yapılmadan sadece farklı düzlemlere çevrilerek ve daima aksiyel-reformat koronal görüntülerden daha sonra değerlendirildi. Burada amaç üç boyutlu görüntüleri değerlendirmeye oluşabilecek ön yargıyı ortadan kaldırmaktı.

Her bir radyolog maksillofasiyal travmalı hastalarda aksiyel ve reformat koronal görüntülerde frontal sinüs duvarlarını (anterior, posterior), frontozigomatik sütürü, maksillofrontal proçesi, nazoetmoidoorbital (NOE) bölgeyi, orbital rimleri (superior, medial, inferior), orbita duvarlarını (lateral, medial), orbital çatı ve tabanı, zigoma ve zigomatik arkı, zigomatikomaksiller ve zigomatikomandibuler bölgeyi, nazal kemik ve septumu, maksiller sinüs duvarlarını (anterior, lateral ve medial), kribriiform plate'i, mandibulayı, pterygoid plate'i, Le Fort (1, 2, 3), tripod, orbital blow-out ve blow-in kırıklarını değerlendirdi. Üç boyutlu BT' de bu kırıklardan sadece frontal sinüs posterior duvarı, kribroform plate, sfenoid kemik, maksiler sinüs medial duvarı değerlendirme dışında tutuldu. Çünkü 3B BT' lerde bu bölgede kesme işlemi yapmadan sadece farklı düzlemlerde değerlendirme ile kırıkları tespit etmek güçtü.

1. ve 2. radyologun aksiyel- reformat koronal ve 3 boyutlu görüntülerdeki bulguları birbirleri ile karşılaştırıldı.

3.4 Referans Standardının Belirlenmesi

Maksillofasiyal travmalı hastalarda kırıkların sayısı ve lokalizasyonunun değerlendirilmesinde referans standart olarak cerrahiye giden hastalarda cerrahi bulguları, diğer hastalarda radyologların aksiyel ve reformat koronal görüntülerde tespit ettikleri bulgular kullanıldı. Aksiyel ve reformat koronal kesitlerin değerlendirilmesinde radyologlar arasında konsensus arandı. Radyologların değerlendirmelerinde farklılık olan olgular tekrar

değerlendirildi ve istatistiki değerlendirmede 1. radyologun bulguları referans olarak kullanılmak üzere radyologlar arasında konsensus sağlandı.

3.2. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analizde tamamlayıcı istatistikler için SPSS 15.0 versiyonu kullanıldı. İki radyolog arasında aksiyal ve reformat koronal görüntülerin değerlendirilmesinden elde edilen bulguların uyumluluğunu saptamak için kappa testi, referans aksiyal-reformat koronal ve 3B BT' ler arasında kırık saptama açısından anlamlı farklılık olup olmadığını saptamak için Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi ve uyumlulukları için kappa testi kullanıldı. Ayrıca 3B BT' lerin kırık saptamadaki duyarlılık, özgüllük, olumlu öngörü, olumsuz öngörüsü hesaplandı.

İki gözlemci arasındaki uyumu test etmek için kullanılan kappa testinde kappa katsayısı (**k**); 0.93-1 arası mükemmel, 0.81-0.92 arası çok iyi, 0.61-0.80 arası iyi, 0.41-0.60 arası orta düzeyde, 0.21-0.40 arası ortanın altında ve 0.01-0.20 arası zayıf uyumu tanımlamaktadır (33).

Duyarlılık: Tetkikin gerçek hastalar içinde hastaları saptayabilme yüzdesidir.

Doğru pozitif

Duyarlılık = $\frac{\text{Doğru pozitif}}{\text{Doğru pozitif} + \text{Yanlış negatif}} \times 100$ ile formüle edilir.

Doğru pozitif + Yanlış negatif

Özgüllük: Tetkikin gerçek sağlamlar içinde sağlamları saptayabilme yüzdesidir.

Doğru negatif

Özgüllük = $\frac{\text{Doğru negatif}}{\text{Doğru negatif} + \text{Yanlış pozitif}} \times 100$ ile formüle edilir.

Doğru negatif + Yanlış pozitif

Olumlu öngörü: Tetkikin saptadığı hastalar içinde gerçek hastaların yüzdesidir.

Doğru pozitif

Olumlu öngörü= $\frac{\text{Doğru pozitif}}{\text{Doğru pozitif} + \text{Yanlış pozitif}} \times 100$ ile formüle edilir.

Doğru pozitif + Yanlış pozitif

Olumsuz öngörü: Tetkikin saptadığı sağlamlar içinde gerçek sağlamların yüzdesidir.

Doğru negatif

Olumsuz öngörü= $\frac{\text{Doğru negatif}}{\text{Doğru negatif} + \text{Yanlış negatif}} \times 100$ ile formüle edilir.

Doğru negatif + Yanlış negatif

4. BULGULAR

Hastaların yaş dağılımı **Tablo 1**'de ve travma oluş şekli **Tablo 2**'de verilmiştir.

Tablo 1. Hastaların yaş dağılımı

Yaş Aralığı (yıl)	Hasta sayısı n(%)
1-10	5 (%15.6)
11-20	5 (%15.6)
21-30	6 (%18.8)
31-40	6 (%18.8)
41-50	6 (%18.8)
51-60	4 (%12.5)
Toplam	32 (%100)

n= Hasta sayısı

Tablo 2. Travma oluş şekli

Travma oluş şekli	Hasta sayısı ve yüzdesi
	n(%)
Araç içi trafik kazası	13 (%40.6)
Araç dışı trafik kazası	9 (%28.1)
Yüksekten düşme	4 (%12.5)
Ateşli silah yaralanması	1 (%3.1)
Çarpma	2 (%6.2)
Darp	2 (%6.2)
İş kazası	1 (%3.1)
Toplam	32 (%100)

Aksiyal ve reformat koronal görüntülerin birlikte değerlendirilmesinde lokalizasyonlarına göre 1. radyolog toplam 262 kırık, 2. radyolog 260 kırık tespit etti. 2. radyolog 1 adet sağ frontal sinüs posterior duvar kırığı ve 1 adet sağ inferior orbital rim kırığını değerlendirme sırasında tespit etmedi. Kappa testine göre iki radyolog arasındaki uyumluluk 2. radyologun tespit edemediği 2 kırık dışında mükemmel idi (kappa katsayısı 1.000). Tespit edilemeyen iki kırıkta ise kappa katsayısı 0.955 idi ve bu değer mükemmel uyumlu grubuna girmektedir (k değeri 0.93-1= mükemmel uyumlu) (**Tablo 3**).

Tablo 3. Aksiyel ve reformat görüntülerin birlikte değerlendirilmesinde lokalizasyonlarına göre her iki radyolog tarafından tespit edilen kırık sayısı ve birbiri ile uyumluluğu

Kırık lokalizasyonu	1.Radyolog				2.Radyolog				Kappa katsayısı
	Sağ	Sol	Bilateral	Toplam	Sağ	Sol	Bilateral	Toplam	
Frontal sinüs anterior duvar	5	1	3	9	5	1	3	9	1.000
Frontal sinüs posterior duvar	2	1	3	6	1	1	3	5	0.955
Frontozigomatik sütür	6	1	2	9	6	1	2	9	1.000
Maksillofrontal proçes	3	3	5	11	3	3	5	11	1.000
Superior orbital rim	3	4	2	9	3	4	2	9	1.000
Medial orbital rim	1	1	1	3	1	1	1	3	1.000
Inferior orbital rim	7	5	6	18	6	5	6	17	0.955
Lateral orbital duvar	8	6	3	17	8	6	3	17	1.000
Medial orbital duvar	2	4	3	9	2	4	3	9	1.000
Orbital çatı	1	4	1	6	1	4	1	6	1.000
Orbital taban	7	5	2	14	7	5	2	14	1.000
Nazal kemik	5	2	7	14	5	2	7	14	1.000
Nazal septum	3			3	3			3	
Zigoma	5	5	-	10	5	5	-	10	1.000
Zigomatik ark	9	6	1	16	9	6	1	16	1.000
Kribriform plate	3	3	1	7	3	3	1	7	1.000
Maksiller sinüs anterior duvar	8	7	4	19	8	7	4	19	1.000
Maksiller sinüs lateral duvar	8	4	8	20	8	4	8	20	1.000
Maksiller sinüs medial duvar	3	2	6	11	3	2	6	11	1.000
Maksiler alveolar proçes	2	-	-	2	2	-	-	2	1.000
Sert damak	1	-	-	1	1	-	-	1	1.000
Pterygoid plate	2	2	7	11	2	2	7	11	1.000
Sfenoid kemik	4	4	1	9	4	4	1	9	1.000
Mandibula simfisis	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000
Mandibula parasimfisis	2	4	-	6	2	4	-	6	1.000
Mandibula korpus	1	-	-	1	1	-	-	1	1.000
Mandibula angulus	2	2	-	4	2	2	-	4	1.000
Mandibula ramus	3	1	-	4	3	1	-	4	1.000
Mandibula koronoid	2	1	-	3	2	1	-	3	1.000
Mandibula kondil	3	6	1	10	3	6	1	10	1.000
Toplam	262				260				

Özel kırık şekline göre yapılan değerlendirmede ise; 1. ve 2. radyolog toplam 56' şar adet kırık tespit ettiler. Kappa testine göre iki radyolog arasında uyumluluk mükemmel idi (k 1.000) (**Tablo 4**).

Tablo 4. Aksiyel ve reformat görüntülerin birlikte değerlendirilmesinde özel kırık şekline göre her iki radyolog tarafından tespit edilen kırık sayısı ve birbirleri ile uyumluluğu

Özel kırık şekli	1.radyolog				2.radyolog				Kappa katsayısı
	Sağ	Sol	Bilateral	Toplam	Sağ	Sol	Bilateral	Toplam	
Orbital blow-out medial	1	1	-	2	1	1	-	2	1.000
Orbita blow-out inferior	5	3	-	8	5	3	-	8	1.000
Orbital Blow in	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Le Fort 1	-	1	1	2	-	1	1	2	1.000
Le Fort 2	-	1	3	4	-	1	3	4	1.000
Le Fort 3	2	3	1	6	2	3	1	6	1.000
Tripod	4	3	1	8	4	3	1	8	1.000
Nazoetmoidoorbital	5	2	5	12	5	2	5	12	1.000
Zigomatikomaksiller	6	6	-	12	6	6	-	12	1.000
Zigomatikomandibular	-	2	-	2	-	2	-	2	1.000
Toplam	56				56				

3B BT' lerin değerlendirilmesinde her iki radyologun bulgularında kırık lokalizasyonu ve özel kırık şekline göre farklılık saptanmadı. İstatistiki değerlendirme için referans olarak belirlenen 1. radyologun aksiyel ve reformat koronal BT bulguları ile her iki radyologda aynı olan 3B BT bulgularının kırık lokalizasyonuna ve özel kırık şekline göre birbirleriyle uyumluluk tablosu aşağıda verilmiştir (**Tablo 5 ve 6**).

Aksiyal –reformat koronal görüntülerde tespit edilen, ancak 3B BT ile kesme işlemi yapılmadan gösterilmesi olası olmayan bölgelerde (frontal sinüs posterior duvarı, kribriform plate, maksiler sinüs medial duvarı ve sfenoid kemik) bulunan toplam 33 kırık 3B BT' ler ile referans bulguların karşılaştırılması sırasında değerlendirilmeden çıkarıldı. 3B BT ile karşılaştırılan toplam aksiyal-reformat koronal görüntü kırık sayısı 229 idi.

Her iki radyologun 3B BT' de tespit ettiği toplam kırık sayısı her iki değerlendirmeci için 198 idi (**Tablo 5**). 3B BT' ler de özel kırık şekline göre iki radyolog arasında farklılık olmayıp 45'şer kırık tespit edilmiştir (**Tablo 6**).

Tablo 5. 3B BT’ de lokalizasyonlarına göre saptanan kırık sayısı ve bu kırıkların referans aksiyel ve reformat görüntülerdeki kırıklarla uyumluluğu

Lokalizasyonlarına göre kırıklar	Aksiyel ve reformat koronal BT (referans)				3B BT				Kappa katsayısı
	Sağ	Sol	Bilateral	Toplam	Sağ	Sol	Bilateral	Toplam	
Frontal sinüs anterior duvar	5	1	3	9	4	1	2	7	0.774
Frontozigomatik sütür	6	1	2	9	7	3	3	13	0.761
Maksillofrontal proçes	3	3	5	11	5	2	3	10	0.696
Superior orbital rim	3	4	2	9	2	3	2	7	0.850
Medial orbital rim	1	1	1	3	1	1	1	3	1.000
Inferior orbital rim	7	6	5	18	6	7	3	16	0.726
Lateral orbital duvar	8	6	3	17	6	3	3	12	0.753
Medial orbital duvar	2	4	3	9	2	4	3	9	1.000
Orbital çatı	1	4	1	6	1	4	1	6	1.000
Orbital taban	7	5	2	14	6	5	1	12	0.842
Nazal kemik	5	2	7	14	2	3	7	12	0.733
Nazal septum	3			3	1			1	0.475
Zigoma	5	5	-	10	3	3	-	6	0.545
Zigomatik ark	9	6	1	16	7	4	2	13	0.797
Maksiller sinüs anterior duvar	8	7	4	19	7	8	3	18	0.822
Maksiller sinüs lateral duvar	8	4	8	20	6	6	3	15	0.646
Maksiler alveolar proçes	2	-	-	2	2	-	-	2	1.000
Sert damak	1	-	-	1	1	-	-	1	1.000
Pterygoid plate	2	2	7	11	2	2	5	9	0.614
Mandibula simfisis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mandibula parasimfisis	2	4	-	6	2	4	-	6	1.000
Mandibula korpus	1	-	-	1	-	-	-	-	*
Mandibula angulus	2	2	-	4	1	2	-	3	0.223
Mandibula ramus	3	1	-	4	3	1	-	4	1.000
Mandibula koronoid	2	1	-	3	2	1	-	3	1.000
Mandibula kondil	3	6	1	10	3	6	1	10	1.000
Toplam	229				198				

* Hesaplanamayacak kadar küçük değer

Tablo 6. 3B BT’ de özel kırık şekline göre saptanan kırık sayısı ve bu kırıkların referans aksiyal ve reformat görüntülerdeki kırıklarla uyumluluğu

Özel kırık şekli	Aksiyel ve reformat koronal BT (referans)				3B BT				Kappa katsayısı
	Sağ	Sol	Bilateral	Toplam	Sağ	Sol	Bilateral	Toplam	
Orbital blow-out medial	1	1	-	2	1	1	-	2	1.000
Orbita blow out inferior	5	3	-	8	5	3	-	8	1.000
Orbital Blow in	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Le Fort 1	-	1	1	2	-	1	1	2	1.000
Le Fort 2	-	1	3	4	-	1	3	4	1.000
Le Fort 3	2	3	1	6	2	3	1	6	1.000
Tripod	4	3	1	8	3	3	1	7	0.761
Nazoetmoidoorbital	5	2	5	12	2	2	3	7	0.677
Zigomatikomaksiller	6	6	-	12	3	4	-	7	0.668
Zigomatikomandibular	-	2	-	2	1	1	-	2	*
Toplam	56				45				

* Hesaplanamayacak kadar küçük değer

3B BT’nin referans aksiyal ve reformat koronal görüntülerle karşılaştırıldığında lokalizasyonlarına ve özel kırık şekline göre kappa testinde kırık saptamada ki uyumluluğu mandibula korpus ve zigomatikomandibuler bölge kırıklarında en zayıf iken ($k < 0.01$), mandibular (korpus, angulus hariç), blow out ve Le Fort kırıklarında mükemmel idi ($k = 1.000$). Bunlar haricindeki diğer bölge kırıkları ise iyi ve çok iyi uyumlu grubuna girmekteydi (**Tablo 6**).

Tüm bu bulgulara dayanılarak, maksillofasiyal travmalarda lokalizasyonuna ve özel şekline göre kırık saptanmasında, referans aksiyal-koronal BT sonuçları (1. radyolog) ile karşılaştırılarak 3B BT’nin duyarlılığı ve özgüllüğü hesaplandı (**Tablo 7**).

Tablo 7. Lokalizasyonuna ve özel kırık şekline göre kırıkların saptanmasında 3B BT' nin duyarlılık, özgüllük, olumlu öngörü ve olumsuz öngörü değerleri (toplam kırık sayısı üzerinden)

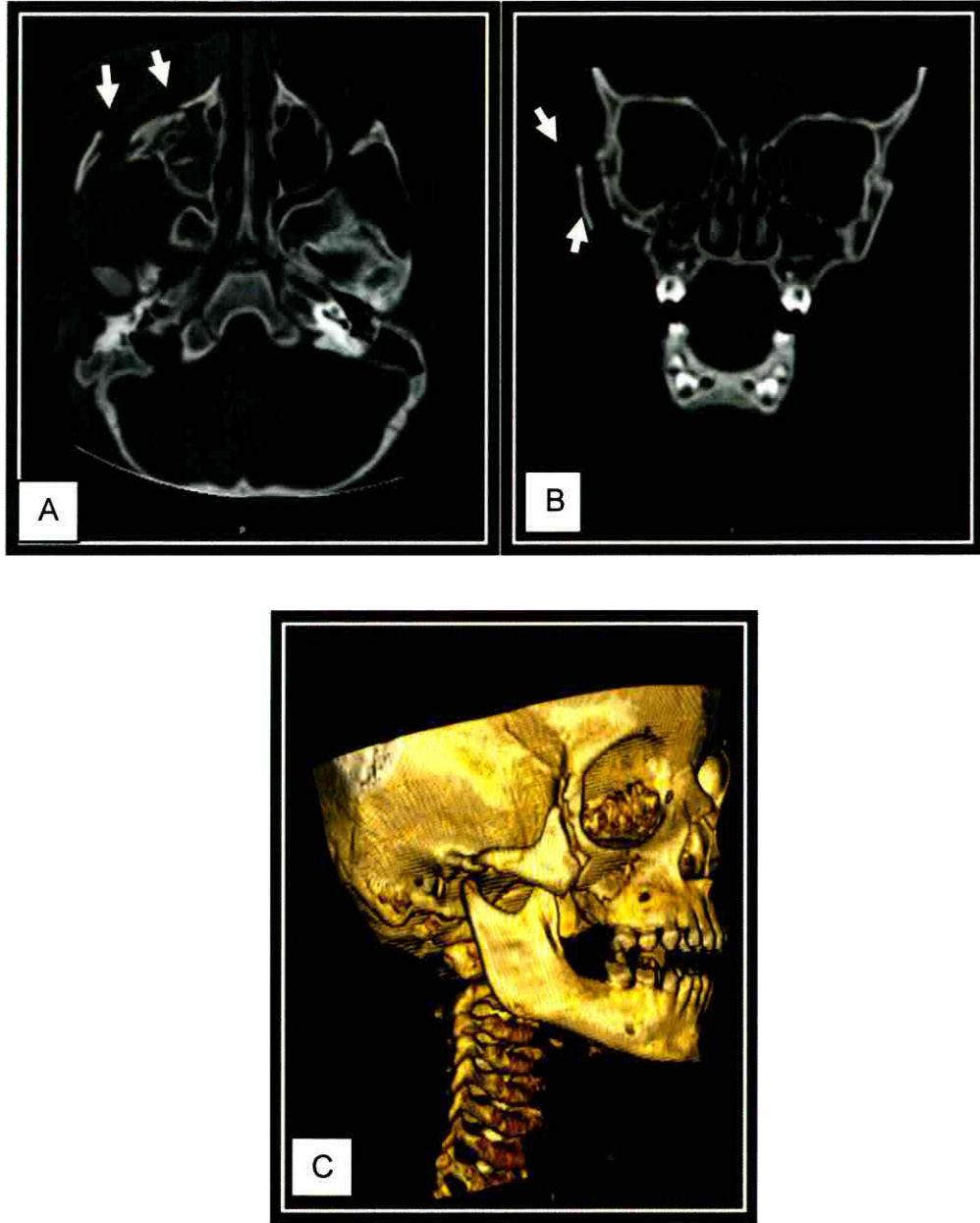
	Duyarlılık(%)	Özgüllük(%)	Olumlu öngörü(%)	Olumsuz öngörü(%)
Frontal sinüs ant duvar	66.7	95.6	85.7	88
Frontozigomatik sütür	100	82.6	69.2	100
Maksillofrontal proçes	72.7	90.5	80	86.3
Superior orbital rim	77.8	100	100	92
Medial orbital rim	100	100	100	100
Inferior orbital rim	83.3	100	100	82.3
Lateral orbital duvar	70.6	100	100	75
Medial orbital duvar	100	100	100	100
Orbital çatı	100	100	100	100
Orbital taban	85.7	94.4	92.3	89.5
Nazal kemik	78.6	94.4	91.6	85
Nazal septum	33.3	100	100	93.5
Zigoma	60	100	100	84.6
Zigomatik ark	75	93.7	92.3	78.9
Maksiller sinüs anterior duvar	89.5	92.3	94.4	85.7
Maksiller sinüs lateral duvar	65	83.3	86.6	58.8
Pterygoid plate	81.8	100	100	91.3
Mandibula parasimfizis	100	100	100	100
Mandibula korpus	0	100	0	96.8
Mandibula angulus	75	100	100	96.5
Mandibula ramus	100	100	100	100
Mandibula koronoid	100	100	100	100
Mandibula kondil	100	100	100	100
Orbital blow out medial	100	100	100	100
Orbital blow out inferior	100	100	100	100
Le Fort 1	100	100	100	100
Le Fort 2	100	100	100	100
Le Fort 3	100	100	100	100
Tripod	87.5	100	100	96
Nazoetmoidorbital	58.3	100	100	80
Zigomatikomaksiller	58.3	100	100	80
Zigomatikomandibular	50	96.6	50	96.6

3B görüntüleri mandibular (korpus kırıkları haricinde), blow out ve Le Fort kırıkları göstermede en yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip idi. En düşük duyarlılık ve özgüllük nazal septum ve zigomada saptandı.

3B BT tetkikinin, maksillofasial travmada lokalizasyonlarına ve özel kırık şekillerine göre kırık saptanmasında referans aksiyal ve reformat koronal BT sonuçları ile karşılaştırıldığında toplam kırık sayısı üzerinden duyarlılığı %80.1, özgüllüğü %98.1 olarak bulundu. 3B BT ile referans görüntüleri arasında kırık lokalizasyonuna ve özel kırık şekline göre kırık sayısında farklılıklar vardı. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ayrıca Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testinde de 3B BT ile referans aksiyal-reformat koronal görüntüleri arasında lokalizasyonlarına ve özel kırık şekillerine göre kırık saptanmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p= 0.655$).

4.1.OLGU ÖRNEKLERİ

OLGU 1.



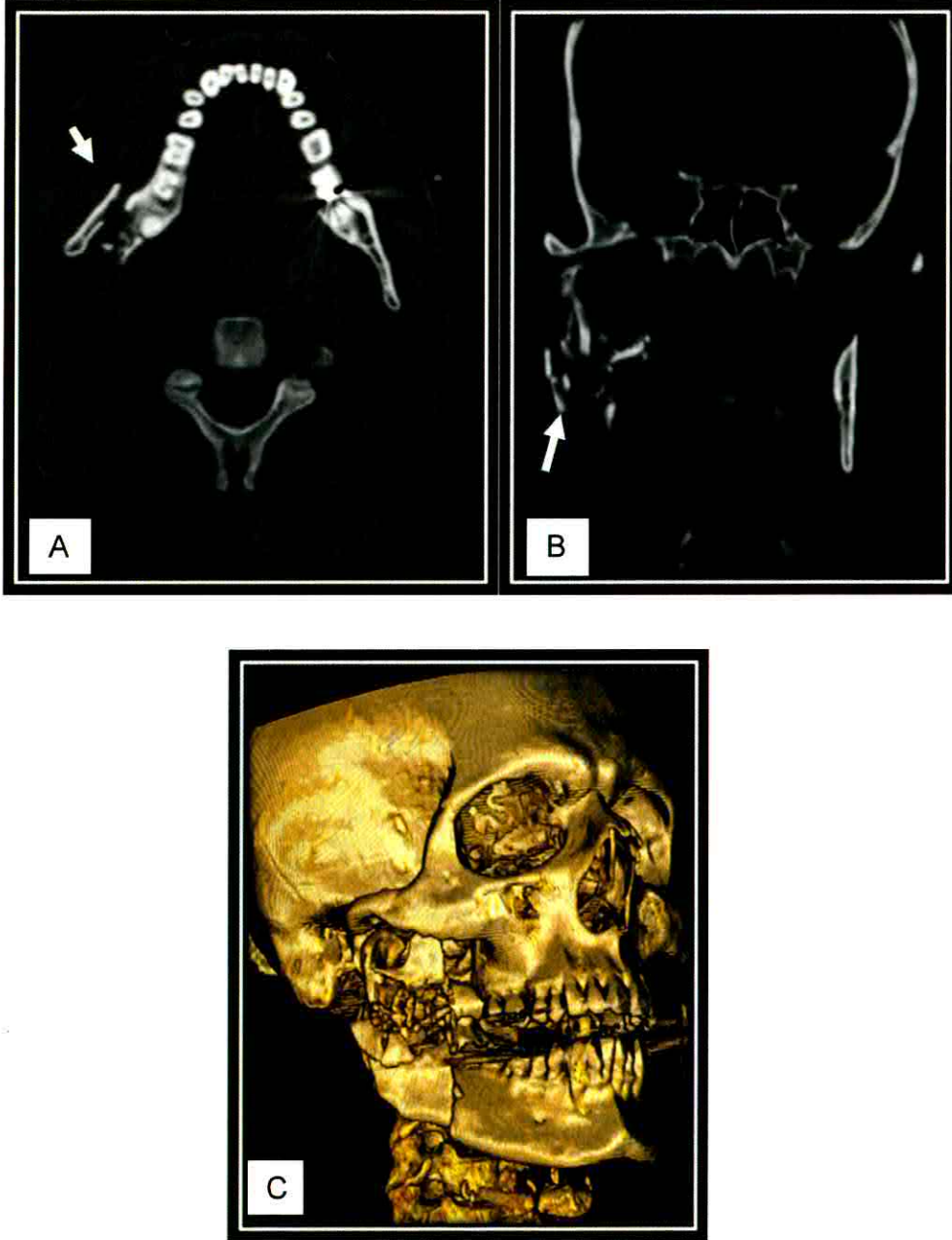
Şekil 8. Tripod kırığı. Aksiyal (A), reformat koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; sağ zigomatik kemiğin frontal ve maksiller kemikle olan bağlantısının kaybolduğu izlenmektedir. Ayrıca sağ zigomatik arkta da kırık hattı mevcuttur.

OLGU 2.



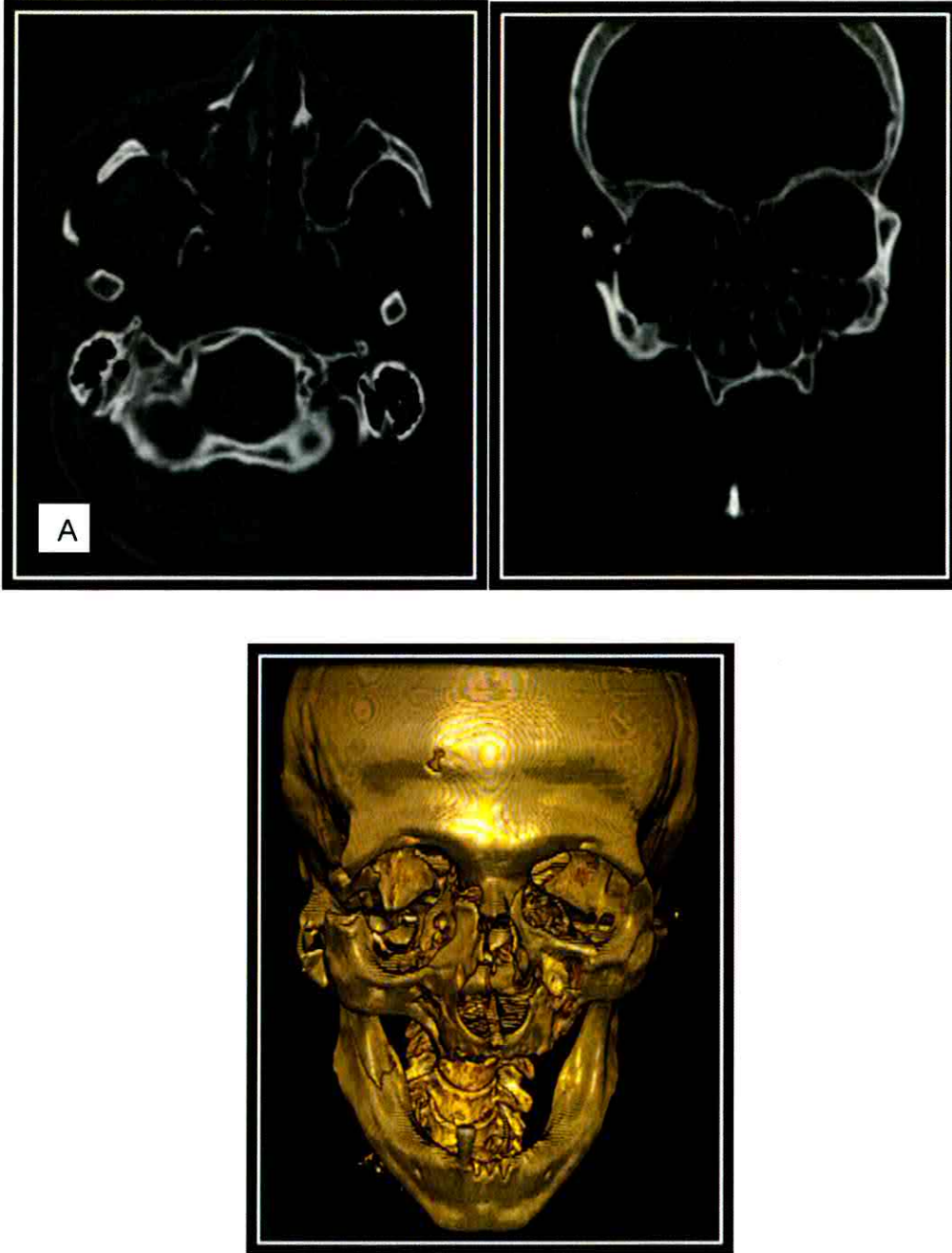
Şekil 9. Aksiyal (A), reformat Koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; mandibula sağ parasimfiziste içe deplase, lineer komplet fraktür hattı izlenmektedir

OLGU 3.



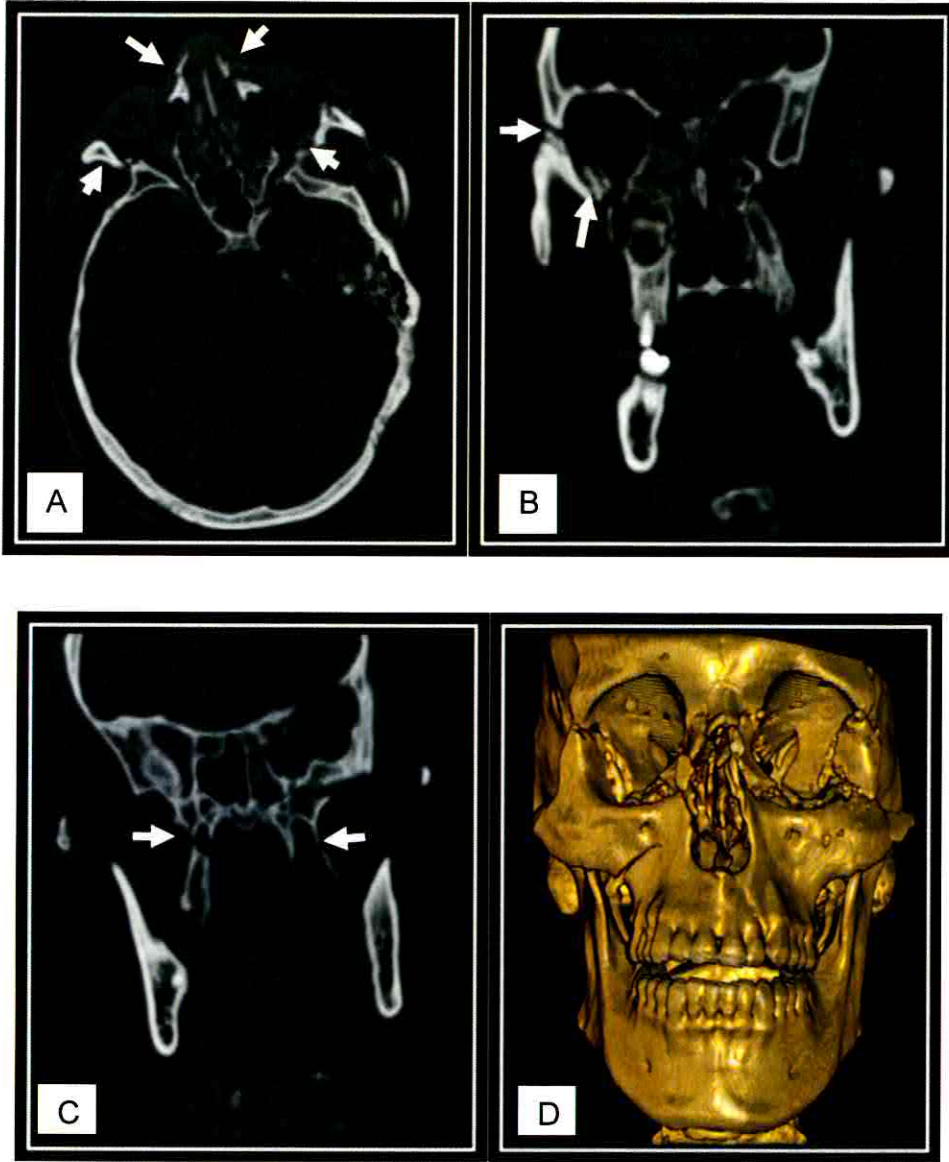
Şekil 10. Aksiyal (A), reformat koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; Mandibula sağ angulustan ramusa uzanan deplase parçalı fraktür hattı izlenmektedir

OLGU 4.



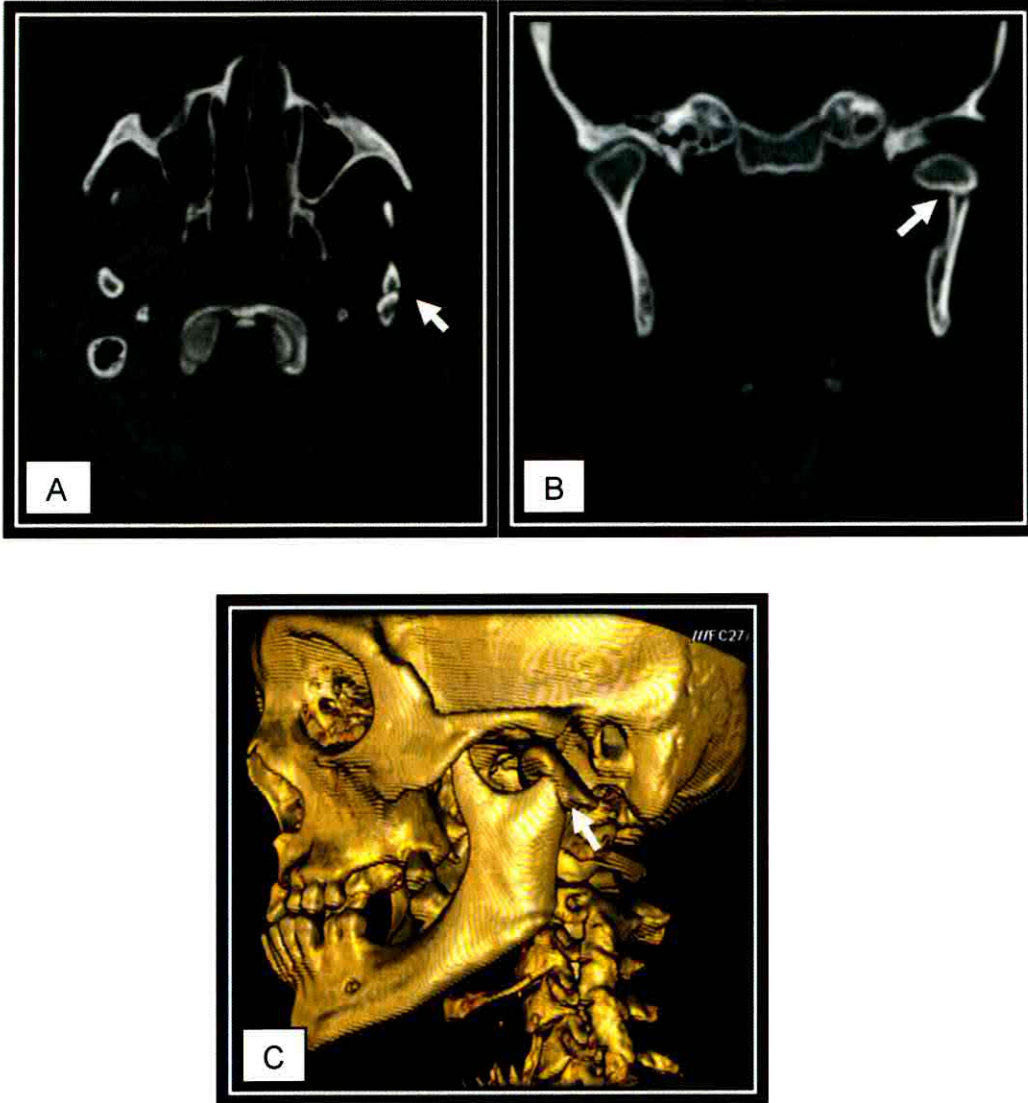
Şekil 11. Blow out kırığı. Aksiyal (A), reformat koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; orbita sağ lateral duvarında ve orbita tabanında komplet fraktür hatları ve retroorbital yağ dokusunun maksiller sinüs içerisine herniasyonu izlenmektedir.

OLGU 5.



Şekil 12. Bilateral Le Fort 2, sağ Le Fort 3 kırık. Aksiyal (A), reformat koronal (B, C) ve 3B BT (D) kesitlerinde; Bilateral nazal ve pterygoid kemikler ile lateral orbital duvarlarda ve sağ inferior orbital rimde komplet fraktür hatları izlenmektedir.

OLGU 6.



Şekil 13. Aksiyal (A), reformat koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; Mandibula sol kondilde lineer komplet fraktür hattı izlenmektedir.

OLGU 7.



Şekil 14. Blow out ve Tripod kırığı. Aksiyal (A), reformat koronal (B) ve 3B BT (C) kesitlerinde; Sol frontozigomatik sütürde, inferior orbital rimde ve zigomatik arkta lineer fraktür hattı ve retroorbital yağ dokusunun maksiller sinüs içerisine herniasyonu izlenmektedir.

5.TARTIŞMA

Maksillofasiyal kırıklar ciddi morbidite, fonksiyon ve estetik kaybı ile sonuçlanabilir (34). Travma sonrası tedavinin ana amacı yüz estetiğinin ve fonksiyonunun (çiğneme, konuşma, çift görmeyi engelleme için göz kürelerinin simetrik hareketi ve optimal pozisyonları) sağlanmasıdır (35).

Klinik değerlendirme yüz kırıklarının özelliklerini tam olarak ortaya koyamaz. Yüz ortasındaki derin yapılar fizik inceleme ile değerlendirilemez. Yumuşak dokuda şişme, laserasyonlar, sıyrıklar, ağrı ve mental durum değişiklikleri nedeniyle çoklu travmalı hastalarda yüz kırıklarının kesin değerlendirmesi güçtür.

Yüz kırıklarının tedavisi doğru ve kesin kırık tanısı konulmasıyla başlar. Yüz kırıklarını tanıyamamak ve bunun sonucunda tedavi eksikliği daha sonraki ikinci bir evrede düzeltilmesi güç, hatta imkansız kozmetik ve fonksiyonel komplikasyonların önemli bir nedenidir (35). Bu nedenle görüntümeden sağlanan bilgi hasarın yaygınlığını göstermede ve uygun tedavi yöntemini belirlemede çok kıymetlidir.

Yüze olan şiddetli travma radyolojik araştırma için önemli bir endikasyondur. Yüz hasarlarının radyolojik değerlendirmesi bu bölgenin karmaşık anatomisi ve ağır şekilde travmaya maruz kalan hastalarda yüksek kalitede görüntüler elde etmedeki güçlükler nedeni ile zor olabilir. Radyolojik görüntülemenin amacı kırıkların sayısını ve tam yerleşimlerini ortaya koymak, kemik fragmanlarının dislokasyonunu tespit etmek ve eşlik eden yumuşak doku komplikasyonlarını değerlendirmektir (36).

Maksillofasiyal yaralanmalarda gerek sert gerekse yumuşak dokulardan oluşan anatomik elemanlar 3 uzaysal planda gösterilmelidir. BT yüz kemiklerinde sert ve yumuşak dokuların bir arada gösterilmesini sağlayan ilk teknolojidir.

1980'lerin sonunda spiral BT teknolojisinin geliştirilmesiyle hızlı ve ince kesitler elde edilmesini sağlanmıştır. Spiral BT ile MPR 2B'lu ve 3B'lu rekonstrüksiyonlar yapılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte ağır maksillofasiyal travması olan hastalarda standart (3 mm kolimasyon ve 1:1 pitch ile elde edilen) spiral BT incelemesi ile primer olarak aksiyal planda oriente olan koronal MPR görüntüleri yüz kırıklarının değerlendirilmesi için yetersiz kalmıştır (36).

1990'lardan itibaren kullanılmaya başlayan çok kesitli BT, BT teknolojisinde önemli bir ilerleme sağlamıştır. Tarama zamanında anlamlı bir kısalma sağlanmış, veri elde etme ve işleme hızı çok artmıştır. İlgili hacim taranırken sürekli veri elde edilmesi ve arşivlenmesi sağlanmıştır. Bunun sonucunda geniş bir hacim yüksek görüntü kalitesi, ince kesitler ve düşük artefakt oluşumu ile kısa bir zamanda taranabilir hale gelmiştir. Veriler hacimsel elde edildiği için voksel boyutu izotropiktir, yani vokselin tüm 3 boyutunda eşittir (32). Hacimsel veri elde edilmesinin gelişmesiyle birlikte morfolojik olarak ayrıntılı 3B görüntüler elde edilebilmesi sağlanmıştır (37).

BT maksillofasiyal iskeletin tüm bölgelerindeki hasarın değerlendirilmesi için altın standart olmuştur. BT bulgularının cerrahi yaklaşımın önemli bir yol göstericisi olduğu konusunda görüş birliği vardır. BT, karmaşık yüz kırıklarının, özellikle de frontal sinüs, nazoetmoidal bölge ve orbitayı tutarlarda, seçilmesi gereken yöntemdir. BT sadece orbital rimdeki bozulmaya neden olan kırıkların tanımlanması için değil aynı zamanda orbital blow-out ve blow-in kırıklarındaki yumuşak doku tutulumu için de yüksek duyarlılığa sahiptir (37).

BT'nin en önemli avantajı elde edilen veri setinden MPR ve 3B rekonstrüksiyon yapılabilmesidir. MPR görüntülemenin potansiyeli koronal ya da sagittal olarak aksiyal kesite dik vertikal bir plandaki kırıkların daha iyi ortaya konmasıdır. Bu özellikle orbital çatı ve taban kırıklarının ortaya konmasında yararlıdır. MPR görüntüleri blow-out kırıklarında inferior rektus kasının herniasyonunu ve inkarserasyonunu da açıkça ortaya koyar. Yüz ortası kırıkları için koronal görüntüler özellikle maksilladaki hemen hemen dik olan yapılarıdaki yer değiştirmiş kemik parçalarının varlığını daha iyi gösterir ve evresini tanımlar (37).

3B BT rekonstrüksiyonlarının etkinliği ile ilgili bazı ilk çekincelere rağmen bu tekniğin klinik yararı son 20 yıldır araştırılmaya başlanmıştır. 3B rekonstrüksiyonlar tüm olgularda aksiyal ve MPR görüntülerdekenden daha çok kırık ortaya koymasalar da, 3B görüntülerin değerlendirilmesi olguların yaklaşık %75'inde kırık uzanımı, deplasman ve deplasman derecesi gibi yararlı bilgi sağlar ve yarısından fazlasında cerrahi planlamaya yardımcı olabilir. 3B BT karmaşık kırıklarda cerrahi planlamaya yardımcı olurken, orbital kırıkların ortaya konmasında parsiyel volüm etkilerine bağlı bazı kısıtlılıkları da vardır. Yakın zamanda Dos Santos ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada maksillofasiyal kırıkların tespitinde aralarında aksiyal, MPR, ve 3B formatların olduğu farklı BT protokollerinin geçerliliği değerlendirilmiş ve tüm 3 modalitenin kombinasyonunun diğer herhangi kombinasyondan anlamlı olarak yüksek duyarlılık (%95.8) ve özgüllük (%99) değerlerine

sahip olduğu bildirilmiştir. 3B BT kısıtlı deneyimi olan cerrahlara da başarısız bir konservatif tedavinin değerlendirilmesinde veya postoperatif takipte de yararlı görülmektedir (37).

Maksillofasiyal travma etyolojisinde trafik kazaları başta olmak üzere iş kazaları, darp, spor kazaları ve düşme rol oynamaktadır (1). Çeşitli yayınlarda fraktür sebebi olarak motorlu araç kazaları başta gösterilirken, kavga, düşme ve spor yaralanmaları bunu izlemektedir (38,39). Diğer birçok yayına göre ise ilk sırada darp, takiben trafik kazası ve yüksekten düşme en sık sebeplerdir (40,41,42). Bizim hastalarımızda da fraktür sebeplerinin sıklık sıralaması trafik kazası, yüksekten düşme ve darp şeklindeydi.

Frontal sinüs kırıkları tüm maksillofasiyal kırıkların %5-15'ini oluşturur (43,44). Frontal kemik kırıklarında frontal sinüs duvarları 3B BT aksiyel ve koronal görüntülerle birlikte değerlendirilmelidir (45). Çünkü 3B BT frontal sinüs posterior duvarını göstermede yetersizdir. Çalışmamızda frontal sinüs duvarlarında 3B BT ile aksiyel reformat görüntülerin uyumluluğu değerlendirilirken 3B BT frontal sinüs posterior duvarını göstermede yetersiz olduğundan incelemeye sadece anterior duvar dahil edildi. Frontal sinüs anterior duvarda 3B BT'nin kappa testine göre uyumluluğu iyi idi ($k=0.774$). 3B BT'nin bu lokalizasyonda kırık saptama duyarlılığı %66.6, özgüllüğü %95.6 bulunmuştur. Literatürde bu bölge ile ilgili çalışmalarda veri olmadığından sonuçlarımız karşılaştırılamamıştır. Ancak retrospektif olarak tekrar değerlendirdiğimizde 3B BT'de duyarlılığımızın düşük olmasının sebebi kırıkların non deplase, ince lineer hat şeklinde olmasından kaynaklanmaktadır.

Orbita blow-out kırıklarında koronal BT'de kırık düzlemine dik kesitler elde edildiği için daha başarılıdır. Aksiyel BT ise kesitler kırık düzlemine paralel olduğundan bu bölge kırıklarını kaçırarak yanlış negatif sonuç verebilir (46,47,48). MPR görüntüleri blow-out kırıklarında inferior rektus kasının herniasyonunu ve inkarserasyonunu da açıkça ortaya koyar (49). Çalışmamızda medial orbital rim, medial orbital duvar ve orbital çatı kırıklarında 3B BT'nin aksiyel-reformat koronal görüntülere uyumluluğu mükemmel iken ($k=1.000$), geri kalan bölgelerde uyumluluk çok iyi ve iyi uyumlu arasında değişmekteydi ($k=0.726-0.850$ arası). Ayrıca özel kırık şekline göre de blow out kırıklarında istatistiki bakımdan farklılık yoktu ($k=1.000$).

Aksiyel koronal reformat görüntülerin değerlendirilmesinde literatürle uyumlu olarak en çok kırığı anterior maksiler sinüs duvarı (18 kırık) ve inferior orbital rimde (17 kırık) tespit ettik. 3B BT'nin orbita bölgesinde kırık gösterme de duyarlılığı özellikle en çok kırık tespit

edilen inferior orbital rim bölgesinde %83.3, özgüllüğü %100 idi. Medial orbital rim, medial orbital duvar ve orbita çatısında ise %100 duyarlılık ve özgüllükle en iyi sonuçları elde ettik.

Cavalcanti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada orbita bölgesinde 3B BT' nin duyarlılığını %80.8, özgüllüğünü %94.9 bulmuşlardır (50). Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak orbita bölgesinde 3B BT' nin duyarlılığı %84.2, özgüllüğü %99.3 idi.

Literatürde maksillofasiyal travmalarda sıklık olarak ilk sırayı nazal fraktürler almaktadır (51). Nazal kemik kırıkları fizik muayene ile kolayca fark edilebilir. Bazı çalışmalarda radyolojik görüntülemenin genellikle gereksiz olduğu, sadece klinik tanıyı doğrulamak ve kırıkların deplasmanını göstermek için yapıldığı belirtilmiştir.(52). De Lecay ve arkadaşları 100 nazal travmalı hasta üzerinde yaptıkları çalışmada görüntülemenin gereksiz olduğunu yalnızca cerrahlar tarafından istenildiğinde yapılmasını söylemişler (53).

Mayer ve arkadaşlarına göre frontal ve nazal kemiklerin multipl kırıkları aksiyal görüntülerde izlenebilmektedir. Bununla birlikte parçalı kırıkların uzanımı 3B BT'de daha iyi gösterilmektedir. Bu görüntülerle her bir fragmanın boyut, şekil ve yer değiştirmesi açıkça ortaya konmaktadır (54). Çalışmamızda 3B BT' nin nazal kemik kırıklarında uyumluluğu iyi iken nazal septum kırıklarında orta düzeyde uyumlu idi. 3B BT' nin nazal kemikte duyarlılığı %78.6, özgüllüğü %94.4, nazal septumda duyarlılığı %33.3, özgüllüğü ise %100 idi. Literatürde bu bölge ile ilgili çalışmalarda veri olmadığından sonuçlarımızı karşılaştıramadık. Ancak 3B BT' de duyarlılığımızın düşük olmasının sebebi retrospektif olarak tekrar değerlendirdiğimizde kırıkların non deplase olmalarından ve nondeplase kırık hatlarını bu bölgedeki sütürlerle karıştırmış olmamızdan kaynaklanmaktadır.

BT, karmaşık yüz kırıklarının, özellikle nazoetmoidal bölgeyi tutanlarında, seçilmesi gereken yöntemdir (55). Çalışmamızda NOE bölgede 3B BT' nin uyumluluğu kırık sayısındaki farklılıklara rağmen iyi idi ($k=0.677$). 3B BT'nin bu bölge için duyarlılığı %58.3, özgüllüğü %100 idi. 3B BT' de duyarlılığımızın düşük olmasının sebebi retrospektif olarak tekrar değerlendirdiğimizde kırıkların non deplase ve ince hat şeklinde görünmelerinden kaynaklanmaktaydı. Literatürde bu bölge ile ilgili çalışmalar olmadığından sonuçlarımızla karşılaştırma yapamadık.

Maksilla kırıklarının ilk sınıflamasını 1901'de Le Fort yapmıştır. Le Fort, düşük süratli çarpma kuvvetleri uygulayarak yüzün zayıf hatlarını belirlemiş ve maksilla kırıklarını

sınıflandırmıştır.

Üç tip Le Fort kırığı vardır. Her Le Fort düzeyi izole bir kırığı değil, multiple fasiyal kemikleri tutan kırıkların oluşturduğu bir paterni tanımlar. Le Fort kırıklarının en tutarlı ve birleştirici özelliği bilateral pterigoid kırıkların varlığıdır. Pterigoid kırıklar her 3 Le Fort kırığı tipinde de bulunur ve tanının konmasında anahtardır. Eğer BT incelemesinde bilateral pterigoid kırığı görülürse bir Le Fort kırığı beklenmelidir. Tersine eğer BT incelemesinde pterigoid kırıklar yoksa Le Fort kırıkları dışlanabilir (2).

Her bir Le Fort kırığının en azından bir tane kendisine özgü kolaylıkla tanınabilen ve onu diğer Le Fort kırıklarından ayıran komponent kırığı vardır (2). Rheo ve Novelline yakın zamanda yüz kırıklarını tanımlamak ve sınıflandırmak için basit bir yöntem dizayn etmek amacıyla bu özgül tanımlayıcı kırıkları kullandılar (2). Le Fort I kırığı hemen maksiller alveolar prosesin üzerinde nazal fossanın anterolateral kenarını tutan tek kırıktır. Nazal fossanın bu anterolateral kenarındaki kırık koronal veya 3B görüntülerde kolaylıkla görülür. Eğer pterigoid prosesler kırıkta ve maksillanın bu parçası kırılmışsa bir Le Fort I kırığı olasılığı yüksektir. Nazal fossanın anterolateral kenarı sağlamıyorsa bir Le Fort I kırığı dışlanır. Le Fort II kırığı inferior orbital rimi tutan tek kırıktır. Inferior orbital rim yüzün koronal veya 3B BT görüntülerinde kolaylıkla görülür. Eğer pterigoid prosesler kırıkta ve inferior orbital rim de kırıkta olasılıkla bir Le Fort II kırığı vardır. Inferior orbital rim sağlamıyorsa bir Le Fort II kırığı dışlanır. Le Fort III kırığı zigomatik arkı tutan tek kırıktır. Zigomatik ark aksiyal veya 3B BT görüntülerinde kolaylıkla görülür. Eğer pterigoid prosesler kırıkta ve zigomatik ark da kırıkta olasılıkla bir Le Fort III kırığı vardır. Zigomatik ark sağlamıyorsa bir Le Fort III kırığı dışlanır (2).

Çalışmamızda 3B BT' nin referans aksiyal ve reformat koronal BT bulguları ile uyumluluğu anterior maksiller duvarda çok iyi ($k=0.822$) iken lateral maksiller duvarda ise iyi ($k=0.646$) bulunmuştur. Calvacanti ve arkadaşları yaptıkları çalışmada maksiller destek bölgesinde 3B BT' nin duyarlılığını %70.7, özgüllüğünü %98.1 bulmuşlardır (56). Literatürle uyumlu olarak bizim çalışmamızda da maksiller bölgede 3B BT' nin duyarlılığı %76.9, özgüllüğü %88 idi. Özel kırık şekline göre yapılan uyumluluk karşılaştırmasında 3B BT' nin Le Fort bölgesi kırıklarda aksiyal reformat koronal BT bulguları ile uyumluluğu mükemmel iken duyarlılık ve özgüllüğü %100 idi.

Zigomatikomaksiller kompleks (=tripod) kırıklarında rekonstrüksiyonun amacı malar

çıkıntının yükseklik, genişlik ve çıkıntılarının tekrar sağlanmasıdır. Kırık deplasmanın ve parçalanmasının derecesi onarım için gereken cerrahi ekspozurun genişliğini belirler. BT kırık uzanım, deplasman ve parçalanmasını net şekilde ortaya koyar. Literatürde tripod ve zigomatik ark kırıklarında 3B görüntülere frontal ve submental düzlemde açı verildiğinde faydalı olduğu bildirilmiştir (56).

Cavalcanti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada zigomatikomaksiller bölgedeki kırıkları göstermede 3B BT nin duyarlılığı %90.5, özgüllüğü %100 idi (53). Çalışmamızda 3B BT' nin uyumluluğu zigoma için orta düzeyde iken ($k=0.545$) zigomatik ark için iyi denilecek düzeydeydi ($k=0.797$). Zigomatikomandibuler bölgede 3B BT'nin uyumluluğu ise belirgin zayıf idi ($k < 0.01$). 3B BT' nin zigomadaki kırıkları tespit etmede duyarlılığı %60, özgüllüğü %100, zigomatik arktaki kırıklarda duyarlılığı %75, özgüllüğü ise %93.7 idi. Literatürle karşılaştırdığımızda 3B BT' de ki duyarlılığımız belirgin düşüktü. Düşük olmasının nedeni retrospektif olarak tekrar değerlendirdiğimizde bu bölgedeki kırıkların bir kısmının sütürlerde özellikle zigomatikomaksiller sütürde hafif açılma şeklinde olması ve uygun renk kodlaması yapılmadan gösterilememesinden kaynaklanmaktaydı.

Pterigoid plate ve lateral maksiller duvar pterigomaksiller destek bölgesini oluşturmaktadır. 3B BT pterigoid process kırıklarını iyi bir açı verilmezse kaçırabilir. Bu nedenle bu bölge kırıklarını göstermek için aksiyel ve koronal BT vazgeçilmezdir. 3B BT ve multiplanar görüntüler birlikte değerlendirilebilir (54,57,58). Bizim çalışmamızda bu bölgede 3B BT' nin uyumluluğu iyi ($k=0.614$) iken kırık gösterme duyarlılığımız % 81.8, özgüllüğümüz %100 idi. Literatürde bu bölge ile ilgili yapılan çalışmalarda veri olmadığından sonuçlarımızı karşılaştıramadık.

Çeşitli çalışmalarda mandibula bölgesinde angulus kırıkları en sık görülen kırıklar olarak rapor edilmiştir (59,60). Hall ve Ofodile ise korpus kırıklarının en sık olduğunu savunmaktadır (61). Öte yandan Vetter ve arkadaşları kırıkların en sık görüldüğü bölgenin simfisis olduğunu rapor etmiştir (51). Bizim hastalarımızda en sık fraktür görülen bölgeler sırasıyla; kondil (10 kırık) ve parasimfisis (6 kırık) olarak tespit edildi.

Kırıklar panoramik tomografide şüpheli olabilir ya da görülmeyebilir. Tam değerlendirme için eğik panoramik görüntüye dik grafipler gerekir. Bu grafiplerde mandibuler kondil değerlendirilir, ancak her zaman açık olarak görülmez. BT deplase olmayan kırıkları

göstermede gerekebilir. BT görüntüleme değerlendirmesi aksiyal MPR görüntüler mandibula korpusu planı boyunca (anteriora doğru inen bir pozisyonda) elde edildiğinde daha yararlıdır. Koronal görüntüler ramus ve kondilin uzanımı boyunca hafif posteriora açılarak alınmalıdır. Sagittal görüntüler mandibula kondil aksına dik olacak şekilde anterior oblik planda elde edilmelidir. Bazı çalışmacılar koronal BT' lere ek olarak kondil kırıklarında OPG (ortoporamik grafi) de eklenmesini savunmaktadırlar (48).

Mandibula simfizis bölgesindeki kırıkların tanısını koymada aksiyal BT, OPG' e göre daha duyarlıdır (50,55). Koronal ve aksiyal 2B BT tanı için yeterli olup 3B BT tedavi planlanmasında yardımcıdır. İyi bir açı ile 3B BT ile simfizis kırıkları gösterilebilir ve kırık hattını, boyutunu ve yaygınlığını, eğer kondil deplase ise derecesini, deplasman yönünü uzaysal olarak görüntüleme imkanı sunar (49). Frontal, anterolateral, posterolateral, inferior ve oblik açılarda mandibula kırıkları 3B BT ile iyi gösterilmektedir.

Mandibula kondil kırıklarının 2B ve 3B BT ile değerlendirildiği bir çalışmada kondil fraktürlerini tanısında anatomik lokalizasyonu belirlemedeki duyarlılık ve özgüllük 2B BT için sırasıyla %100 ve %94 iken, 3B BT için ise duyarlılık ve özgüllük %100 bulundu. Lezyonların anatomik lokalizasyonlarında 3B BT'nin hafif bir avantajı vardı. 3B BT ile farklı segmentleri ve pozisyonları izleyebilmek bu yöntemin avantajlarıydı (59).

Çalışmamızda 3B BT'nin aksiyal ve reformat koronal BT bulguları ile uyumluluğu karşılaştırıldığında en kötü sonuçlar mandibula korpus ($k < 0.01$) ve angulusta ($k=0.223$) elde edildi. Bu iki bölgede 3B BT' de sağ yerleşimli 1' er adet kırığı tespit edemedik. Bu iki kırığı tespit edememizin nedeni bu bölgedeki kırıkların nondeplase ve ince lineer hat şeklinde görünmelerinden kaynaklanmaktaydı. 3B BT' nin diğer bölgelerdeki uyumluluğu ise mükemmel idi ($k=1.000$).

Costa ve arkadaşları 2B BT görüntülerinin mandibuler kondil kırıklarında benzer bulgular tespit ederken, 3B BT nin cerrahi planlamada yardımcı olarak önemli bilgi sağladığını bildirdiler ve bu yöntemin önemini vurguladılar. 3B-BT'nin kemik fragmanlarının pozisyon ve deplasmanın ve de parçalanmasının değerlendirilmesinde sırasıyla medial, lateral ve anterior deplasmanların tespit edilmesindeki duyarlılığı sırasıyla % 42, 52 ve 80'den %100, 75 ve 90'a çıkardığına karar verdiler (37). Bizim çalışmamızda literatürle uygun olarak özellikle kondil kırıklarını tespit etmede 3B BT' nin duyarlılığı ve özgüllüğü %100 iken tüm mandibular bölge kırıkları için duyarlılığı %92.8, özgüllüğü %100 idi.

Maksillofasiyal travmalarda 3B BT son yıllarda yaygın kullanılmaktadır (53,59). Kafada maksillofasiyal travmalardan başka baş-boyun tümörlerinin değerlendirilmesinde, mandibular ve maksiller diğer patolojilerde de 3B BT' den yararlanılmaktadır (43,51,52). Kraniofasiyal deformiteler, servikal vertebra travmaları da 3B BT'nin uygulanabileceği diğer alanlardır.

Konvansiyonel radyogramlar ve aksiyal BT zaman zaman travmanın boyutunu tam olarak vermemektedir, bunda teknik ve yorumlama faktörleri rol oynamaktadır. Ancak bu aşamada 3B BT ile kemiğin boşluktaki durumu ve hatta travmanın mekanizması anlaşılabilir.

3B görüntüler yer değiştiren ve kompleks fraktürlerin gösterilmesinde yararlı olabilir (62). Yapılan çalışmalarda yüzün orta ve zigomatiko maksiller bölgedeki kompleks fraktürlerin değerlendirmesinde 3B BT'nin değerli olduğu bulunmuştur (63,64). Karmaşık anatomik yapıya sahip olan maksillofasiyal bölgede kırıkların üç boyutlu olarak görüntülenmesi kesitsel görüntülerde izlenen, fakat uzanımları net değerlendirilemeyen kırıkların uzaysal gösterimini ve doğru kırık tiplendirmesini sağlamaktadır. Kesitsel görüntülere aşina olmayan klinisyenlerin kırıkları üç boyutlu olarak izleyebilmeleri hem daha iyi lezyon oryantasyonunu hem de cerrahi planlamayı sağlamaktadır.

Hessel 3B görüntülerin özellikle nazoetmoidal bölgede cerrahi prosedürün değişmesine ve iptaline neden olduğunu göstermiştir (65). 3B görüntüler klinisyenlere kemiği, kırığın lokalizasyonunu, yer değiştirdiği yönün lokalizasyonunu, kırık parçalarının sayısını, çok daha iyi gösterir. Buna rağmen 3B görüntüler orbita tabanındaki ve maksilla duvarındaki izole fraktürleri tek bir planda gözden kaçırabilir ve tek başına kullanıldığında yanlış negatif sonuçlar verebilir (63,66). Bu nedenle 3B görüntüler MPR görüntüleri ile birlikte kullanıldığında tamamlayıcı olarak önemli bilgiler verebilir.

Reubon ve arkadaşları yaptıkları çalışmada maksillofasiyal kırıkları hem direkt grafi, hem konvansiyonel BT hem de 3B BT ile değerlendirmişler ve bunların hepsinin farklı aşamalarda katkı sağladığını göstermişlerdir (67). Radyolog olmayan hekimlerin aynı kırıkları değerlendirmesinde 3B BT' de % 75.7, direkt grafide % 71.5, konvansiyonel BT' de % 64.7 doğru tanıya ulaşılmıştır. 3B görüntüleme diğer iki yöntemle göre daha yüksek performans sağlamıştır.

Çeşitli çalışmalarda 3B görüntülerin rezolusyonunun aksiyal veya koronal görüntülerinki kadar iyi olmamasının bir dezavantaj olduğu bildirilmektedir (61). Ancak helikal tarama ve yüksek rezolüsyonlu 3B görüntülerin özellikle çok küçük kemik yapıların (örneğin labirent) dahi iyi görülmesine olanak tanıdığı son yayınlarda vurgulanmaktadır (43,68). 3B görüntüler orjinal 2B görüntülerindeki verilerden oluşturulmakta ve oluşturulurken bir miktarda veri kaybı olmaktadır. Bu yüzden yeni bilgiler sunmamakta hatta artefakt oluşturmaktadır. Sütür ve kırık hatlarının ayrımı ve yanlış pozitifliği dışlamak için 3B rekonstrüksiyon uygun açı verilerek yapılmalıdır (66).

3B görüntüler sadece yüz mimarisi hakkında bilgi vermektedir. Yağ ve kas sıkışması, ensefalosel, hematoma ve eşlik eden yaralanmaları radyolojik olarak değerlendirmede yumuşak doku penceresindeki 2B BT ile mümkün olmaktadır.

Kesitsel görüntülere aşina olmayan cerrahlar tedavi planlamasında 3B görüntülemeyi 2B BT' e göre daha çok tercih etmektedirler. Buna rağmen deneyimli radyologlar 2B BT' nin 3B BT' den daha iyi olduğunu söylemekte ve daha çok tercih etmektedirler (68).

3B görüntüleme hastalarda ek bir tarama ve radyasyona neden olmamaktadır. Ancak hasta için ek bir risk ve götürüsü olmamasına rağmen radyolog için zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.

MPR ve 3 boyutlu görüntüler bilgisayar teknolojisinde son zamanlardaki gelişmelerle birlikte radyologların volümetrik detayı hızlı bir şekilde görmesine, manipule etmesine ve işlemesine izin vermektedir. Yakın bir gelecekte preoperatif olarak 3B görüntülerin üzerinde simülasyon yapabilecek bilgisayar teknolojisininin gelişebileceği tahmin edilmektedir.

Değişik tip travmalardan seçtiğimiz sınırlı sayıda olgular 3B BT'nin diğer tekniklere üstün olup olmadığını göstermek için yeterli değildir. Ancak çalışmamızdan çıkan sonuç bu tekniklerin birbirinin tamamlayıcısı olduğudur. Sonuç olarak 3B BT'nin özellikle görsel etkinliğinin fazla olmasının maksillofasyal travmalı hastalarda diğer konvansiyonel tekniklerle kombine edilerek cerrahi öncesi cerraha daha iyi bilgi vereceği kanısındayız.

6. SONUÇLAR

1. 3B görüntüler kırıkların uzanımlarını, şekillerini, deplasmanlarını bir bütün olarak gösterir.
2. Çalışmamızda maksillofasiyal kırıkların gösterilmesinde genel olarak 3B BT'nin duyarlılığı %80.1, özgüllüğü %98.1 bulunmuştur.
3. 3B görüntüler mandibular ve Le Fort kırıkları göstermede en yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip bulunmuştur. Bu nedenle 3B görüntüleme bu kırıkların gösterilmesinde yararlıdır. Özellikle Le Fort kırıklarında kırık uzanımının 3B takip edilmesi kırık sınıflandırılmasında yararlıdır.
4. 3B görüntüler elde edildikleri kesitsel görüntülere göre fazladan bilgi içermez. 3B görüntüleme özellikle kesitsel görüntülemelere aşına olmayan klinisyenlere uzaysal canlandırma açısından yararlı olur. Radyologlar açısından ise 3B yaralanmayı genel olarak görmek için kullanabilir.
5. 3B görüntüleri aksiyal ve koronal reformat görüntülerle birlikte değerlendirmek yüksek doğru sonucu verecektir.
6. Ek bir zaman ve X-ışını dozu gerektirmeyen 3B görüntüleme maksillofasiyal travmaların tanısında rutin kullanılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Çelik O, Yalçın Ş, Yanık H, Kaygusuz İ, Karlıdağ T, Susaman N. Maksillofasiyal fraktürler: 268 olgunun retrospektif analizi. KBB ve Baş ve Boyun Cerrahisi Dergisi 1997;5:127-31
2. Rhea JT, Novelline RA. How to simplify the CT diagnosis of Le Fort Fractures. AJR 2005; 184:1700-5
3. Tan L, Bailey B. Fractures of the frontal sinus. In: Bailey B, Johnson J, Neulands S, Editors. Head & Neck Surgery-Otolaryngology.Vol.1.4th Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.P.1009-15
4. Wilson BC, Davidson B, Corey JP, Haydon RC. Comparison of complications following frontal sinus fractures managed with exploration with or without obliteration over 10 years. Laryngoscope. 1988; 98:516-20.
5. Wallis A, Donald PJ. Frontal sinus fractures: a review of 72 cases. Laryngoscope 1988; 98:593-8.
6. Gossman DG, Archer SM, Arosarena O. Management of frontal sinus fractures: a review of 96 cases. Laryngoscope 2006;116:1357-62.
7. Gerbino G, Roccia F, Benech A, Caldarelli C. Analysis of 158 frontal sinus fractures: current surgical management and complications. J Craniomaxillofac Surg 2000; 28:133-9.
8. Luce EA. Frontal sinus fractures: guidelines to management. Plast Reconstr Surg. 1987 ;80:500-10.
9. Linnau KF, Stanley RB Jr, Hallam DK, Gross JA, Mann FA. Imaging of high-energy midfacial trauma: what the surgeon needs to know. Eur J Radiol 2003; 48:17-32.
10. Lawson W, Editors. Surgery Of The Paranasal Sinuses 2nd Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company ; 1991.P.183-218
11. Stanley R. Maxillofacial Trauma. In. Cummings Cw, Editor. Otolaryngology Head And Neck Surgery. Vol. 1. 3rd Edition.St.Louis (Mo): Cv Mosby; 1996.P.453-85
12. Stanley R. Treatment Of Orbito Zygomatic Fractures. In: Papel I, Editor. Facial Plastic And Reconstructive Surgery. 2nd Edition. New York: Thieme Medical Publishing 2002.P.738-46
13. Stack Bc. Ruggiero Fb.Maxillary And Periorbital Fractures. In: Bailey Bj, Johnson Jt,Neulands S, Editors. Head&Neck Surgery Otolaryngology. Vol. 1. 4th Edition. Philadelphia. Lippincott Williams, Wilkins,2006.P.975-93

14. Fraioli RE, Branstetter BF, Deleyiannis FW. Facial fractures: beyond Le Fort. *Otolaryngol Clin North Am* 2008; 41:51-76.
15. Hartstein ME, Roper- Hall G. Update on orbital floor fractures: indications and timing for repair. *Facial Plast Surg* 2000; 16:95-106
16. Connor SEJ, Chaudhary N. Imaging of maxillofacial and skull base trauma. *Imaging* 2007; 19(1):71-82.
17. Dingman RO, Natvig P. *Surgery of Facial Fractures*. Philadelphia: WB Saunders; 1964:142–45
18. Flohr TG, Schaller S, Stierstorfer K, Bruder H, Ohnesorge, U, Schoepf UJ. Multi-detector row CT systems and image-reconstruction techniques. *Radiology* 2005; 235: 756-73
19. Saito Y. Multislice X-ray CT scanner. *Medical Review* 1998;66:1-8
20. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fétita C, Prêteux F, Brauner MW, Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol* 2002; 12:1022-44.
21. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidedector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000; 215:55-62
22. Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row dedector. *Radiographics* 2002; 22:949-62.
23. Wintermark M, Poletti PA, Becker CD, Schnyder P. Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency enviroment. *Eur Radiol* 2002; 12:959-68.
24. Kato Y, Nair S, Sano H, et al. Multi-slice 3D- CTA- An improvement over single slice helical CTA for cerebral aneurysms. *Acta Neurochir* 2002; 144:715-22.
25. Laghi A, Iannaccone R, Catalano C, Passariello R. Multislice spiral computed tomography angiography of mesenteric arteries. *Lancet* 2001; 358: 638-9.
26. Prokop M. Multislice CT angiography. *Eur J Radiol* 2000; 36:86-96.
27. Murakami T, Kim T, Takamura M, et al. Hypervascular hepatocellular carcinoma: detection with double arterial phase multi-dedector row helical CT. *Radiology* 2001; 218:763-7.
28. Thaller SR. Management of mandibular fractures. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1994; 120:44-8.
29. Tuncalı D, Barutcu AY, Gürcan A. Mandibula fraktürlerinde etyoloji ile kırık bölgesi arasındaki ilişki. *Kulak Burun Boğaz İhtisas Derg* 2005; 14:25-8.

30. Kalender WA, Prokop M. 3D CT angiography. *Crit Rev Diagn Imaging* 2001; 42:1-28.
31. Galanski M, Prokop M, Van der Mole. *Spiral and Multislice CT of the Body. Part 3: Image processing and display.* 1st ed. Stuttgart, Thieme, 2003; 46-82.
32. Baykal B, Oyar O. *Bilgisayarlı Tomografi Fiziği.* In: Oyar O, Gülsoy UK (ed.). *Tıbbi Görüntüleme Fiziği*, 1. baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevi: 2003; 235-276.
33. Dawson-Saunders B, Trapp Robert G., *Basic & Clinical Biostatistics*, London, 1994;32-33, 116
34. Boeddinghaus R, Whyte A. Current concepts in maxillofacial imaging. *Eur J Radiol* 2008; 66:396-418
35. Stranc MF, Robertson GA. A classification of injuries of the nasal skeleton. *Ann Plast Surg* 1979; 2:468-74
36. Salvolini U. Traumatic injuries: imaging of facial injuries. *Eur Radiol* 2002; 12:1253-61
37. Scarfe WC. Imaging of maxillofacial trauma: evaluations and emerging revolutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100:S75-96.
38. Hussain K, Wijetunge DB, Grubnic S, Jackson IT. A comprehensive analysis of cranifacial trauma. *J Trauma* 1994; 36: 34-47.
39. Cabrini Gabrielli MA, Real Gabrielli MF, Marcantonio E, Hochuli-Vieira E. Fixation of mandibular fracture with 2.0-mm miniplates: review of 191 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61:430-6.
40. Rix L, Stevenson AR, Punnia-Moorthy A. An analysis of 80 cases of mandibular fractures treated with miniplate osteosynthesis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1991; 20: 337-41.
41. DeMarino DP, Steiner E, Poster RB, et al. Three-dimensional computed tomography in maxillofacial trauma. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 112:146-50.
42. Kriedman M., Mafee M. Ray C, Venkatesan TK. Three-dimensional imaging for evaluation of head and neck tumors. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1993; 119:601-7.
43. Ohashi M. Miyashita S. Experience with the helical scan method using the Xpress in ENT examinations. *Toshiba Med Rev* 1993; 44:30-7.
44. Suto Y. Three-dimensional display of clinical images-theory and applications. *Medical Review* 1992; 39:27-38.

45. Kreipke DL, Moss JJ, Franco JM, et al. Computed tomography and thin-section tomography in facial trauma. *AJR Am J Roentgenol* 1984;142:1041-45.
46. Markowitz BL, Sinow JD, Kawamoto HK, Jr, et al. Prospective comparison of axial computed tomography and standard and panoramic radiographs in the diagnosis of mandibular fractures. *Ann Plast Surg* 1999;42:163-9.
47. Meyer C, Wilk A, Rosenstiel M, et al. The value of 3-dimensional computed tomography in the preoperative evaluation of mandibular condyle fractures. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1995; 96:304-9.
48. Wilson IF, Lokeh A, Benjamin CI, et al. Contribution of conventional axial computed tomography (nonhelical), in conjunction with panoramic tomography (zonography) in evaluating mandibular fractures. *Ann Plast Surg* 2000;45:415-21.
49. Wilson IF, Lokeh A, Benjamin CI, et al. Prospective compare Three-Dimensional CT In Maxillofacial Surgery / Klenk and Kovacs 849 son of panoramic tomography (zonography) and helical computed tomography in the diagnosis and operative management of mandibular fractures. *Plast Reconstr Surg* 2001;107: 1369-1375
50. Cavalcanti MGP, Panella J, Santos DT, Vannier MW, Costa e Silva APA. Interpretation of craniofacial fractures using multislice CT: establishing a protocol. *International Congress Series* 2004; 1268:1215-9.
51. King JM, Caldarelli DD, Petasnick JP. Denta Scan: a new diagnostic method for evaluating mandibular and maxillary pathology. *Laryngoscope* 1992; 102:379-87.
52. Schellas KP, Deep ME, Wilkes CH, et al. Three-dimensional computed tomography in maxillofacial surgical planning. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998, 114:438-42.
53. Suojanen JN, Mukherji SK, Dupuy DE, Takahashi JH, Costello P. Spiral CT in evaluation of head and neck lesions: work in progress. *Radiology* 1992; 183: 281-3.
54. Mayer JS, Wainwright DJ, Yeakley JW, et al. The role of three dimensional computed tomography in the management of maxillofacial trauma. *J Trauma* 1988;28:1043-53.
55. Koch R, Horasono M. aesthetic facial analysis. In: *Facial plastic and reconstructive surgery*. 2nd. Edition. new York: thieme; 2002.p.135-44
56. Passeri LA, Ellis E, Sinn DP. Complications of non-rigid fixation of mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 1993 ;51: 382-4.
57. Furst G, Reinert S, Passelk C, et al. The value of 2- and 3-dimensional computed tomography in the diagnosis and classification of midfacial and orbital fractures. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl* 1992;80:199-207.

- 58.** Fox LA, Vannier MW, West OC, et al. Diagnostic performance of CT, MPR and 3DCT imaging in maxillofacial trauma. *Comput Med Imaging Graph* 1995;19:385-95.
- 59.** Cabrini Gabrielli MA, Real Gabrielli MF, Marcantonio E, Hochuli-Vieira E. Fixation of mandibular fractures with 2.0-mm miniplates: review of 191 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61:430-6.
- 60.** Rix L, Stevenson AR, Punnia-Moorthy A. An analysis of 80 cases of mandibular fractures treated with miniplate osteosynthesis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1991; 20 (6): 337-341.
- 61.** De Marino DP, Steiner E, Poster RB, et al. Three-dimensional computed tomography in maxillofacial trauma. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 112:146-50
- 62.** Gürcan B, Özçelik T, Özgirgin N ve ark. Maksillofasiyal kırıklı hastalara yaklaşımımız. 24. Ulusal Türk Otolarengoloji ve Baş-Boyun Cerrahisi Kongre Kitabı; 23-27 Eylül 1997; Antalya, Türkiye. İstanbul: 1998 s. 423-6.
- 63.** Tanaka N, Tomitsuka K, Shionoya K, et al. A etiology of maxillofacial fracture. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1994; 32:19-23.
- 64.** Matthew IR, Frame JW. Policy of consultant oral and maxillofacial surgeons towards removal of miniplate components after jaw fracture fixation: pilot study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1999; 37:110-2.
- 65.** Ozgenel GY, Bayraktar A, Ozbek S, Akin S, Kahveci R, Ozcan M. A retrospective analysis of 204 mandibular fractures. [Article in Turkish] *Ulus Travma Derg* 2004;10:47-50.
- 66.** Islamoglu K, Coskunfirat OK, Tetik G, Ozgentas HE. Complications and removal rates of miniplates and screws used for maxillofacial fractures. *Ann Plast Surg* 2002; 48:265-8.
- 67.** Alataş N, Ünal F, Sennaroğlu L ve ark. Maksillofasiyal kırıklarda tedavi. In: Kaytaz A, editör. 24. Ulusal Türk Otolarengoloji ve Baş-Boyun Cerrahisi Kongre Kitabı; 23-27 Eylül 1997; Antalya, Türkiye. İstanbul: 1998. s.49-52.
- 68.** Saigal K, Winokur RS, Finden S, Taub D, Pribitkin E. Use of three-dimensional computerized tomography reconstruction in complex facial trauma. *Facial Plast Surg.* 2005 Aug;21(3):214-20

