

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ, DİŞ ve ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**GASTRİK BYPASS veya SLEEVE GASTREKTOMİ
OPERASYONU GEÇİRMİŞ BİREYLERİN ÇENE KEMİĞİ
DANSİTELERİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ YÖNTEMİ İLE RETROSPEKTİF OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

BÜŞRA KARAKÖSE

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. ALPER SİNDEL

2024-ANTALYA

ONAY SAYFASI

Büşra KARAKÖSE tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile Akdeniz Üni. Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir. **30/12/2021**

İmza

Üye

: Prof. Dr. Göksel ŞİMŞEK KAYA

Akdeniz Ün. Diş Hek. Fak. Ağız, Diş ve Çene Cerrah.AD

Üye

: Doç. Dr. Alper SİNDEL

Akdeniz Ün. Diş Hek. Fak. Ağız, Diş ve Çene Cerrah.AD

Üye

: Doç. Dr. Mehmet Ali ALTAY

Akdeniz Ün. Diş Hek. Fak. Ağız, Diş ve Çene Cerrah.AD

Bu tez,/...../..... tarih ve/..... sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği

Fakültesi Kurum

Yönetici

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Büşra KARAKÖSE

İmza

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada gastrik bypass veya sleeve gastrektomi operasyonu geçirmiş bireylerin, sistemik hastalığı bulunmayan sağlıklı kontrol grubuna göre çene kemiği yoğunluğu değişiminin konik ışınlı bilgisayarlı tomografi yardımıyla retrospektif olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Tam kafa konik ışınlı bilgisayarlı tomografi çektirmiş 20 hastada (10 bariatrik cerrahi geçirmiş, 10 kontrol grubu hastası) mandibulada radyomorfometrik indeks ölçümü, her iki tarafta maksilla, mandibula ve kondilde HU değeri ölçümleri yapılmış ve kıyaslanmıştır.

Bulgular: Bariatrik cerrahi geçiren bireylerin HU değeri ölçümleri özellikle spongios kemik içeriği daha yüksek olan sağ maksilla ($p<0,0001$), sol maksilla ($p=0,001$) ve sağ kondilde (0,052) kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Sol kondil, sağ ve sol mandibulada HU değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Radyomorfometrik indeks ölçümlerinde ise osteoporoz yönünde anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Sonuç: Bariatrik cerrahi geçirmiş hastaların çene kemiklerindeki osteoporotik değişikliklerinin kemiğin ihtiva ettiği mineral oranına ve trabekül yoğunluğuna göre farklı bölgelerde farklı oranlarda geliştiği sonucuna varılmıştır. KIBT bu değişiklikleri değerlendirmek için bir seçenek olabilir.

Anahtar Kelimeler: bariatrik cerrahi, KIBT, osteoporoz,

ABSTRACT

Objective: This study aimed to retrospectively evaluate the jaw bone density change of individuals who underwent gastric bypass or sleeve gastrectomy, compared to the healthy control group without systemic disease, with the help of cone beam computed tomography.

Method: Radiomorphometric index measurement in the mandible and HU value measurements in the maxilla, mandible and condyle on both sides were performed and compared in 20 patients (10 who had bariatric surgery and 10 control group patients) who had full-head cone beam computed tomography.

Results: HU value measurements of individuals who underwent bariatric surgery were found to be lower than the control group, especially in the right maxilla ($p<0.0001$), left maxilla ($p=0.001$) and right condyle (0.052), which have higher cancellous bone content. No significant difference was found between HU values in the left condyle, right and left mandible. There was no significant difference in the direction of osteoporosis in radiomorphometric index measurements.

Conclusion: It has been concluded that osteoporotic changes in the jaw bones of patients who have undergone bariatric surgery develop at different rates in different regions, depending on the mineral content of the bone and trabecular density. CBCT may be an option to evaluate these changes.

Key words: bariatric surgery, CBCT, osteoporosis

İÇİNDEKİLER

<i>İmza</i>	2
ETİK BEYAN	3
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER	ix
TABLolar	x
GRAFİKLER	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Obezite	3
2.1.1. <i>Epidemiyoloji</i>	3
2.1.2. <i>Etiyoloji ve Risk Faktörleri</i>	3
2.1.3. <i>Obezitenin Tedavisi</i>	5
2.2. Bariatrik Cerrahi Tedavisi	6
2.2.1. <i>Bariatrik cerrahi endikasyonları</i>	6
2.2.2. <i>Bariatrik Cerrahi Kontrendikasyonları</i>	7
2.2.3. <i>Bariatrik Cerrahi Yöntemleri</i>	8
2.2.4. <i>Bariatrik Cerrahi Komplikasyonları</i>	13
2.3. Osteoporoz	15

2.3.1.	<i>Kemik yapısı ve metabolizması</i>	15
	<i>Maksilla</i>	19
	<i>Mandibula</i>	19
2.3.2.	<i>Osteoporoz Tanımı</i>	21
2.3.3.	<i>Osteoporoz etyopatogenezi</i>	21
2.3.4.	<i>Osteoporozun Sınıflandırılması</i>	22
2.3.5.	<i>Osteoporozda Tanı Yöntemleri</i>	24
2.4.	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	27
2.4.1.	<i>Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Çalışma Prensipleri</i>	28
2.4.2.	<i>Görüntü Oluşumu</i>	29
2.4.3.	<i>Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Kullanım Alanları</i>	32
2.4.4.	<i>Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Avantajları</i>	33
2.4.5.	<i>Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Dezavantajları</i>	33
2.4.6.	<i>Hounsfield Unit ile Değerlendirme</i>	34
2.4.7.	<i>Radyomorfometrik Analiz</i>	35
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	37
3.1.	Hasta Seçimi	37
3.2.	Çalışma Şeması	38
3.3.	Radyografik Analiz	39
3.3.1.	<i>Radyomorfometrik İndeksler</i>	39
3.3.2.	<i>Hounsfield Unit Ölçümleri</i>	41
4.	BULGULAR	44

4.1.	Araştırma Grubu.....	44
4.2.	Radyografik Analiz Bulguları	44
4.2.1.	<i>Radyomorfometrik İndekslerin Değerlendirilmesi</i>	<i>44</i>
4.2.2.	<i>HU Ölçümlerinin Değerlendirilmesi</i>	<i>45</i>
5.	TARTIŞMA.....	48
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
7.	KAYNAKLAR.....	55
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	72



SİMGELER ve KISALTMALAR

DSÖ : Dünya Sağlık Örgütü

BKİ: Beden Kitle İndeksi

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

NIH: National Institutes of Health

LAGB: Laparoskopik Ayarlanabilir Gastrik Bant

LRYGB: Laparoskopik Roux-en-Y gastrik Bypass

BPD-DS: Biliopankreatik diversiyon $\pm$ Duodenal Switch

LSG : Laparoskopik Sleeve Gastrektomi

OP: Osteoporoz

PTH: Paratiroid hormon

IGF: İnsülin benzeri büyüme faktörü

RANK: receptor activator of nuclear factor kappa-B

TRANCE : tumor necrosis factor related activation induced cytokine

OPG: Osteoprotegerin

TGF-beta: Transforming growth factor beta

İJO: İdiopatik Juvenil Osteoporoz

KMY: Kemik mineral yoğunluğu

SFA: Single foton absorbsiyometre

DFA: Dual foton absorbsiyometre

SXA: Single enerji X-ray absorbsiyometre

KBT: Kantitatif bilgisayarlı tomografi

QUS: Kantitatif ultrason

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

DEXA: Dual enerji X-ışın absorbsiyometre

KIBT: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi

BT: Bilgisayarlı tomografi

CCD: Charged coupled device

ALARA: As low as reasonably achievable

FOV: Field of view

TME: Temporomandibular eklem

IIT: intensifier tube

3D: Üç boyutlu

MPR: Multi-planar reformat

HU: Hounsfield unit

MCI: Mandibular kortikal indeks

MI: Mandibular kortikal kalınlık

PMI: Mandibular kortikal kalınlığının ölçümünün mental foramen ile inferior mandibular kortikal arasındaki uzaklığa olan oranı

KTI (S): Mandibulada inferior kortikal genişliğin, mental foramenin üst sınırı ile mandibula alt kenarı arasındaki uzaklığa oranı

KTI (I): Mandibulada inferior kortikal genişliğin mental foramenin alt kenarı ile mandibula alt kenarı arasındaki uzaklığa oranı

KTMI: Mandibulanın inferior kortikal genişliği

KTCI: Tomografideki mandibular kortikal indeks

ŞEKİLLER

Şekil 2.1 Gastrik balon

Şekil 2.2 Vertikal bant gastroplasti

Şekil 2.3 Laparoskopik ayarlanabilir gastrik bant

Şekil 2.4 Laparoskopik roux-en-y gastrik bypass

Şekil 2.5 Biliopankreatik diversiyon $\pm$ duodenal switch (BPD-DS)

Şekil 2.6 Laparoskopik sleeve gastrectomi

Şekil 2.7. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi çalışma prensibi

Şekil 3.1. KIBT kesitsel görüntüsünde foramen mentalenin en iyi izlendiği kesitin belirlenmesi

Şekil 3.2. Radyomorfometrik indeks ölçümlerinin yapılması

Şekil 3.3. Sağ Maksiler kemikte spongioz bölgede KIBT kesitsel görüntülerde lateral kesici ve kanin dişler bölgesinde HU ölçümünün yapılacağı 3×3mm büyüklüğünde alanın (sarı kutucuk) belirlenmesi

Şekil 3.4. Sağ kondil başının KIBT kesitsel görüntülerinden spongioz kemik alanın en geniş izlendiği kesit belirlenip, HU ölçümünün yapılacağı 7×6 mm büyüklüğündeki alanın seçimi

Şekil 3.5. Kortikal kemik bölgesinde HU ölçümü için foramen mentalenin en iyi gözleendiği KIBT kesitsel görüntüsü belirlendikten sonra 2×2 mm boyutlarında alanın (sarı kutucuk) seçimi

TABLÖLAR

Tablo 2.1. Obezitenin Etyolojisi

Tablo 2.2. Bariatrik cerrahi yöntemleri

Tablo 2.3. Morbid obezite cerrahisinin erken dönem komplikasyonları

Tablo 2.4. Morbid obezite cerrahisinin geç dönem komplikasyonları

Tablo 2.5. Etyolojisine göre osteoporoz sınıflaması

Tablo 4.1. Çenelerde yapılan radyomorfometrik indeks ölçümlerinin bölgelere göre değerleri

Tablo 4.2. Her iki kondil, maksilla ve mandibulada Hu değeri ölçümleri

GRAFİKLER

Grafik 1. Sağ maksilla HU değeri ölçümleri farkı

Grafik 4.2. Sol maksilla HU değeri ölçümleri farkı

Grafik 4.3. Sağ kondil HU değeri ölçümleri farkı



1. GİRİŞ

Obezite, son yıllarda pandemik oranlara ulaşan prevalansta küresel bir artışla birlikte önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu eğilimlere paralel olarak ve laparoskopik tekniklerin evrimi ile desteklenen bariatrik cerrahi, konservatif önlemlerin başarısız olduğu şiddetli obezitesi olan hastalarda, anlamlı ve sürekli kilo kaybı ve obezite ile ilişkili komorbiditelerde iyileşme sağlamak için en etkili tedavi seçeneğidir.

En sık görülen bariatrik prosedürlerin her ikisi olan Roux-en-Y gastrik bypass (RYGB) ve sleeve gastrektomi (SG), çok az komplikasyon, düşük mortalite, az remisyon, düşük reoperasyon oranı ile gerçekleştirilmekte ve bu hastalarda kilo kaybı ve komorbiditelerin çözülmesinin kısa ve orta vadede önemli yararları göstermektedir.

Bu tür cerrahi tipik olarak çeşitli metabolik parametrelerde önemli bir iyileşme ile ilişkilendirilirken, metabolik ve kemik sağlığı üzerindeki zararlı etkilerle ilişkilendirilmiştir. Kısıtlayıcı ameliyatlar olarak, hem Roux-en-Y gastrik bypass hem de sleeve gastrektomi operasyonları, gastrointestinal sistemin bazı kısımlarını beslenmeden dışlar, bu da kalsiyum ve D vitamini de dahil olmak üzere metabolik eksikliklerin potansiyel olarak gelişmesine neden olur. Dahası, azalmış bir kalsiyum emilimi sekonder hiperparatiroidizme yol açar ve yukarıda belirtilen koşulların tümü sonuçta kemik kaybına yol açar.⁽¹⁾

Osteoporoz, düşük kemik kütlesi ve etkilenen kemiğin mikromimari ortamındaki değişiklikler ile karakterize yaygın bir hastalıktır. Bu ve diğer metabolik kemik hastalıklarının etkileri, özellikle kırılabilirlik kırığı riskinin artması ile ilgili olarak büyük sonuçlar doğurmaktadır. Çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisi (DEXA), kemik mineral yoğunluğu (KMY) değerlendirmesi için referans standart olmasına rağmen, popülasyon taraması için rutin kullanım için kullanılabilirlik sınırlıdır. Bu nedenle, durumu taramak için bazı alternatif yöntemler, DEXA'nın uygun ve daha uygun maliyetli bir kullanımını sağlayabilir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT), diş hekimliğinde yaygın olarak uygulanan, maksillofasiyal iskeletin üç boyutlu gösterimini minimal bozulma ve gelişmiş görüntü keskinliği ile sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca, muayene diğer bilgisayarlı tomografi (BT) tekniklerine kıyasla nispeten düşük bir maliyete ve düşük doza sahiptir. CBCT

taramaları diş hekimliği pratiğinde, özellikle osteoporoz için potansiyel bir popülasyon olan dişsiz hastalarda implant planlaması için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu nedenle, CBCT'nin düşük kemik mineral yoğunluğu (KMY)' olan bireyleri tanımlamak, daha fazla tıbbi araştırma için hastalıktan potansiyel olarak etkilenen bireyleri erken sevk edebilmek için kullanımının avantajlı olduğu düşünülmektedir. ⁽²⁾

Çenelerdeki osteoporozun da erken teşhisi, hastalığın uygun şekilde yönetilmesine izin vermek, kırık riskini azaltmak ve kemik kütlesi tutulumunu en üst düzeye çıkarmak için gereklidir. Bu tez çalışmasının amacı, bariatrik cerrahi prosedürü geçirmiş bireylerin çene kemiklerindeki olası osteoporotik değişiklikleri KIBT yardımıyla değerlendirmektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1.Obezite

Obezite, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından ‘Vücuttaki yağ birikiminin sağlığı bozacak boyuta ulaşması’ olarak tanımlanmaktadır ⁽³⁾. Erişkinlerde en uygun yağ oranı erkekler için %16, kadınlar için ise %23’tür. Vücut yağ miktarının erkeklerde %25, kadınlarda %35’in üzerinde olması obezite olarak değerlendirilmektedir.^(4, 5)

Obezitenin sınıflandırılmasında kişinin boyuna uygun kilo indeksi de denilen beden kitle indeksi (BKİ) kullanılır. Beden kitle indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır; $BKİ = \text{Ağırlık (kg)} / \text{Boy (m}^2\text{)}$. Morbid obezite, kişinin hayatını tehdit eden ve yaşamını kısaltan şiddette obezite olarak tanımlanırken, süper-obez ise $BKİ \geq 50 \text{ kg/m}^2$ olmasıdır.⁽⁶⁾

2.1.1. Epidemiyoloji

Obezite , tüm yaş gruplarına ve sosyoekonomik gruplar üzerine etki eden medikal , sosyokültürel , psikolojik ve ekonomik problemler ortaya çıkaran epidemik bir hastalıktır.⁽⁷⁾

DSÖ’nün verilerine göre obezite tanısı alan bireylerin sayısı tüm dünyada 400 milyon civarındadır. ⁽⁸⁾ Son birkaç on yılda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde obezite yaygınlığı ciddi bir oranda artış göstermeye devam etmektedir.⁽⁹⁾ Obezite oranlarındaki bu artış çoğunlukla Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’de vurgulanmakta olup, günümüzde her 3 yetişkinden birinde obezite görülmektedir.⁽¹⁰⁾

Erişkinlerde obezite görülme sıklığındaki bu artış adolesanlar ve çocuklar için de geçerlidir.⁽¹¹⁾

2.1.2. Etiyoloji ve Risk Faktörleri

Obezite genetik, hormonal ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu oluşan multifaktöriyel etyolojiye sahip kompleks bir patolojidir. Obezitenin sebebini öğrenmek uygun tedavi yönteminin seçilmesi açısından oldukça önemlidir.⁽¹²⁾ Etiyolojisi Tablo 2.1’de özetlenmiştir.⁽¹³⁾

Tablo 2.1. Obezitenin Etyolojisi

Çevresel nedenler	Diyet Düzensizliği Fiziksel aktivite azlığı Yaşam tarzı (kötü uyku kalitesi, stres, kötü çalışma şartları)
Genetik nedenler	Prader-Willi sendromu Frochlich sendromu Laurence-Moon-Bardet sendromu Carpenter sendromu Alström-Halgren sendromu Cohen sendromu
Nöroendokrin nedenler	Cushing sendromu Hipotiroidizm Hipotalamus hastalığı Polikistik over Hipogonadizm Büyüme hormonu eksikliği İnsülinoma Tip 2 Diyabet
Psikolojik nedenler	Bulumia nervosa Hamilelik ve menopoz
İlaçlar	Antipsikotikler, Antidepresanlar, Antiepileptikler, Steroidler, Antidiyabetikler

Risk faktörleri

Obezite gelişiminde risk faktörleri sırasıyla:

- Fiziksel aktivitede azalma
- Kötü beslenme alışkanlıkları
- Yaş (yaşlandıkça kilo alımı kolaylaşır)
- Kadın olmak
- Doğum sayısı
- Evlilik
- Sigarayı yeni bırakmış olmak (nikotinin metabolik hızı indükleyici etkisi var)
- Anne ya da babanın veya her ikisinin obez olması
- Alkol alımı
- Psikolojik problemler
- Eğitim düzeyi
- Sosyoekonomik düzey⁽¹⁴⁾

2.1.3. Obezitenin Tedavisi

Tedavide ana hedef alınan enerji lehine bozulan dengenin harcanan enerji lehine döndürülmesidir. ⁽¹⁵⁾

Diyet, Egzersiz ve Davranış tedavisi

Diyet, fiziksel aktivite ve davranış değişiklikleri kilo yönetiminin temel taşlarıdır.⁽¹⁶⁾

Medikal tedavi

Diyet, egzersiz ve davranış tedavisinin yetersiz olduğu durumlarda ilaç tedavisi düşünülmelidir. Medikal tedaviden beklenen alınan gıdayı azaltarak enerji harcanmasını arttırmasıdır.⁽¹⁷⁾ Enerji alımını azaltan ilaçlar ise santral etkili ve periferik etkili olarak iki gruba ayrılabilir^(18, 19, 20):

Santral sinir sistemine etki ederek gıda alımını azaltan ilaçlar: Sibutramin, Rimonobant, Taranabant,

Periferik etkili ilaçlar: Orlistat

2.2. Bariatrik Cerrahi Tedavisi

Bariatrik cerrahi şu anda morbid obezite için en etkili tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir; kullanılan cerrahi prosedürün türüne bakılmaksızın, cerrahi olmayan müdahalelerle karşılaştırıldığında kilo kaybı sonuçlarında ve obezite ile ilişkili komorbiditelerde daha fazla iyileşme ile sonuçlanır.⁽²¹⁾

Cerrahi yapılmadan önce, obezitenin herhangi bir genetik, endokrinolojik, nörolojik sebeplerden veya eksojen ilaç kullanımından dolayı oluşmadığı ispatlanmalıdır. Bu durumlarda altta yatan sebebin ortadan kaldırılmasına yönelik tedavi yapılmalıdır. Bariatrik cerrahi için gerekli şartlar National Institutes of Health'in (NIH) 1991 yılındaki konsensus kararlarında belirlenmiştir.

2.2.1. Bariatrik cerrahi endikasyonları

- BKİ >40 kg/m² veya BKİ>35 kg/m² ve birlikte ek hastalık (tip 2 diyabet, hipertansiyon, uyku apnesi, hiperlipidemi) olması
- Ameliyat riskinin kabul edilebilir olması
- İlaç ve diyet tedavisine rağmen, en az 1 yıldır kilo verememe
- Psikiyatrik olarak stabil olunması, alkol ve ilaç bağımlılığının olmaması
- Kontrolsüz psikotik ve depresif bozukluğun olmaması
- Hastanın iyi motivasyonlu, ameliyatı ve sekellerini biliyor olması

- Cerrahinin getireceği yaşamı engelleyecek medikal problemlerin olmaması
- Aile ve sosyal çevre desteğinin tam olması⁽²²⁾

2.2.2. Bariatrik Cerrahi Kontrendikasyonları

Cerrahi tedavi için kesin kontraendikasyon yoktur, rölatif kontrendikasyonlar ise:

- Anestezi veya cerrahiye engelleyici derecede riskli hale getiren medikal hastalıklar (ciddi kalp hastalığı, anstabil koroner arter hastalığı, son dönem
- Akciğer hastalığı, aktif kanser varlığı/tedavi görme, portal hipertansiyon ile siroz varlığı)
- Prosedürü anlamak için mental olarak yetersiz olma
- Postoperatif yaşam tarzı değişikliklerini yapmak için isteksiz veya yetersiz olma
- İlaç, alkol veya diğer bağımlılıklar
- Blumia problemi veya diğer yeme bozuklukları
- Psikolojik olarak unstabil olması olarak sınıflandırılabilir. ⁽²³⁾

Obezite cerrahisinde kullanılan başlıca tedavi yöntemleri tablo 2.2’de verilmiştir.

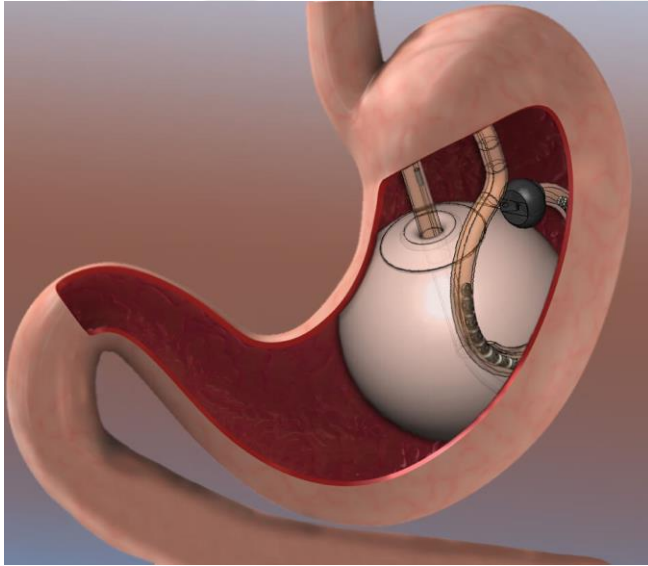
Tablo 2.2. Bariatrik cerrahi yöntemleri

Mide Küçültücü Uygulamalar	Emilimi Engelleyici Uygulamalar	Kombine Uygulamalar
Gastrik Balon	Biliopankreat	Gastrik Bypass
Takılabilir Gastrik Bant	Diversiyon	Duodenal Switch
Sleeve Gastrektomi		Gastrik Uyarıcı Bant
Vertikal Bant		
Gastroplasti		

2.2.3. Bariatrik Cerrahi Yöntemleri

Gastrik Balon

İlk kez 1985 yılında uygulanmıştır. Aşırı obez hastalarda ameliyat öncesi dönemde kullanılan geçici bir yöntemdir. Endoskopik olarak mideye yerleştirilen balon 500-600 cc arası serum fizyolojik ile şişirilerek mide hacminin azaltılması sonucu zayıflamayı sağlamak amacıyla kullanılır. Anesteziye gerek duyulmaması ve cerrahi bir işlem gerektirmemesi uygulamanın avantajlarıdır. Ancak etkinliği sınırlıdır. 6 ay süresince midede tutulan balon endoskopik işlemle çıkartılır. (24, 25)

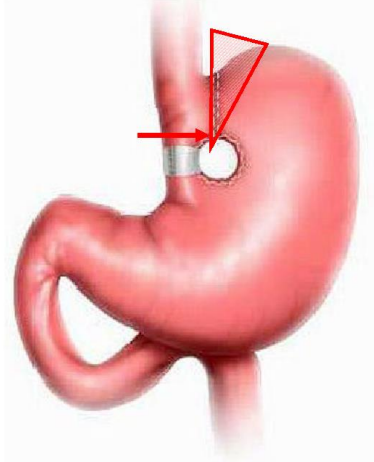


Şekil 2.1 Gastrik balon

Vertikal Bant Gastroplasti

Mide ön ve arka duvarını içine alan pencereden vertikal seyirli, 25-50 ml hacminde bir poş oluşturulduktan sonra, 1,5 cm genişlikteki yama bir bant şeklinde hazırlanan pencereden küçük kurvatura doğru çepeçevre yerleştirilir. Bant poş ağzının genişlemesini engellemek için yerleştirilmektedir.⁽²⁶⁾ Vertikal bant gastroplasti yüksek başarısızlık oranı, uzun dönem komplikasyonlarının fazla olması ve ayarlanabilir

gastrik bandın ve sleeve gastrektominin kullanıma girmesi ile tercih edilen bir yöntem olmaktan çıkmıştır. ⁽²⁷⁾



Şekil 2.2 Vertikal bant gastroplasti

Laparoskopik Ayarlanabilir Gastrik Bant (LAGB)

Ayarlanabilir gastrik bant, midenin üst kısmında yaklaşık 15-30 ml’lik bir rezervuar oluşturacak şekilde yerleştirilmesiyle mide hacminin küçültüldüğü bir ameliyattır. ⁽²⁸⁾



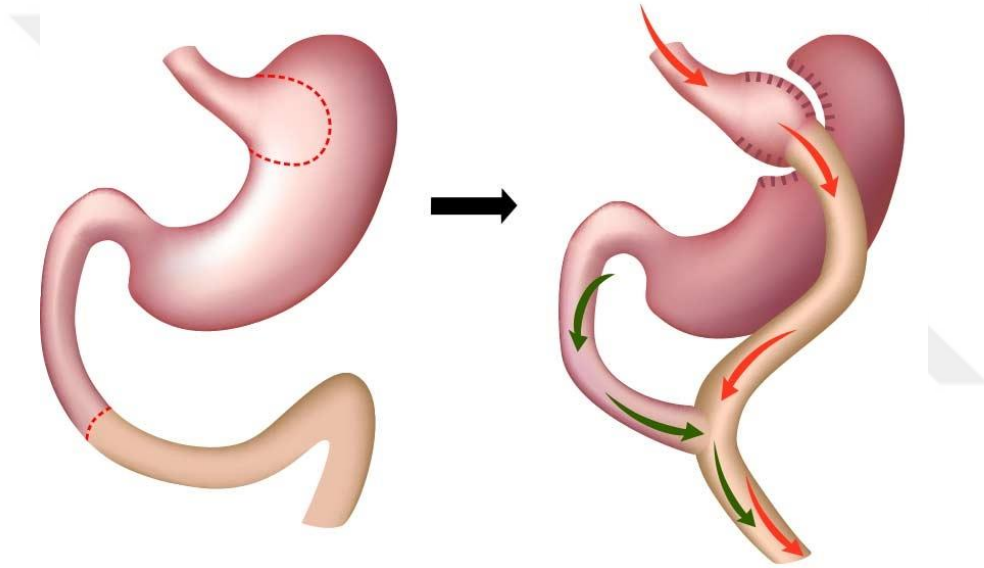
Şekil 2.3 Laparoskopik ayarlanabilir gastrik bant

Mide fundus seviyesinde 15-20 ml gastrik poş oluşturularak bant yerleştirilir ve kilit mekanizması kapatılır. Bu tekniğin temeli mideyi 2 kompartmana ayırma esasına dayanmaktadır. Karın ön duvarında cilt altına yerleştirilen bir porttan perkütan sıvı enjeksiyonu ile mide etrafındaki bant şişirilir. Bandın perkütan sıvı verilmesini takiben şişmesi ile oluşan daralma, midedeki gıdanın rezervuardan atılmasını geciktirir ve tokluk hissi oluşturur. Cerrahi olarak mide rezeksiyonu gerektirmemesi, geri

dönüşümün mümkün olması ve uygulamanın kolaylığı kısa zamanda dünyada popülaritesini arttırmıştır.⁽²⁹⁾ Yaklaşık kilo kaybı 2 yılda % 60 olup bu prosedür laparoskopik teknikle de oldukça başarılı şekilde uygulanmaktadır.⁽²⁶⁾

Laparoskopik Roux-en-Y gastrik Bypass (LRYGB)

RYGB hem gıda alımını kısıtlayıcı hem de emilimi azaltıcı özelliği olan ve en sık uygulanan bariatrik prosedürlerden biridir. RYGB, bölünerek distal mideden ayrılan ve 75 ile 150 cm uzunluğundaki Roux ince bağırsağa anastomoz edilen küçük (30 ml'den az) proksimal gastrik poş ile karakterize edilir. Küçük gastrik kese ve dar anastomoz çıkışı kalori alımını kısıtlanmasını sağlar.⁽³⁰⁾

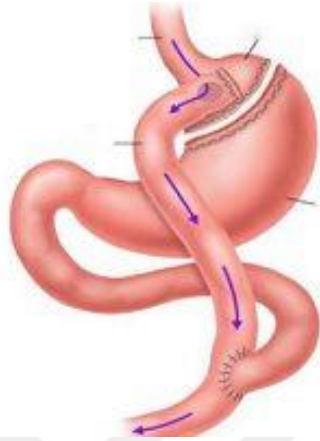


Şekil 2.4 Laparoskopik roux-en-y gastrik bypass

RNYGB ile mide hacmi yaklaşık %90-95 oranında azaltılır. Beslenme ile mide poşu gerilir ve doyma merkezine ileti gönderilerek tokluk hissi oluşur.⁽³¹⁾

Teknik olarak geri dönüştürülebilir bu operasyon, emilim bozukluğuna sebep olmasının yanı sıra bağırsak-beyin-karaciğer aksını düzenleyerek erken doygunluk oluşmasına ve glukoz regülasyonuna sağladığı katkı ile hızlı kilo kaybı sağlar ve uzun süreli kilo kaybını koruma etkisi çok sayıda çalışma ile kanıtlanmıştır.^(32, 33) Morbiditesi ve mortalitesi ayarlanabilir gastrik bant ve sleeve gastrektomiden daha fazladır. Kilo kaybı açısından tanımlanmış tüm ameliyatlara karşı belirgin bir üstünlüğü vardır.⁽³⁴⁾

İlk olarak 1979'da uygulanan tüp mide ameliyatının daha karmaşık bir türü olan biliopankreatik diversiyon (BPD) duodonal swich ile ya da tek başına yapılabilir. Mide tübüler biçimde kesilmesinin ardından ince bağırsağın proksimal kısmına anastomoz edilir.^(35, 36)



Biliopankreatik diversion, en etkili ve devam ettirilebilir kilo kaybını sağlayan yöntemlerden biridir.⁽³⁷⁾ Genellikle mide hacmini küçültücü bariyatrik işlemlerden fayda göremeyen kişilerde uygun bir seçenek olmaktadır. Bu tekniğin en önemli avantajı hastalar büyük miktarda besin tüketseler bile ağırlık kaybı devamlılığı kolayca sağlanmaktadır.⁽³⁸⁾ En sık görülen uzun dönem komplikasyonları ise demir eksikliği anemisi, protein-enerji malnütrisyonu, dumping sendromu ve marjinal ülserdir. B12 eksikliği, hipokalsemi, yağda eriyen vitaminlerin (ADEK) eksikliği, osteoporoz ve gece körlüğü ise daha az sıklıkla görülmektedir. ^(38, 39)

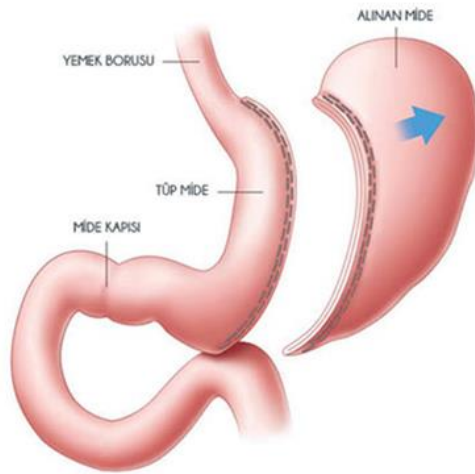
11

Laparoskopik Sleeve Gastrektomi

Sleeve gastrektomi (SG), midenin büyük kurvaturunun çoğunluğunun çıkarıldığı ve tübüler bir midenin oluşturulduğu kısmi bir gastrektomidir.⁽⁴¹⁾

İlk kez Hess tarafından 1988’de tanımlanmıştır. Daha önce biliopankreatik diversiyon-duodenal switch ameliyatının ilk aşaması olarak kullanılan bu yöntem tek başına da etkili bir tedavi metodu olup, son yıllarda popüleritesi artmış ve günümüzde birçok ülkede sık uygulanan bariyatrik yöntemlerden biri olmuştur. Başlangıçta açık cerrahi ile uygulanan işlem son yıllarda laparoskopik yöntemlerle yapılmaktadır.⁽⁴²⁾

İlk olarak mide büyük kurvatur tarafındaki damarsal yapılar kesilir. Bu amaçla gastrokolik ve gastrosplenik ligamanlar açılarak mide diseke edilir. Mide fundusunun tamamının rezeksiyonu için diseksiyon diyafragma sol krusuna kadar genişletilir. Ameliyatın ikinci aşaması rezeksiyon aşamasıdır ve mide 34 french orogastrik tüp ile kalibre edilmelidir. Bu yapılmazsa midede darlık oluşabilir veya fazla mide duvarı bırakılabilir. ^(43, 44)



Şekil 2.6 Laparoskopik sleeve gastrektomi

LSG 34 prosedürüne teknik olarak bakıldığı zaman restriktif yani mide hacmini azaltmaya bağlı mekanik kısıtlamaya yönelik bir operasyonmuş gibi görülmektedir. Fakat hem mide hacmi küçültülür hem de fundusun rezeke edilmesi ile iştahın sorumlu ghrelin hormonu salınımı azaldığı için nörohormonal etki ile acıkma hissi

azaltılmış olur.⁽⁴⁵⁾ Ghrelin büyüme hormonu salgılatıcı etkisi olan, enerji dengesi ve besin alımının düzenlenmesinde etkili, açlık hormonu olarak da bilinen bir hormondur. Başlıca midede üretilen ghrelinin kan düzeyi açlık halinde yükselir, tokluk durumunda ise azalır.⁽⁴⁶⁾

Sleeve gastrektomi ameliyatı kısa sürede etkili olan önemli bir obezite ameliyatıdır. Altı ayda toplam fazla kiloların %35-70'i ve 12 ayda ise fazla kiloların %33-81'i kaybedilmektedir. Üç yılda kaybedilen fazla kiloların gastrik bypass ameliyatı sonrasında kaybedilen kilolara yakın olduğu gösterilmiştir.^(47, 48, 49)

Sleeve gastrektomi ameliyatından sonra mide tüpünün zamanla genişlemesi halinde yeniden kilo alımı görülebilir. Bu genişlemenin başlıca nedenleri ; aşırı geniş buji kullanılması, mide arka duvarının yeterince alınmaması, büyük lokmalar nedeniyle mide tüpüne aşırı basınç olması, tekrarlayan kusmalar, mide çıkışında veya bağırsakta tıkanıklıktır. Bu durum yeniden ameliyatla düzeltilebilir. Tekrar laparoskopik 14 sleeve gastrektomi ameliyatı ile fazlalığın alınması, gastrik by-pass veya duodenal switch ameliyatlarına geçilmesi önerilen yöntemlerdir.^(50, 51)

2.2.4. Bariatrik Cerrahi Komplikasyonları

Morbid obezite ameliyatlarının komplikasyonları, erken ve geç dönem komplikasyonlar olarak sınıflandırılabilir. Tablo 2.3 ve 2.4'te erken ve geç dönem komplikasyonlar verilmiştir.^(34, 52, 53)

Tablo 2.3. Morbid obezite cerrahisinin erken dönem komplikasyonları

Yara yeri enfeksiyonu.	Sepsis ve çoklu organ yetmezliği
Kaçak	Derin ven trombozu
Kanama	Perforasyon
Peritonit	Pulmoner emboli
Fistül	Akut gastrik poş genişlemesi
Dehissans ve evisserasyonu	Port ve tüpe ait mekanik problemler

Tablo 2.4. Morbid obezite cerrahisinin geç dönem komplikasyonları

İnsizyonel herni	Elektrolit bozukluğu
Karaciğer yetmezliği	Bant erozyonu
İntestinal tıkanıklık, yapışıklık	Porttan ve tüpten kaçak
Dumping sendromu	Anemi
Poş genişlemesi	Hipoproteinemi
Vitamin ve mineral eksikliği	Çıkış darlığı, tıkanması
Poş kayması ve prolapsusu sıkışması	Bant veya halkaya yemek veya kapsül

Bu ameliyatlardan sonra erken dönem mortalite %0,1-0,5 arasında bildirilmiştir. Mortalite riskini arttıran en önemli risk faktörleri erkek cinsiyet, VKİ'nin yüksekliği ve ameliyat öncesi var olan solunum yetmezliğidir.⁽⁵⁴⁾

En sık karşılaşılan mortalite nedenleri ise pulmoner emboli, anastomoz kaçağı ve miyokard infarktüsüdür. Yara yeri komplikasyonları da %25'e varan oranda görülebilmektedir. Sleeve gastrektomi ve Roux-en-Y gastrik bypass ameliyatlarından sonra midenin rekanalize olması, mide çıkış darlığı tanımlanmış diğer komplikasyonlardır. Cerrahi sonrası hızlı kilo verilmesine bağlı olarak safra kesesi taşı gelişimi %50'ye varan yüksek oranlardadır. Uzun dönemde beslenme ile ilgili komplikasyonlar meydana gelebilir.⁽⁵³⁾

Sleeve gastrektomi son yıllarda en fazla yapılan ameliyat şekillerinden biri olup, bu ameliyattan sonra beslenme sorunları nadiren görülmektedir.⁽³⁴⁾

Cerrahi prosedüre bağlı geç komplikasyonlar arasında mide darlığı, marjinal ülserler, kolelitiazis, iç ve insizyon hernileri, kısa bağırsak sendromu, beslenme yetersizlikleri ve dumping sendromu bulunur.⁽⁵⁵⁾

Bariatrik cerrahilerin metabolik komplikasyonları arasında metabolik asidoz ve / veya alkaloz, aritmilere ve / veya miyopatiilere neden olabilecek düşük kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum ve fosfor dahil elektrolit anormallikleri bulunur. A, D, E ve K

içeren yağda çözünen vitamin eksiklikleri, demir ve folik asit eksikliği, negatif kalsiyum dengesi ve D vitamini eksikliğine ikincil hiperparatiroidizm, oksalozis, böbrek taşları, tiamin eksikliği, B12 vitamini eksikliğine neden olan beslenme anormallikleri, bakteriyel aşırı çoğalmanın neden olduğu noktürnal diyare ve abdominal distansiyon tespit edilmiştir. Elektrolitlerin, minerallerin ve vitaminler ve varsa başka eksikliklerin yerine konması metabolik komplikasyonların daha iyi yönetilmesini sağlayacaktır. Bariatrik cerrahi sonrası hipoglisemi ve osteoporoz (OP) şiddetli seyreden ve yönetilmesi zor olan komplikasyonlardır.⁽⁵⁵⁾

2.3.Osteoporoz

2.3.1. Kemik yapısı ve metabolizması

Kemik Yapısı

Kemik, organik ve inorganik bölümlerden oluşan, özelleşmiş bir bağ dokusudur.⁽⁵⁶⁾ Ağırlığının %70'ini inorganik maddeler, %5-8' ini su, geri kalanını ise organik ve ekstrasellüler matriks oluşturur. Organik matriksin %98 gibi büyük bölümü tip 1 kollajen ve nonkollajenöz proteinlerden, %2' si ise kemik hücrelerinden meydana gelmiştir. Organik matriks kemiğin mekanik ve biyokimyasal olarak özelliklerinin belirleyicisidir. İnorganik kısmını başlıca, kalsiyum fosfattan oluşan hidroksiapatit kristalleri oluşturur.⁽⁵⁷⁾

Kemik doku ve kemikleşmenin bazı hormon, mineral (kalsiyum, fosfor), beslenme şekli ve genetik faktörlere bağlı olarak yenilenme veya yeniden şekillenme gibi değişimler gösterdiği bildirilmiştir.⁽⁵⁸⁾

Kemiğin kompakt ve spongiyöz olmak üzere iki ayrı formu vardır. Kompakt kemik sıkı tertiplenmiş, boşluk içermeyen bir dokudur. Spongiyöz kemik dokusunun ise gevşek, labirent veya boşluklu tarzda bir görünümü vardır.⁽⁵⁹⁾

Kemik Hücreleri

Kemik yapısı üç ana hücreden oluşur. Bunlar; osteoblastlar, osteoklastlar ve osteositlerdir. Bununla birlikte kemik çevresinde kemiğin yeniden

yapılanmasında(remodeling) ve osteositlerin oluşumunda önemli rolü olan başka hücreler de vardır.⁽⁶⁰⁾

Osteoprogenitör hücreler

Kemik dokusu olma yönünde koşullanmış mezenkim hücreleridir. Sekonder kemiğin periosteum ve endosteum adı verilen zarlarında ve ayrıca Havers ve Volkmann kanallarındaki damarlar çevresinde inaktif osteoprogenitör hücreler bulunur. Kemik formasyonu ve tamir proseslerinde uyarılan osteojenik hücrelerin bir kısmı osteoblastlara dönüşür.^(61, 62, 63, 64)

Osteoblastlar

Osteoblastlar kemik yüzeyinde bulunan toplam kemik hücrelerinin %4-6 oluşturan kübik şeklinde olup, kemik matriksi sentezleyen ve mineralizasyonu düzenleyen, organik matriks oluşumunda osteoid maddeyi salgılayan hücrelerdir.⁽⁵⁸⁾

Osteositler

Osteoblastlardan köken alan osteositler, matriks lamelleri arasında bulunan lakünalar içine yerleşmişlerdir. Her lakünada sadece bir osteosit vardır ve kemik hücreleri içinde sayıları en fazla olan hücre tipidir.^(61, 62, 65, 66)

Remodeling ve remodelingin kontrolünde aktif görev alır. İyon değişimine aktif katılırlar. Mekanosensör hücrelerdir, kemiğin işlevsel adaptasyonunda önemli rol oynarlar. Kemik dokusunun canlılığı osteosit aktivitesi ile mümkündür.⁽⁶³⁾

Osteoklastlar

Osteoklastlar hematopoetik sistemin monosit / makrofaj öncüllerinden köken alan ve kemik yıkımında sorumlu hücrelerdir. Osteoklastlar çok büyük, ileri derece dallanmış olan hareketli hücrelerdir ve kemik matriksini etkileyen, asit, kollagenaz ve diğer proteolitik enzimleri salgırlar. Böylece kalsifiye olmuş temel maddeyi serbest hale getirirler ve kemik rezorpsiyonu sırasında meydana gelen artıkların ortadan kaldırılmasında aktif olarak rol alır.⁽⁶⁷⁾

Osteoklastların kemik yıkım yeteneği kalsitonin, PTH, 1,25-(OH)₂D₃ başta olmak üzere çeşitli sistemik hormonlar ve lokal faktörlerin denetimi altındadır.^(68, 69)

Kemik yeniden yapılanması (remodeling)

Kemik dokusu sürekli değişime uğrayan dinamik bir organdır. İskelet gelişimi tamamlandıktan sonra eski kemiğin yenisiyle periyodik olarak yer değiştirdiği bir süreç olan yeniden yapılanma (remodeling); rezorpsiyon ve onu takip eden formasyon süreçlerinden oluşur. Kemiklerde zaman içerisinde oluşan mikro kırıkların uzaklaştırılması ve mekanik ihtiyaçtaki değişimleri karşılamak için kemiğin yeniden yapılandırılması önemlidir.⁽⁷⁰⁾

Kemik metabolizmasına etki eden faktörler

Osteoblast ve osteoklastların fonksiyonları birçok sistemik ve lokal faktör aracılığı ile düzenlenir.

Sistemik Faktörler

İskeletin metabolik fonksiyonları kalsiyum homeostazını etkileyen hormonlarca düzenlenir. Sistemik faktörlerin en önemlileri; paratiroid hormonu (PTH) ve 1,25-dihidroksi vitamin D, kalsitonin, glukokortikoidler, seks steroidleridir.(östrojenler, androjenler, progestinler,tiroid hormonları, retinoidler)⁽⁷¹⁾

PTH serum kalsiyum konsantrasyonunu düzenler. Kemik rezorpsiyonunun güçlü bir uyarıcısıdır ve kemik oluşumu üzerinde bifazik etkileri vardır. Plazma PTH yaşla birlikte artma eğilimindedir ve bu, kemik döngüsünde bir artışa ve özellikle kortikal kemiğin kemik kütlesi kaybına neden olabilir.

1,25-Dihidroksi D vitamini, bağırsak kalsiyum ve fosfat emilimi üzerinde en büyük etkiye sahiptir, ancak kemik ve diğer dokular üzerinde doğrudan etkileri olabilir.

İskelet büyümesinin düzenlenmesinde diğer sistemik hormonlar önemlidir. Hem sistemik hem de lokal insülin benzeri büyüme faktörü (IGF) üretimi yoluyla etki eden büyüme hormonu, kemik oluşumunu ve emilimini uyarabilir.⁽⁷²⁾

Glukokortikoidler gelişim sırasında kemik hücresi farklılaşması için gereklidir, ancak en büyük postnatal etkileri kemik oluşumunu inhibe etmektir.⁽⁷³⁾ Bu, glukokortikoid kaynaklı osteoporozdaki başlıca patogenetik mekanizmadır. Bununla birlikte, glukokortikoidlerin kalsiyum Emilimi ve cinsiyet hormonu üretimi üzerindeki dolaylı etkileri kemik rezorpsiyonunu artırabilir.

Tiroid hormonları ayrıca kemik Emilimini ve oluşum unu uyarabilir ve normal kemik yeniden modellenmesinin sürdürülmesi için kritik öneme sahiptir.⁽⁷⁴⁾ Normal kemik döngüsünü korumada en önemli sistemik hormon östrojendir.⁽⁷⁵⁾ Östrojen eksikliği, rezorpsiyonun kemik oluşumunu geride bıraktığı ve kemik kütlesinin azaldığı kemik yeniden şekillenmesinde bir artışa yol açar. Bu sadece postmenopozal kadınlarda değil, aynı zamanda östrojen reseptöründe veya testosterondan östrojen sentezinde kusurları olan erkeklerde de görülebilir.^(65, 76, 77)

Lokal Faktörler

İskeletin yapısal adaptasyonunda rol oynayanlar arasında ilk tespit edilenlerden biri sitokinlerdir. Başlangıçta, enflamatuvar hücreler, özellikle makrofajlar tarafından üretilen bu "osteoklast aktive edici faktörler", periodontal hastalık ve inflamatuvar artrit ile ilişkili lokal kemik kaybında rol oynamıştır.⁽⁷⁸⁾ Aynı zamanda prostaglandinlerin, özellikle prostaglandin E2'nin, enflamatuvar kemik kaybında da önemli olabilecek güçlü kemik rezorpsiyonu uyarıcısı olduğu gösterilmiştir.⁽⁷⁹⁾

Son zamanlarda, osteoblastik ve osteoklastik soy hücreleri arasındaki etkileşimden sorumlu proteinlerin bazıları tanımlanmıştır. Bu proteinler tümör nekroz faktörü reseptörleri ailesidir. Osteoblast öncülleri, receptor activator of nuclear factor kappa-B (RANK) adı verilen bir reseptör ile etkileşime girerek osteoklast soyunun hücrelerini aktive edebilen tumor necrosis factor related activation induced cytokine (TRANCE) veya osteoklast farklılaşma faktörü olarak adlandırılan bir molekülü ifade eder.^(80, 81) Üçüncü bir molekül olan osteoprotegerin (OPG), osteoblast soyunun hücreleri tarafından üretilbileceği gibi kemik iliğindeki diğer hücreler tarafından da üretilir. OPG, TRANCE için bir tuzak reseptörü görevi görür, RANK ile etkileşimini dolayısıyla osteoklast oluşumunu engeller. Son çalışmalar, kemirgenlerde OPG genini

nakletmenin aşırı kemik rezorpsiyonu ile karakterize ciddi osteoporoz ürettiğini göstermiştir.⁽⁸²⁾

Kemik çok sayıda büyüme faktörü içerir. En bol olanlar arasında, bağlanma proteinleri ile ilişkili lokal kemik yeniden şekillenmesinin önemli modülatörleri olabilecek IGF'ler vardır.⁽⁷¹⁾ Transforming growth factor beta (TGF-beta) ve ilgili kemik morfogenetik protein ailesi iskelette bulunur ve sadece yeniden modellemede değil, aynı zamanda iskelet gelişiminde de önemli işlevlere sahiptir.^(83, 84) Trombosit kaynaklı büyüme faktörü, PTH ile ilişkili protein ve fibroblast büyüme faktörü gibi diğer büyüme faktörleri fizyolojik yeniden şekillenmede ve iskelet onarımıyla ilişkili yeniden modellemede önemli bir rol oynayabilir.⁽⁷¹⁾

Maksilla

Maksilla orta hatta intermaksiller sutureda birleşen iki parçadan oluşur. Bütünde 5 yüzlü piramit şeklinde sabit bir kemiktir. Maksilla 4 boşluğun; burun boşluğu, ağız boşluğu, orbita, sinüs maksillaris ve 2 fossanın; fossa pterygopalatina, fossa infratemporalisin yapısına katılır. Maksilla'nın bir korpus ve dört çıkıntısı bulunmaktadır. Çıkıntıları; processus frontalis, processus palatinus, processus zygomaticus ve processus alveolaris olarak sıralanır. Maksilla, burun boşluğu ile solunum sistemine ait conchaları taşır. Maksillanın alveolar parçasında maksiller dişler bulunur. Bu bölgenin alveol kemik adını almasının sebebi normal kemik yapısından biraz daha gözenekli bir yapıya sahip olmasıdır. Maksillanın alt sınırını ve ağız boşluğunun üst sınırını sert damak denilen palatal kemik oluşturur.^(85, 86)

Mandibula

Mandibula, kafa kaidesinin alt kısmını oluşturan ve alt çene eklemi vasıtası ile kraniuma bağlanan kafa kaidesinin tek hareketli kemiğidir. Mandibula doğumda üst çeneden daha küçük olup ramus kısa, kondil kısmı gelişmemiş ve alveol kemiği daha oluşmamıştır.

Mandibulanın iki kısmı vardır: Korpus mandibularis ve ramus mandibularis. Yeni doğanlarda ramus mandibula, korpus mandibula ile geniş açı yaparak birleşmiştir. Yaş ilerledikçe bu açı gittikçe daralarak dik açıya yaklaşır.^(85, 86, 87, 88, 89)

Korpus Mandibula

Mandibulanın cismi kalın, yassı, kuvvetli ve kavis şeklinde kemiktir. Cismin alt yarısına basis mandibula, üst yarısına ise pars alveolaris denir. Her iki parçada parabolik bir kavis tarzında bükülmüş olup, üstteki kısım alttakinden daha dar ve kısadır. Pars alveolarisin üst kenarında diş köklerinin yerleşmesi için alveoli dentales adı verilen çukurluklar görülür. Alveolar parça kemik yapısı bakımından basis mandibulaya oranla daha zayıftır. Basis mandibulada daha kalın bir substantia kompakta ihtiva ettiğinden daha sağlam ve kuvvetlidir.⁽⁸⁹⁾

Konveks olan ön yüzde orta çizgi üzerinde bir kabartı, çene ucu çıkıntısı (protuberentia mentalis) ile bunun iki yanında alt ve dış yanda olmak üzere, alt kenara yakın iki küçük kabartı (tuberculum mentale) vardır. Protuberentia mentalisin her iki yanında bulunan delikler foramen mentale adını alır. Tuberculum mentaleden başlayarak arkaya ve yukarıya doğru giden çizgiye de linea obliqua denir.^(87, 88, 89, 90)

Ramus Mandibula

Ramus mandibula yanlardan basık kalın ve dört kenarlı bir lamina şeklindedir. Korpus ile 90 derecelik bir açı altında birleşirler. Buraya angulus mandibula denir. Ramus mandibulanın iç ve dış iki yüzü ve dört tane de kenarı vardır. Üst kenarda birisi önde diğeri arkada iki çıkıntı vardır. Öndeki çıkıntı sivri ve yanlardan basık olup processus coronoideus veya processus muscularis isimlerini alır. Bu çıkıntıya musculus temporalis yapışır. Arkadaki çıkıntı processus condylaris'tir ve bunun kondil şeklinde olan üst ucuna caput mandibula denir. Bu oluşum temporal kemikteki fossa mandibularis ile articulatio temporomandibularis denilen eklemi yapar.

Ramus mandibulanın iç yüzünün ortasında kanalis mandibularisin başlangıcını oluşturan bir delik vardır. Buradan nervus alveolaris inferior geçer ve foramen mentale ile korpusun dış yüzüne açılır. Foramen mandibulanın ön kenarında küçük ve dil şeklinde bir çıkıntı bulunur. Buna lingula mandibula denir.^(89, 90, 91)

2.3.2. Osteoporoz Tanımı

Osteoporoz ilk olarak 1829'da Jean Georges Lobstein tarafından 'porous bone' (gözel kemik) olarak tanımlanmıştır. Daha sonra Albright tarafından 1948'de 'too little bone in bone' (kemik içinde çok az kemik) tanımlaması yapılmıştır.⁽⁹²⁾

En son tanımlamaya göre osteoporoz, kemik kütlesinin azalması ve mikroyapısal dokunun bozulması sonucu kemik kırılabilirliğinde artış ile karakterize sistemik bir kemik hastalığıdır.⁽⁹³⁾

2.3.3. Osteoporoz etyopatogenezi

Osteoporoz, heterojen ve birden çok nedene bağlı gelişen bir patoloji olduğu için patogenezi çok iyi anlaşılamamıştır. Postmenopozal kadınların % 30-50'sinde beklenirken, 75 yaş üzerinde her iki cinsten %50 oranında görülür.⁽⁹⁴⁾

Osteoporoz oluşumundan sorumlu risk faktörleri şu şekildedir:

- -Yaş
- -Genetik
- -İrk
- -Cinsiyet
- -Östrojen ve androjenler, cerrahi veya erken menopoz
- -Vitamin D
- -PTH
- -Kalsitonin
- -Diyette alınan kalsiyum miktarı (800 mg/gün den az)
- -Fiziksel aktivite azlığı
- -Vücut yapısı (ince, narin)
- -Hastalıklar (malabsorbsiyon yapacak ölçüde gastrointestinal sorunlar, kronik böbrek yetmezliği, romatolojik hastalıklar, hiperparatiroidizm tirotoksikoz)
- -İlaçlar (uzun süre kortikosteroid, yüksek doz tiroid hormonu, fenitoin, alüminyum içeren antiasit kullanımı)
- -Diğerleri (diyetten aşırı tuz ve protein alımını günde 5 fincandan fazla kahve, aşırı alkol ve sigara)^(95, 96, 97)

2.3.4. Osteoporozun Sınıflandırılması

Osteoporozun farklı şekillerde sınıflandırılması yapılmıştır:

1. Yaşa göre: Juvenil, erişkin, senil
2. Lokalizasyona Göre: Genel, bölgesel
3. Tutulan Kemik Dokuya Göre: Trabeküler, kortikal
4. Etyolojiye Göre: Primer, sekonder
5. Histolojik Görünüme Göre: Hızlı kemik yapım- yıkım döngülü, yavaş döngülü

En sık ve geçerli olan sınıflama, etyolojiye ve lokalizasyona göre yapılan sınıflamadır.^(98, 99)

Tablo 2.5. Etyolojisine göre osteoporoz sınıflaması

Primer Osteoporoz	Sekonder Osteoporoz
1. Tip 1 (postmenopozal), 2. Tip 2 (senil), 3. İdiopatik Juvenil tip	

Primer Osteoporoz

Primer osteoporoz üç kısımda incelenir:

Tip I Osteoporoz (Postmenopozal osteoporoz): Sıklıkla, 50–75 yaş arasında, trabeküler kemik kaybı ile karakterizedir. Östrojen eksikliği sonucu, kemik kaybı hızlanır, paratiroid hormon (PTH) sekresyonu azalır, kalsitonin sekresyonu artar. PTH

salınımının azalmasına bağılı olarak, 1,25(OH)2D3 vitamini sentezinde azalma olur ve böylece kalsiyum absorpsiyonu bozularak kemik kaybı hızlanır.⁽⁶⁵⁾

Tip II Osteoporoz (Senil osteoporoz): 70 yaşından sonra kadınları ve erkeklerde hem kortikal hem de trabeküler kemik kaybı ile karakterizedir. Kemik kaybından sorumlu iki mekanizma bilinmektedir. Bunlar: 1. Bağırsaktan kalsiyum absorpsiyonunun azalması sonucu gelişen hiperparatiroidi, 2. Osteoblastik aktivitenin azalmasıdır.^(100, 101, 102)

Juvenil Tip Osteoporoz: İdiopatik Juvenil Osteoporoz (İJO) karakteristik olarak puberteden önce başlar. Hızlı ilerleyen şekilleri, daha erken yaşlarda da görülebilir. Artmış kemik rezorpsiyonu ve azalmış kemik yapımı ana patofizyolojik durumlardır. 1-25 dihidroksi vitamin D3 eksikliği, kalsitonin eksikliği, patolojide öne sürülen nedenlerdir.⁽¹⁰³⁾

Sekonder Osteoporoz

Sekonder osteoporoz çeşitli hastalıklar ve ilaçlara bağılı olarak kemik mineral yoğunluğu ve kütlesinin azalmasıdır. Osteoporozun nedenleri aşağıda belirtilmiştir.⁽¹⁰⁴⁾

- Malign hastalıklara bağılı olanlar (Multipl myelom, lösemi, lenfoma)
- İlaçlarla oluşanlar (Etanol, glukokortikoidler, warfarin, antikonvulsif ilaçlar, kemoterapötik ilaçlar)
- Endokrin nedenlere bağılı olanlar (Glukokortikoid fazlalığı, tiroid hormonu fazlalığı, hipogonadizm, diabetes mellitus, hiperparatiroidizm)
- Kollajen sentezindeki kusurlar sonucu olanlar (Osteogenesis imperfecta)
- Karaciğer hastalıkları sonucu gelişenler(Siroz)
- Böbrek hastalıkları sonucu gelişenler (Kronik böbrek hastalığı)
- Romatolojik hastalıklar sonucu gelişenler (Romatoid artrit)
- Gastrointestinal nedenlere bağılı gelişenler (Malnutrisyon, Gastrektomi, Malabsorbsiyon sendromları)

2.3.5. Osteoporozda Tanı Yöntemleri

Osteoporozun klinik bulguları hastalığın ileri aşamalarında görülmesinden dolayı erken teşhis oldukça önemlidir. Öncelikle hastalığı teşhis etmek için ayrıntılı olarak hastalık risk faktörlerin sorgulandığı anamnez alınmalıdır. Ayrıca hastada sekonder osteoporoza neden olabilecek hastalıklarda sorgulanmalıdır.^(105, 106) Hastalığın teşhisi laboratuvar yöntemleri ve görüntüleme teknikleri ile yapılmaktadır.⁽¹⁰⁷⁾

Radyolojik Görüntüleme Yöntemleri

Farklı görüntüleme yöntemleriyle kemik mineral yoğunluğunun (KMY) belirlenmesi amaçlanmıştır. Kırık oluşmadan önce KMY ölçümü ile osteoporozun erken tanısı koyulabilir.⁽¹⁰⁴⁾

Konvansiyonel Radyografi

Kolay uygulanabilir ve ucuz bir yöntemdir. Osteoporoza bağlı oluşan morfolojik değişiklikler hakkında bilgi verebilir. Ancak kemik kitlesindeki değişiklikler %30'lara ulaştığı zaman radyolojik olarak osteoporoz tespit edilebildiği için sensitivitesi düşüktür. Bununla birlikte kırıkların tespiti açısından semptomatik osteoporozda mutlaka yapılması gereken bir yöntemdir. Radyolojik olarak vertebralarda vertikal çizgilenmelerin belirginleşmesi ve horizontal çizgilenmelerin azalması osteoporozu düşündürür.

Osteoporoz sonucu oluşan radyolojik kemik değişikliklerinin kantitatif olarak değerlendirilmesi için bazı semikantitatif yöntemler de geliştirilmiştir. Bunlardan en sık Sing indeksi kullanılmaktadır ve femur başı, boynu ve trohanterik bölgedeki trabeküler yapı değerlendirilmektedir.^(108, 109)

Kemik sintigrafisi

Kemik sintigrafisi osteoporoz tanısında rutin olarak kullanılan bir metot değildir. Kemik mineral yoğunluğunun azalmasına bağlı olarak ortaya çıkan kırıkların tespit edilmesi ve bunların eski veya yeni mi oluştuklarını ayırt etmede kullanılabilir. Kemik sintigrafisi birçok kemik hastalığının tanısında kullanılmakla birlikte özellikle Paget

hastalığının tanısında çok önemli bir yeri vardır. Ayrıca, osteomyelit, neoplastik hastalıklar ve osteomalazide de sintigrafi kullanımı sıklıkla kullanılır.^(108, 109, 110)

Single Foton absorbsiyometre (SFA)

Osteoporoz tanısında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Radyoaktif iyot kaynağından yayılan monoenerjetik foton huzmesinin ilgili kemik ve yumuşak doku bölgesinden geçişinin bir detektör ile ölçülmesi esasına dayanan bir yöntemdir.^(107, 111)

Kaynaktan çıkan fotonların enerji düzeyleri sabittir. Bu nedenle de kemik-yumuşak doku ayrımı sağlıklı bir şekilde yapılamaz. SFA cihazları ile yumuşak dokuların kısmen az olduğu distal radius, ulna ve kalkaneus gibi periferik bölgelerden ölçüm yapılabilmektedir. Ölçülen kemik bölümü kortikal kemiktir.^(87, 92, 94, 109, 112, 113)

Dual Foton absorbsiyometre (DFA)

FA'nın kullanım alanının sadece ekstremitelerde olmasından dolayı daha güvenilir sonuçlar veren vertebra gibi bölgeleri görüntüleyebilen DFA kullanıma girmiştir. Gadalinium kaynağından çıkan birbirinden farklı enerji değerlerindeki 2 farklı fotonun kullanıldığı bir yöntemdir.^(107, 111)

Single enerji X-ışın absorbsiyometri (SXA)

Kemik yoğunluğu ölçümünde X-ışın kaynağı kullanan bir sistemdir. SFA' dan farkı radyasyon kaynağı olarak radyoaktif iyot yerine röntgen tüpünün bulunmasıdır. Ancak SFA cihazları gibi bu sistemde de yumuşak dokunun yanığa yol açan etkisi değerlendirilmemektedir. Bu nedenle SXA cihazları da SFA gibi ancak yumuşak doku miktarının minimal olduğu önkol veya kalkaneus gibi periferik bölgelerden ölçüm yapabilmektedir.^(109, 112, 113, 114)

Kantitatif bilgisayarlı tomografi (KBT)

Kantitatif Bilgisayarlı Tomografi ile kemik yoğunluğunun belirlenmesi radyasyon absorbsiyometresi temeline dayanan bir yöntemdir. Bu teknikte hacimsel (volümetrik) mineral yoğunluk ölçümü yapılır. Bu yöntemin en önemli avantajı kortikal ve trabeküler kemiğin ayrı ayrı hacimsel olarak kemik mineral yoğunluğu ölçümünün yapılabilmesidir. Çok sayıda kesit alındığında daha doğru sonuçlar alınabilir. Bu

yöntemde kemik yoğunluğundan ziyade kemik trabekülleri incelenerek osteoporozlu bireyler teşhis edilir. En büyük avantajı özellikle yaşlı hastalarda, dejeneratif değişiklikler ve aort kalsifikasyonu gibi handikap oluşturabilecek durumlardan etkilenmemesidir.^(106, 107)

Fakat alınan radyasyon dozu ortalama değeri 60 μ Sv olup diğer yöntemlere göre fazladır. Tüm vücut mineral içeriğinin değerlendirilememesi ve pahalı bir yöntem olması dezavantajlarıdır.^(87, 109, 112, 114, 115)

Kantitatif ultrason (QUS)

Bu yöntem ucuz ve non-iyonize olduğu gibi kemik yoğunluğu ile kemiğin iç yapısı ve elastisitesi hakkında bilgi verebilmektedir. Böylece kemik kırığına neden olabilecek etkenleri bir bütün halinde incelenebilme imkânı oluşur. 22 Ultrasonografi ölçümünde, ses dalgasının yayılımıyla kemiğin ses dalga hızı ve atenuasyonunda meydana getirdiği değişime bakılarak kemiğin yapısı hakkında bilgi sahibi olunur.^(107, 116)

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)

Trabeküler yapının noninvaziv yöntemle görüntülenmesini sağlayan bu teknikte, üç boyutlu ve yüksek çözünürlüklü görüntülerle trabeküler kemik kantitatif olarak değerlendirilir. Bu teknikte, kemik ve kemik iliği arasındaki maddenin manyetize edilebilme yeteneği farklılığı trabeküler kemiğin görüntülenmesini etkileyerek kemiğin yapısal özellikleri konusunda detaylı bilgiler verir. Sessiz kırıkları göstermedeki hassasiyeti kemik sintigrafisinden daha fazladır.^(87, 108, 109, 112)

Dual-Enerji X-Işın absorbsiyometresi (DEXA)

DEXA yönteminin fiziksel özellikleri Dual Foton Absorbsiyometri'ye (DFA) benzer ancak Gadalinium yerine x-ışını kullanılmaktadır. 1987 yılında kullanıma girmesinden itibaren kemik mineral yoğunluğu ölçümü için en sık kullanılan yöntem olmuştur. Çalışma prensibi çift enerjili ışınların kemiği geçerken bir kısmının kemik tarafından absorbe edilmesi sonucu kalan radyasyon miktarının hassas olarak ölçülmesi ve birim alanda absorbsiyona neden olan kemiğin mineral içeriğinin tahmin edilmesi prensibine dayanır. Sonuçta kemik mineral yoğunluğunu mineralizasyonuna göre farklı renklerde

gösteren bir görüntü oluşur. Bu görüntü üzerinden istenilen alanın ortalama mineral miktarı gr/cm² olarak hesaplanır.⁽¹⁰⁹⁾

Osteoporoz teşhisinde DSÖ tarafından kabul gören altın standart bir yöntemdir. Genelde lumbal vertebra ve femur boynundan ölçümler yapılmaktadır. Duyarlılık oranı yüksektir ve alınan radyasyon ortalama 1-3 µSv'tir. X-ışını kullanılan bu yöntemde ışın, absorbe etme özelliği olan diskin içinden geçerek hastanın ilgili dokusuna ulaşır. Dokudan elde edilen değer absorpsiyon metalinden elde edilen değere oranlanarak veri elde edilir.^(107, 117)

Tüm vücut DEXA ölçümü, kortikal kemik hakkında bilgi verdiğinden senil osteoporozun takibinde daha fazla önem kazanır.^(87, 92, 109, 112)

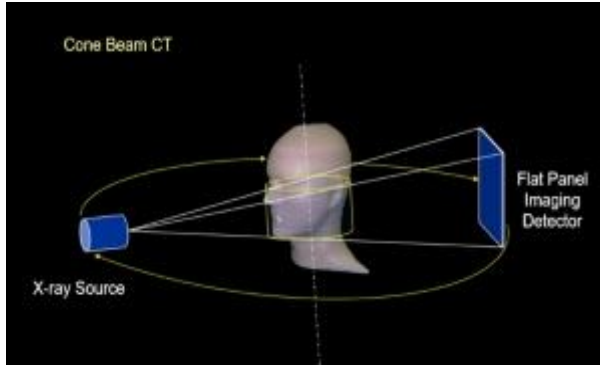
DEXA yöntemi kullanılarak yapılan ölçümlerde, kemik mineral yoğunluğu ölçüm sonuçları, genellikle sağlıklı genç erişkin popülasyonunun kemik mineral yoğunluğu ortalamasının standart sapma değeri olarak yorumlanan 'T' skoru şeklinde verilir. Kemik mineral yoğunluğu ölçüm sonuçları, yaş ve cins yönünden uygun kontrol gruplarının ortalamasının standart sapması olarak yorumlanan 'Z' skoru olarak da verilmektedir. 'Z' skoru klinik açıdan 'T' skoru kadar değerli olmamakla birlikte; senil osteoporozda kemik mineral yoğunluğunun değerlendirilmesinde 'Z' skoru 'T' skorundan daha değerlidir. 'Z' skoru, -1 SD' dan fazla olanlarda kırık riski iki kat artmışken; 'Z' skoru -2.5 SD'dan fazla olanlarda kırık riski dört katına çıkmıştır.^(109, 112)

2.4.Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT), konik ışın demetleriyle dedektörlerde elde edilen iki boyutlu görüntülerin şekillendirilmesi temeline dayanan bir görüntüleme yöntemidir. Işın kaynağı-detektör sistemi objenin etrafında dönerek seri şekilde iki boyutlu görüntüler oluşturulur.⁽¹¹⁸⁾

Bu görüntüleme verileri daha sonra, çoklu anatomik düzlemlerde, yani standart koronal, aksiyal ve sagittal anatomik düzlemlerde (şekil 2) ve bunların çeşitli paraplanar türevlerinde, parasagittal, parakoronal ve paraaksiyal olmak üzere ilgili

bölgenin tomografik görüntülerini nihai olarak oluşturan özel yazılım tarafından işlenir.



Şekil 2.7. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi çalışma prensibi

Anatomik dokuların daha iyi görüntüleneceği, hastayı daha az radyasyona maruz bırakan alternatif bir bilgisayarlı tomografi (BT) tekniğine yönelik çalışmalar yapılmıştır.⁽¹¹⁹⁾ KIBT görüntüleme yöntemi ilk olarak 1982 yılında Mayo klinik biyomekanik araştırmalar laboratuvarında anjiyografide yumuşak dokuların görüntülenmesi amacıyla kullanıldı.⁽¹²⁰⁾ KIBT teknolojisi 1992 yılında radyoterapide kullanılmaya başlandı.⁽¹²¹⁾ Sonraki yıllarda BT anjiyografisinde genel uygulamalar için ve girişimsel amaçlarla ilk KIBT cihazları geliştirildi.⁽¹²²⁾ Yıllar içerisinde cihaz daha da geliştirilerek 2001 yılından itibaren maksillofasiyal bölgedeki anatomik yapıların değerlendirilmesinde kullanılmıştır.⁽¹²³⁾

Oral ve maksillofasiyal bölge için özel KIBT tarayıcılarını, 1990'ların sonunda; Mozzo ve arkadaşları ise⁽¹¹⁹⁾ İtalya'da Arai ve arkadaşları⁽¹²⁴⁾ Japonya'da ve kullanmaya başlamışlardır.⁽¹¹⁸⁾

2.4.1. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Çalışma Prensibi

KIBT üniteleri dört kısımdan oluşmaktadır. Bunlar X ışını tüpü, tüpe enerji sağlayıcı jeneratör, X ışınlarını görüntü sinyallerine dönüştüren detektör ve tüptür.⁽¹²⁵⁾

Koni-ışın tekniği için geometrik konfigürasyon ve toplama mekaniği teorik olarak basittir. Bir röntgen kaynağından tek bir kısmi veya tam rotasyonel tarama yapılırken, ileri geri hareket eden bir alan detektörü, hastanın kafasındaki sabit bir dayanak noktası etrafında tarama ile eşzamanlı olarak hareket eder. Tarama dönüşü sırasında, her

projeksiyon görüntüsü, dedektör tarafından zayıflatılmış x-ışını ışınlarının sıralı, tek görüntü yakalamasıyla yapılır.⁽¹²⁶⁾

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografide piramidal veya konik şekilli x-ışını kaynağı kullanılır ve görüntünün elde edilebilmesi için 360°'lik bir ışınlama yeterli olmaktadır.⁽¹²⁷⁾ Dokudan geçen ışınlar flat panel dedektör veya “Charged Coupled Device” (CCD) dedektör tarafından kaydedilir.⁽¹²⁸⁾ 360o lik tarama esnasında, her 1° derece rotasyon için 1 adet olmak üzere, seri 360 adet hacimsel görüntü elde edilir bu veri seti herhangi bir kişisel bilgisayar tarafından incelenebilir pahalı ekipman gerekmez.⁽¹²⁴⁾ İncelenecek olan bölge; görüntüleme alanı olarak adlandırılır. Görüntüleme alanı aralığında 150 ila 600 adet ardışık düzlemsel projeksiyonlar elde edilir. Bu durum KIBT’yi medikal BT’lerden ayıran bir özelliktir. Ayrıca KIBT’lerde BT’den farklı olarak görüntü elde edilmesi için her bir kesitin ayrı ayrı ışınlanması gerekmez bu da KIBT’lerde hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu azaltmış olur.⁽¹²⁹⁾

2.4.2. Görüntü Oluşumu

Hastanın Ayarlanması

KIBT ünitlerinde hastanın durumu da göz önüne alınarak oturarak, ayakta veya sırtüstü yatar şekilde hasta konumlandırılarak görüntü elde edilebilir.^(125, 130) Yatar konumda görüntü elde edilmesi daha çok hastanın ciddi yaralanmalara maruz kaldığı durumlarda uygulanmaktadır. Oturarak ve ayakta konumlandırılarak yapılan görüntülemelerde hasta uzun süre hareketsiz duramayacağı için çekim süresi kısa olmalıdır. Oturarak ve ayakta çekimin uygulanmasında çekim sırasında hareket etmesine bağlı olarak oluşan artefaktlar ve doku konturlarının görüntü kalitesini olumsuz etkilemesini önlemek amacıyla çekim süresi mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır. Bunun için yapılan çalışmalar sonucu bu süre 9 saniyeye kadar düşürülmüştür.^(125, 130)

X Işını Oluşması

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazlarında x-ışını kaynağı olarak, dental panoramik cihazlarda kullanılan x-ışını tüpüne benzer düşük enerjili sabit anotlu tüpler

kullanılmaktadır. KIBT’de BT’deki yelpaze şeklindeki ışın demeti yerine konik x-ışını demeti kullanılır.⁽¹³¹⁾

KIBT cihazlarında, dedektörün örnek görüntüleri alacağı sayıda ışınlama yapılmaktadır. Işın sayısının kısıtlanmasından dolayı tüpün ekspozur zamanı, görüntü alınması için gereken süreçten oldukça kısadır (81). X-ışını tüpünün akımı(mA) ve voltajı(kVp) birbiriyle uyumlu olacak şekilde ayarlanır. ‘‘As Low As Reasonably Achievable (ALARA)’’ prensibine göre hastanın alacağı doz minimuma indirilir. Hastanın maruz kalacağı dozu etkileyen bir diğer faktör görüntüleme alanıdır.⁽¹³²⁾

Görüntülenmek istenen hacim görüntüleme alanı/sahası (Field of view-FOV) olarak da isimlendirilmektedir. FOV, görüntünün büyüklüğünü belirler.^(133, 134) Küçük bir FOV tercih edildiğinde daha düşük efektif doz ve daha kısa rekonstrüksiyon zamanı ile yüksek çözünürlüklü görüntü elde edilmesi sağlanır.^(135, 136) FOV alanından daha geniş bir tarama hacmi sağlamak için ise iki veya daha fazla taramadan veri elde edip bitişik görüntü hacimlerini kaynaştırma (stitching) yöntemi kullanılmaktadır.^(135, 136, 137, 138) Cihazın özelliğine göre farklı hacim ve alanları değerlendirmek mümkündür.

Geniş görüntüleme alanı (FOV) birimleri, 15-23 cm arası boyutlardadır ve maksillofasiyal travma, çenelerin patolojilerinin değerlendirilmesi, ortodontik tanı ve tedavi planlaması, temporomandibular eklem (TME) analizinde kullanılır. Orta FOV 10-15 cm arası boyutlardadır ve maksillo-mandibular görüntüleme, implant öncesi planlama ve patolojik durumlar için yararlıdır. 10 cm’den olan küçük FOV birimleri dentoalveoler görüntüleme ve endodontik uygulamalar için uygundur.⁽¹³⁹⁾

Görüntü Tarama Sistemi

Görüntü tarama ünitesi dedektör tipi baz alınarak iki grupta incelenebilir:

- a. Flat panel dedektör
- b. CCD / Image intensifier tube (IIT) kombinasyonu

Fiber optik bir kablo ile IIT ve CCD kamera sistemleri birbirlerine bağlanır. Ancak bu sistemde iki yöntemin kullanılmasından kaynaklanan distorsiyonları azaltmak için ön işleme ihtiyaç duyulur (84).

Flat panel dedektörler CCD/IIT kombinasyonu dedektörlerden daha küçük voksel boyutuna sahiptir bu da yüksek çözünürlük imkânı sunar. Flat panel dedektörler geometrik distorsiyona neden olmazlar ve hassas oldukları için daha az radyasyon maruziyeti oluşur.⁽¹³¹⁾ CCD/IIT dedektörlere göre daha iyi sonuçlar alındığı için KIBT sistemlerinin çoğunda flat panel dedektörler kullanılır.⁽¹³²⁾

Görüntü Rekonstrüksiyonu

İki boyutlu ham veriden üç boyutlu hacimsel görüntü, yani kesitsel görüntü elde edilmesi işlemine rekonstrüksiyon denir.⁽¹³²⁾ Hacimsel bir görüntü oluşabilmesi için, önce temel projeksiyonların elde edilmesi gerekir. Daha sonra bu veriler bilgisayar ortamında işlenir. Buna primer rekonstrüksiyon adı verilir.

KIBT sistemi 17 hasta etrafında bir tam tur dönüşünü yaklaşık 30 saniye gibi kısa bir sürede tamamlasa da, bu süre zarfında 100 ile 600 projeksiyon görüntüsü toplanır. Her bir görüntü bir milyondan fazla piksele ve 12-16 bit arasında değişen bir gri skala değerine sahiptir. Bu da işlemin ne kadar karmaşık olduğunu göstermektedir. Geleneksel BT cihazlarında, veriler yüksek işlem gücüne sahip bir bilgisayarda toplanıp ethernet ağı ile ana bilgisayara yönlendirilir. KIBT sisteminde ise yüksek maliyetli ekipmana ihtiyaç kalmadan kişisel bilgisayarlarla verilerin rekonstrüksiyonu yapılabilir. Rekonstrüksiyon zamanı; incelenecek alanının büyüklüğü, voksel boyutu, projeksiyon sayısı gibi etkenler yanında bilgisayarın donanımı ve yazılımın kullandığı algoritmaya da bağlı olarak yaklaşık 5 dakika sürmektedir.⁽¹⁴⁰⁾

Görüntünün Ekranda Gösterilmesi

Hacimsel veri, voksellerin tamamının bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır. Çoğu KIBT cihazında, aksiyel, koronal ve sagittal olmak üzere 3 düzlemde görüntü klinisyene sunulmaktadır. Rekonstrükte edilmiş görüntülerin en iyi şekilde izlenebilmesi için pencere seviyesinin ve genişliğinin ayarlanması ve uygun filtrelerin kullanılmasına bağlıdır.⁽¹⁴¹⁾

Uzaysal Çözünürlük- Voksel Büyüklüğü

Dijital hacimsel verinin en küçük ünitesi vokseldir. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi voksellerinin 3 düzlemde boyutları eşittir bu nedenle izotropiktir. Konvansiyonel

BT’de ise vokseller anizotropiktir. Voksel boyutları cihazdan cihaza farklılık gösterip 0.125 ile 0.4 mm arasında değişir.⁽¹³¹⁾ KIBT sistemlerinde uzaysal çözünürlük öncelikli olarak dedektörün piksel boyutuyla ilgili iken, ışın projeksiyon şekli, hasta saçılması, fokal spot boyutu, ham imajların sayısı ve rekonstrüksiyon algoritması da final çözünürlüğü için etkili faktörlerdir.⁽¹⁴²⁾

Gri Skala

Her bir vokselde atenüasyona bağlı olarak bir gri değer elde edilir. Bu değer farklılıklarını gösterebilmesi ufak kontrast farklılıklarını görüntüleme kabiliyetiyle ilişkilidir. Yani ne kadar fazla gri tonu varsa ayrıntılar netleşir. Bu parametre bit derinliği olarak tanımlanmaktadır. Son nesil KIBT cihazları genellikle 12 bit veya 14 bit imajlarına, yani 212 (4096) veya 214 (16384) gri renk tonuna sahiptirler.^(135, 136) Buna ek olarak yapılan çalışmalarda insan gözünün 700-900 gri renk tonu ayırt edebildiği belirtilmiş olup bit derinliğinin artışı belli bir aşamadan sonra diagnostik açıdan sınırlı kalacağı göz önünde bulundurulmalıdır.⁽¹⁴³⁾

2.4.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Kullanım Alanları

CBCT görüntüleme tekniği ile dişler ve kemiklerin normal anatomik yapıları, patolojileri, travmalar, gömülü dişler, paranasal sinüs komşulukları, kistler ve tümörler görüntünün istenen aks üzerinde döndürülmesi sayesinde farklı yönlerden kolaylıkla değerlendirilebilmektedir.^(126, 141) Oluşturulan üç boyutlu (3D) görüntüler; özellikle periodontal kemik defektiyle karakterize periodontal hastalıkların belirlenmesinde, TME patolojilerinin (osteofit, erozyon, fraktür, ağrı, disfonksiyon) teşhisinde, ortodontik uygulamalar veya ortognatik cerrahi planlamasında, implant uygulaması öncesinde kemiğin kalınlığının ölçülmesi ve yoğunluğunun değerlendirilmesinde kolaylık sağlamaktadır.⁽¹⁴⁴⁾

Tükürük bezi hastalıklarının önemli belirtilerinden olan sialolitlerin görüntülenmesinde KIBT görüntüleme yöntemi US ve BT kadar başarılı bulunmuştur.⁽¹⁴⁵⁾ KIBT ile doğuştan ve sonradan kazanılmış maksillofasiyal deformitelerin analizlerinin yapılmasında başarılı bulunmuştur.⁽¹⁴⁶⁾

2.4.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Avantajları

KIBT cihazları medikal BT cihazlarıyla kıyaslandığında maliyeti oldukça düşüktür ve fiziksel olarak daha küçük olduğundan görüntüleme merkezi kullanım için daha elverişlidir.⁽¹³⁵⁾

BT cihazlarından elde edilen veriler üzerinde direk çalışmak mümkün değildir. Bu verilerin uygun programlarla diagnostik amaçlı kullanıma dönüştürülmesi özel ekipman ve fazla ekonomik yük getirir. KIBT’de veriler kişisel bilgisayarlar ile değerlendirilebilir, herhangi bir ek donanım gerektirmez.⁽¹³⁶⁾

Daha küçük FOV’da görüntüleme yapabilen KIBT cihazlarında radyasyon dozu genellikle medikal BT’den çok daha azdır. Daha az radyasyon dozuna ek olarak daha kısa tarama zamanı da avantajlarından biridir. Tarama süresinin daha kısa sürede tamamlanması ile hareket artefaktı oluşma olasılığı da azalmaktadır.^(141, 147)

Voksellerin izotropik olması nedeniyle yapılan ölçümler farklı düzlemlerde de olsa doğru sonuçlar verir.⁽¹⁴⁸⁾

Dentofasiyal uygulamalarda, kafa ve boyun taramalarında KIBT’ın görüntü kalitesi BT’lere göre daha yüksektir.⁽¹⁴⁹⁾

BT cihazlarında tüm maksillofasiyal bölge görüntülenirken, KIBT her hastanın ilgili bölgesini taramaya uygun FOV seçilmesine imkân vermektedir.^(135, 150, 151, 152)

Geleneksel BT’lere göre diş ve kemik gibi dens yapıların görüntülenmesi daha iyidir. Metal artefaktı görülme miktarı, BT’ye oranla daha düşük seviyededir.⁽¹⁴⁶⁾

KIBT’de görüntüler ile sagittal, koronal ve aksiyal üç ortogonal düzlemler ile multi - planar reformat (MPR) olarak oblik ve eğimli düzlemlerde incelenebilmektedir.^(136, 137, 138, 153)

2.4.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Dezavantajları

KIBT görüntüleri yumuşak dokunun incelenmesinde yetersiz olup endikasyon belirlenmesinde göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıntılı yumuşak doku

değerlendirmesinde yetersiz olmasına rağmen yumuşak doku içerisinde yeterli kalsifikasyon gösteren oluşumlar görüntülenebilir.^(133, 147, 153)

Artefaktların varlığı görüntü kalitesini düşürmektedir.⁽¹⁵⁴⁾

KIBT cihazlarının, geleneksel dijital radyografilere göre maliyetleri daha yüksektir.⁽¹⁵⁵⁾

Küçük dedektör boyutuna sahip cihazlarda görüntü boyutu sınırlıdır.⁽¹³¹⁾

2.4.6. Hounsfield Unit ile Değerlendirme

Hounsfield Unit (HU) bilgisayarlı tomografide (BT) ilgili bölgenin X ışınlarını geçirme durumuna göre yoğunluğunun belirlendiği bir yöntemdir.⁽¹¹⁸⁾ BT’de dijital görüntüleme sistemi piksel adı verilen resim elemanlarından oluşur. Piksellerin seçilen kesit kalınlığına göre voksel denilen belli hacmi vardır. Voksel, organizmada absorbe edilen X-ışını miktarını sayısal değerlere dönüştürür. Bu sisteme HU denilmektedir. İlgilenilen bölgenin HU birimiyle kemik yoğunluğu belirlenebilmektedir.⁽¹⁵⁶⁾

Hounsfield birimleri, BT görüntülemeyi kaynaklanan standart numaralardır. HU, hava (-1000 HU), su (0 HU) ve kemik yoğunluğu (+1000 HU) değerlerine dayalı olarak kalibre edilmiş bir gri seviye ölçeğine göre vücut dokularının bağıl yoğunluğunu temsil eder.⁽¹⁵⁷⁾

BT ve KIBT’de yoğunluk ölçüm sistemlerine HU olarak adlandırılmasına rağmen iki cihazın HU değerleri uyumsuzdur. BT’de HU ölçümlerinde suyun değeri 0 kabul edilerek yoğunluk arttıkça 1000’e kadar yükselmekte⁽¹⁵⁶⁾ bazı markalarda KIBT’de ise suyun değeri 0 kabul edilip yoğunluk arttıkça 3000’e kadar artmaktadır (İ-CAT kullanma kılavuzu 2008). Ayrıca farklı markalı KIBT cihazlarında da HU sistem skalasında standart yoktur. Bu durum farklı makinalarla yapılan HU ölçümlerinde yorumlama zorluğu oluşturmaktadır.^(158, 159)

Birçok çalışma, BT’de çenelerin bağıl kemik yoğunluğunu değerlendirmek için HU kullanımını değerlendirmiştir ve HU, BT görüntülemeyle ilişkili yüksek radyasyon dozlarına rağmen kemik yoğunluğunu analiz etmek için yararlı bir yöntem gibi görünmektedir (148, 149). Günümüzde, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, daha düşük

radyasyon dozu ile ilişkili yeterli görüntü kalitesi sağladığından, mineralize dokuları değerlendirmek için diş hekimliğinde çok kesitli BT'nin yerini giderek daha fazla almaktadır.⁽¹²³⁾

Son on yılda kullanılmaya başlanan ve güncel bir görüntüleme yöntemi olan KIBT'daki HU ile yoğunluğun belirlenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. ^(159, 160, 161) KIBT'da görüntüleme sırasında homojen olmayan dokulardan geçen ışın demetleri farklı yönlerde saçılma oluşturarak görüntü artefaktları ve görüntü gürültüsü (noise) oluşturmaktadır. Bu durum HU değerlerinin hatalı sonuç vermesine neden olmaktadır.⁽¹⁶²⁾ Bunu önlemek için üretici firmalar halen çalışma yapmakta olup özel işletim sistemleri ve filtreler geliştirmektedirler.⁽¹²⁵⁾

KIBT'daki HU güvenilirliğiyle ilgili in vitro çalışmalar da yapılmıştır. Bu çalışmalarda fantom veya hayvan başının farklı bölgelerine farklı maddeler yerleştirilmiştir. Farklı bölgelere yerleştirilen aynı maddenin HU değerlerinde değişme olup olmadığına bakılarak HU'nun güvenilirliği değerlendirilmiştir. Bazı çalışmalarda objenin farklı yerlere lokalizasyonunda HU değerlerinde değişme olmadığı görüldüğü KIBT'daki HU'nun klinik uygulamalarda kullanılabileceği bulunmuştur. ^(159, 160, 161)

Tahmineh Razi ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada BT'deki HU değerini KIBT'deki gri skala ile arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak KIBT'deki gri skalanın implant tedavisi öncesi kemik yoğunluğunu ölçmek için standart olduğu düşünüldüğünde, BT taramasına göre daha düşük doz ve maliyet nedeniyle önerilmektedir.⁽¹⁶³⁾

2.4.7. Radyomorfometrik Analiz

Radyomorfometri, görüntüleme incelemelerinde kantitatif ve kalitatif ölçümler yoluyla kemik değerlendirmesinden oluşur. ⁽¹⁶⁴⁾

Diş hekimliğinde kullanılan periapikal radyografi, panoramik radyografi^(165, 166, 167, 168, 169, 170, 171) ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi^(172, 173, 174, 175) gibi görüntüleme yöntemlerinde çeşitli analiz yöntemleri kullanılarak osteoporoza ait bulguların belirlenmeye çalışıldığı çalışmalar bulunmaktadır.

Bu çalışmalarda çeşitli görüntü analiz yöntemleri kullanılmıştır. Panoramik radyografilerle belirlenen mandibula alt kenarının görünürlüğüne göre mandibular kortikal indeks (MCI)⁽¹⁷⁶⁾, mandibula kortikal kalınlığına göre mandibular kortikal kalınlık (MI)⁽¹⁷⁷⁾ve mandibular kortikal kalınlığının ölçümünün mental foramen ile inferior mandibular kortikal arasındaki uzaklığa olan oranı olan panoramik mandibular indeksleri (PMI)⁽¹⁷⁸⁾osteoporozun çene kemiklerindeki etkilerini değerlendiren çalışmalarda kullanılmıştır.

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), düşük KMY'li hastaların belirlenmesinde yararlı bir araç olabilir. CBCT, örtüşmeden, büyütmeden veya bozulmadan yapı görüntüleri sağlar ve üç boyutlu görüntülemeye izin verir.⁽¹⁷⁹⁾ Bu nedenle, tomografik görüntülerin niceliksel ve niteliksel indeksler ile düşük BMD arasındaki korelasyonların araştırılmasını kolaylaştırması beklenmektedir.^(179, 180, 181)

Koh ve arkadaşları⁽¹⁸⁰⁾ KIBT ile yaptıkları araştırmada üç boyutlu görüntünün avantajını kullanarak mental foramenin olduğu bölgeyi kesitsel görüntü ile değerlendirmişlerdir. Panoramik radyografilerde kullanılan MCI, MI, PMI indekslerine benzer indeksleri çapraz kesitsel görüntülerle incelemişlerdir. Bu indeksler şunlardır:

KTI (S): Kortikal bölgenin genişliğinin mental foramenin üst kenarının mandibula alt kenarına uzaklığına oranıdır.

KTI (I): Kortikal bölgenin genişliğinin mental foramenin alt kenarının mandibula alt kenarına uzaklığına oranıdır.

KTMI: Foramen mentalenin olduğu bölgede kortikal bölgenin genişliğidir.

KTCI: Panoramik radyografilerde kullanılan MCI'nın aynısıdır. Yani kortikal bölgenin görüntüsüne göre C1, C2, C3 olmak üzere 3 grupta incelenir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Kliniği'ne Ocak 2019 ve Ocak 2023 tarihleri arasında teşhis ve tedavi amacıyla başvurmuş, gastrik bypass veya sleeve gastrektomi operasyonu geçirmiş, 18 yaş ve üstü bireylerin çene kemiği yoğunluğu ölçümü amaçlanmıştır. Çalışma için Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (Onay tarih : 08.08.2023, Karar no: 540).

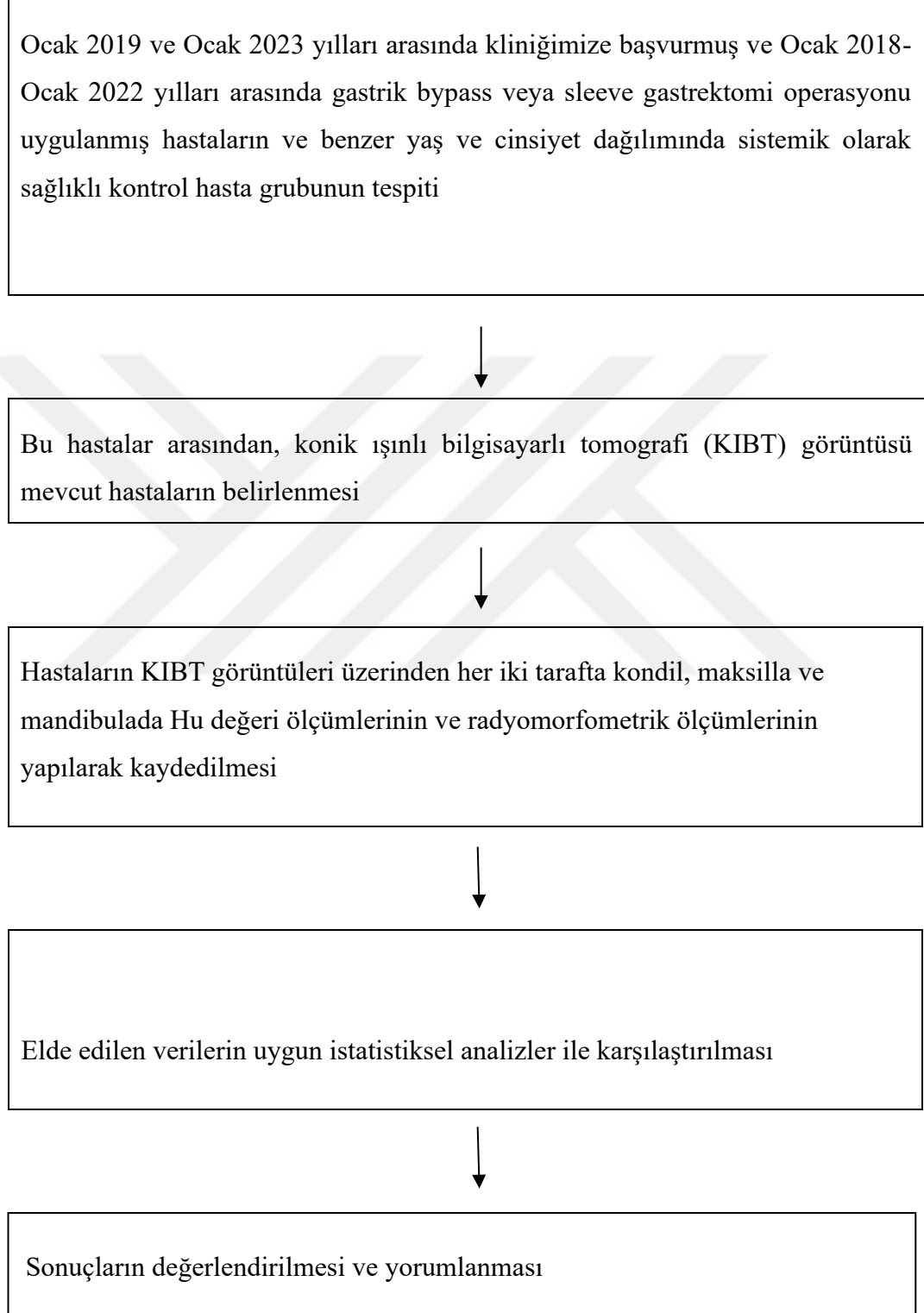
3.1. Hasta Seçimi

Bu retrospektif çalışmaya Ocak 2018 ve Ocak 2022 tarihleri arasında gastrik bypass veya sleeve gastrektomi operasyonu geçirmiş, teşhis (kist, gömülü diş, paranasal sinüs değerlendirmesi vb.) ve tedavi planlaması amacıyla Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) çekirmiş olan, 18 yaş üzeri (3 erkek, 7 kadın) 10 hasta dahil edildi. Hastaların PTH intakt, serum kalsiyum ve D3 vitamin ölçümü takipleri Akdeniz Üniversitesi genel cerrahi polikliniği ve dahiliye poliklinikleri tarafınca yapılmış olup, D3 vitamini ve kalsiyum değerleri sınırda veya hafif düşük değerlerde izlenirken; PTH intakt değerleri sınırda veya hafif yüksek seyretmekteydi. Kontrol grubunda ise benzer yaş ve cinsiyet dağılımında, sistemik olarak sağlıklı ve Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi çekirmiş hastaların tespiti yapıldı. 18 yaş altı hastalar, kemik metabolizmasını etkileyebilecek sistemik hastalıkları (hiperparatiroidi, osteoporoz, diabetes mellitus, ankilozan spondilit, Marfan sendromu, talasemi, lösemi vb.) bulunan bireyler, kemik metabolizmasını etkileyebilecek ilaçlar (kortizon, heparin, L-tiroksin, antikonvulsif ilaçları ve kemoterapötik ajanlar) kullanan bireyler çalışma dışında bırakıldı.

Çalışmaya dahil olan onamları alınmış bireylerin KIBT görüntülerinin tümü aynı cihazda (Veraview X800, J. MORİTA MFG. CORP. JAPAN, 2019), aynı röntgen teknisyeni tarafından çekildi. Hasta pozisyonlandırılmasında cihazda oluşan vertikal çizginin hastanın sagittal düzlemine paralel olmasına, horizontal çizginin Frankfurt düzleminden geçmesine ve yere paralel olmasına dikkat edildi. Çekim parametreleri 100 kVp, 10 mA, 35,72 saniye, voksel büyüklüğü 0.2mm, görüntü alanı 13cm

yükseklikte, 10cm genişlikte olacak şekilde ayarlandı. Görüntülerin incelenmesinde kesit kalınlığı 0.2 mm olarak belirlendi.

3.2.Çalışma Şeması



3.3. Radyografik Analiz

Çalışma gruplarının KIBT görüntülemesinden elde edilen kesitsel görüntülerinde, kesitsel görüntü içerisinde foramen, nazal fossa, maksiller sinüs, kanal, diş kökü gibi kemik yapı içermeyen anatomik yapıların bulunmamasına dikkat edilerek, incelenecek görüntü kesiti belirlendikten sonra, mandibulada sağ ve sol tarafta radyomorfometrik indekslerin ölçümü, cihazın özelliği olarak belirlenebilen HU ölçümü yapıldı.

3.3.1. Radyomorfometrik İndeksler

Radyomorfometrik indeks ölçümleri Koh ve arkadaşlarının bildirdiği şekilde (180) bilgisayarlı tomografi indeksi (inferior) (KTI) (I), bilgisayarlı tomografi indeksi (süperior) (KTI) (S) ve bilgisayarlı tomografi mandibular indeks (KTMI) ölçümleri şeklinde yapıldı.

KTI (S): Mandibulada inferior kortikal genişliğin, mental foramenin üst sınırı ile mandibula alt kenarı arasındaki uzaklığa oranıdır.

KTI (I): Mandibulada inferior kortikal genişliğin mental foramenin alt kenarı ile mandibula alt kenarı arasındaki uzaklığa oranıdır.

KTMI: Mandibulanın inferior kortikal genişliğidir.

Radyomorfometrik indeks ölçümlerinde aşağıdaki işlem sırası takip edildi:

1.KIBT’da mandibulada sağ ve sol tarafta foramen mentaleyi en net gösteren kesitsel görüntü seçildi. (Resim 1)

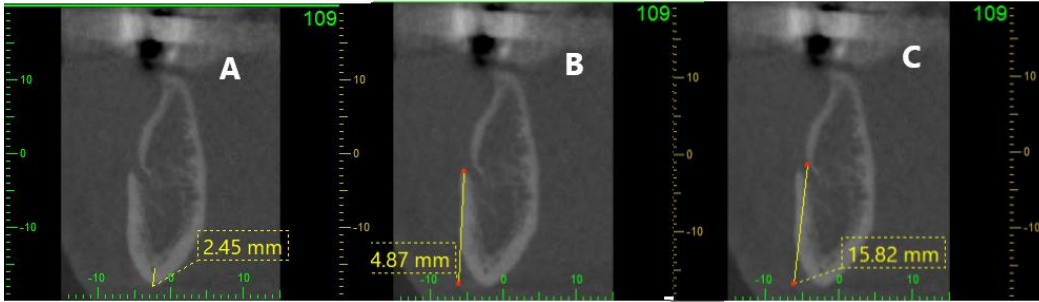
2. KTMI ölçümü için kesitsel görüntüde horizontal olarak uzanan çizgi mandibula alt kenarına teğet geçecek şekilde konumlandırıldı ve bu çizgiye inferior kortikal genişliğin üst sınırından dik bir doğru indirilerek, bu dikmenin uzunluğu ölçülerek KTMI belirlendi.

3. KTI (I) ölçümü için, kesitsel görüntüde horizontal olarak uzanan çizgi mandibula alt kenarına teğet geçecek şekilde konumlandırıldı ve bu çizgiye, mental foramenin alt kenarından dik bir doğru indirilerek, bu dikmenin uzunluğu ölçüldü. Kortikal genişliğin (KTMI) bu ölçüye uzunluğa oranı alınarak, KTI (I) belirlendi.

4. KTI (S) ölçümü için, kesitsel görüntüde horizontal olarak uzanan çizgi mandibula alt kenarına teğet geçecek şekilde konumlandırıldı. Bu çizgiye, mental foramenin üst kenarından dik bir doğru indirilerek, bu dikmenin uzunluğu ölçüldü. Kortikal genişliğin (KTMI) bu ölçüye uzunluğa oranı alınarak, KTI (S) belirlendi. (Resim 2)



Şekil 3.1. KIBT kesitsel görüntüsünde foramen mentalenin en iyi izlendiği kesitin belirlenmesi

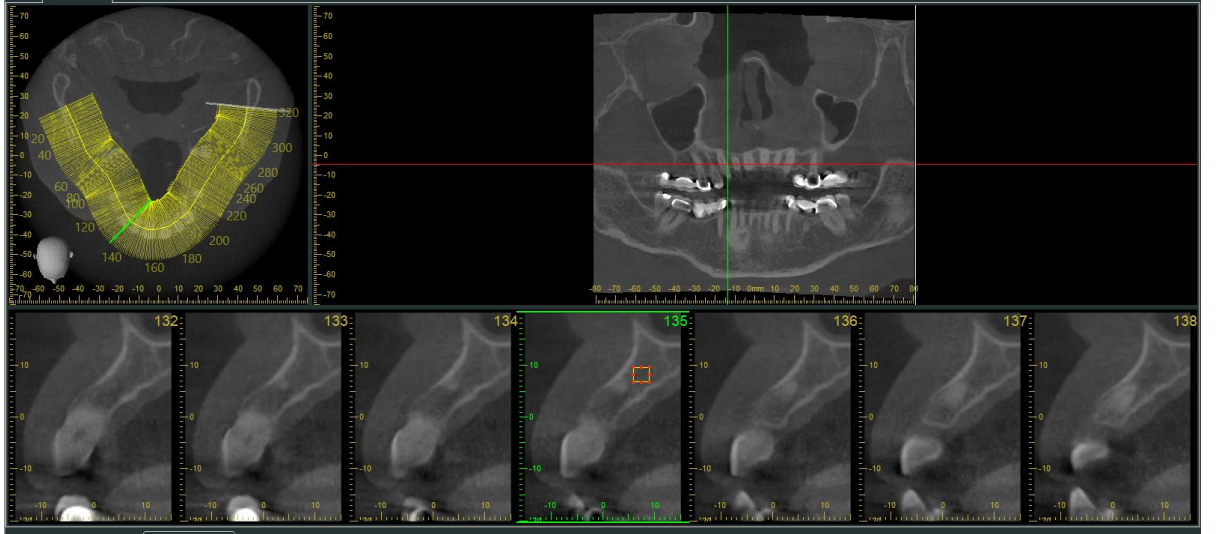


Şekil 3.2. Radyomorfometrik indeks ölçümlerinin yapılması; A: KTMI ölçümü: Mandibulada inferior kortikal genişlik ölçülmüştür; B: KTI (I): Mental foramenin alt kenarı ile mandibula alt kenarı arasındaki uzaklık ölçülmüştür; C: KTI (S): Mental foramenin üst sınırı ile mandibula alt kenarı arasındaki uzaklık ölçülmüştür.

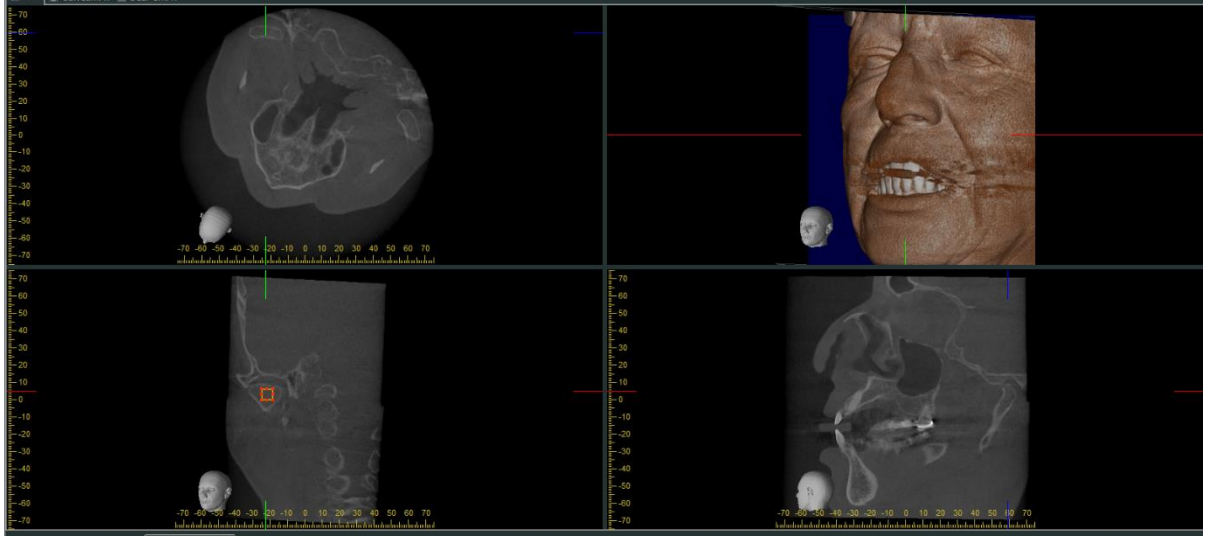
3.3.2. Hounsfield Unit Ölçümleri

HU ölçümlerinde aşağıdaki işlem sırası takip edildi:

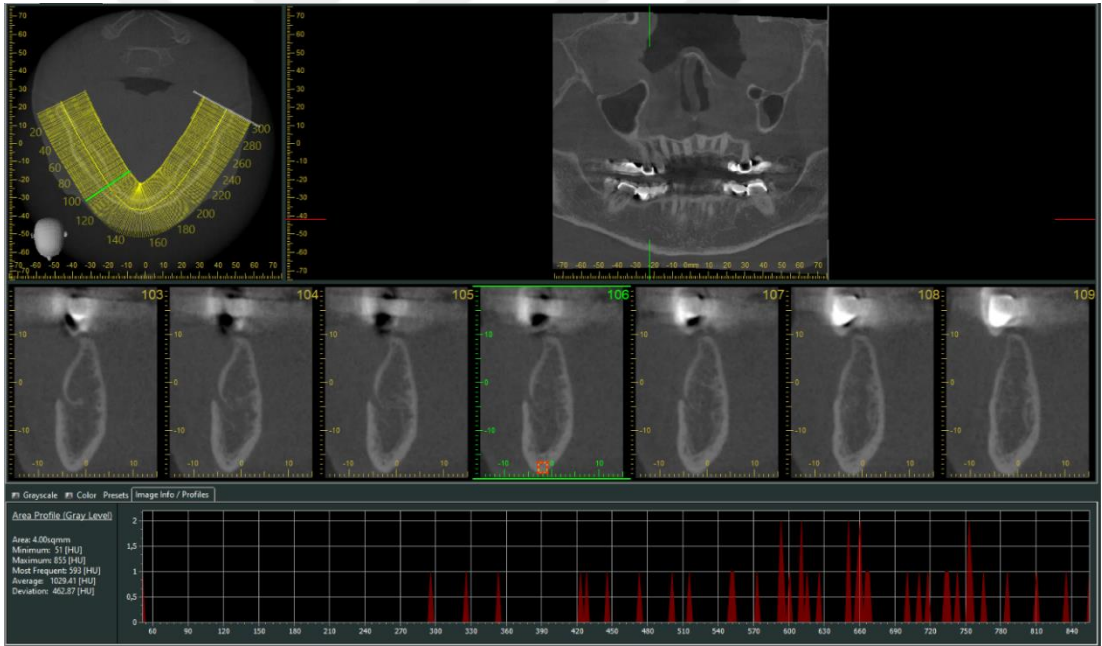
1. Maksillada HU ölçümleri, KIBT kesitsel görüntülerde sağda ve solda lateral kesici ve kanin dişler bölgesinde 3×3mm büyüklüğünde spongioz kemiği içeren tek bir alan seçilerek yapıldı (Resim 3)
2. Kondil başında HU ölçümleri için KIBT kesitsel görüntülerde sağda ve solda kondil başlarının en geniş izlendiği 7×6 mm büyüklüğünde spongioz kemiği içeren tek bir alan seçilerek yapıldı. (Resim 4)
3. Mandibulada kortikal bölgenin değerlendirilmesi için KIBT kesitsel görüntülerde sağda ve solda foramen mentaleyi net gösteren görüntüdeki kortikal bölgede spongioz bölgeye taşmadan 2 ×2 mm büyüklüğünde tek bir alan seçilerek yapıldı. (Resim 5)



Şekil 3.3. Sağ Maksiler kemikte spongioz bölgede KIBT kesitsel görüntülerde lateral kesici ve kanin dişler bölgesinde HU ölçümünün yapılacağı 3×3mm büyüklüğünde alanın (sarı kutucuk) belirlenmesi



Şekil 3.4. Sağ kondil başının KIBT kesitsel görüntülerinden spongios kemik alanının en geniş izlendiği kesit belirlenip, HU ölçümünün yapılacağı 7×6 mm büyüklüğündeki alanın seçimi



Şekil 3.5. Kortikal kemik bölgesinde HU ölçümü için foramen mentalenin en iyi görüldüğü KIBT kesitsel görüntüsü belirlendikten sonra 2×2 mm boyutlarında alanın (sarı kutucuk) seçimi

3.4 İstatistiksel Analiz

Değerlendirilen sayısal verilerin istatistiksel analizleri için IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 20 programı kullanılmıştır.

Çalışmada KIBT üzerinde ölçülen radyomorfometrik indeksler ve 6 bölgede uygulanan (kondil, maksilla, mandibula) HU değeri analizleri karşılaştırılmıştır.

Değişkenler ortalama (Ort.), standart sapma (SS), medyan (Med.), minimum (Mim.) ve maksimum (Maks.) değerlerine göre verilmiştir. Grupların karşılaştırılması için Mann-Whitney U Testi uygulanmıştır.

Değişkenlerin gruplara göre dağılımını göstermek adına kutu-çizgi grafiklerinden yararlanılmıştır.

Analiz sonuçları $p < 0,05$ değerine göre değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1.Araştırma Grubu

Araştırma grubunda bariatrik cerrahi geçirmiş ve sistemik hastalıkları kontrol altına alınmış olan 10 birey (diabetes mellitus, hipertansiyon, hiperlipidemi vs.) ve sistemik olarak sağlıklı ameliyat geçirmemiş kontrol grubunda 10 birey yer aldı. Bariatrik cerrahi geçirmiş bireylerin yaş ortalaması 47.6 ± 10.8 kontrol grubu yaş ortalaması 53.1 ± 9.7 olarak tespit edildi. Cerrahi geçirmiş bireylerin cinsiyet dağılımı 3 erkek, 7 kadın iken, kontrol grubunda 5 kadın, 5 erkek yer almıştır.

Çalışmaya dahil olan bireylerin yaşlarının benzer olduğu görülmüştür. ($p = 0,246$)

4.2.Radyografik Analiz Bulguları

4.2.1. Radyomorfometrik İndekslerin Değerlendirilmesi

Mandibuladaki radyomorfometrik indeks ölçümleri mandibulanın sağ ve sol tarafında yapıldı. Her iki tarafta da KTMI, KTI(S), KTI(I) ölçüm değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı.(Tablo 6)

Tablo 4.1. Çenelerde yapılan radyomorfometrik indeks ölçümlerinin bölgelere göre değerleri Mann Whitney U Test İstatistiği karşılaştırma sonuçlarıyla p değerleri gösterilmektedir.

Grup	Bariatrik Cerrahi Geçirenler(s=10)					Kontrol Grubu(s=10)						
	Ort.	SS	Med.	Min.	Maks.	Ort.	SS	Med.	Min.	Maks.	MW U	p
Sağ Mandibula KTMI	3,8	0,6	3,7	3	4,7	3,9	0,6	3,8	2,9	4,7	0,303	0,796
Sağ Mandibula KTI(I)	0,3	0,1	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,3	0,2	0,4	0,605	0,579
Sağ Mandibula KTI(S)	0,4	0,5	0,3	0,2	1,8	0,3	0,1	0,2	0,2	0,4	- 0,832	0,436
Sol Mandibula KTMI	4	0,6	4	3,2	5	4	0,6	3,9	2,7	4,7	- 0,114	0,912
Sol Mandibula KTI(I)	0,3	0,1	0,3	0,2	0,5	0,3	0,1	0,3	0,2	0,4	- 0,454	0,684

Sol Mandibula KTI(S)	0,3	0,1	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	-0,302	0,796
-----------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------	-------

4.2.2. HU Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

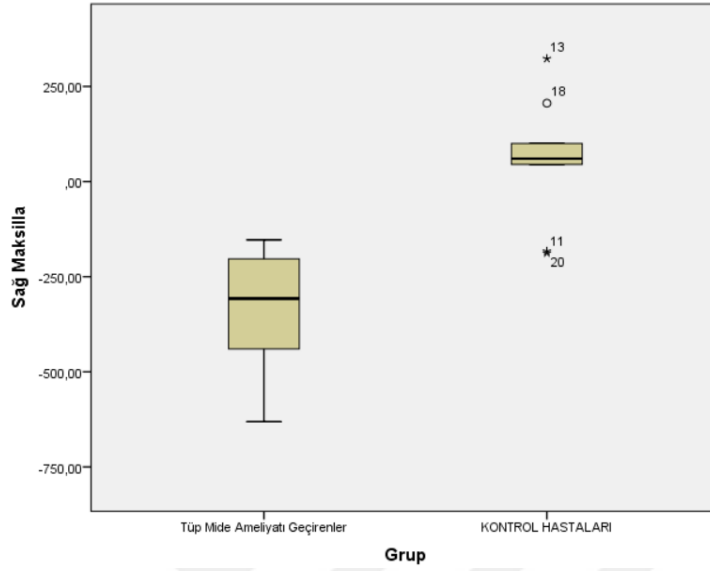
Çene kemiklerinde sağ ve sol maksilla, sağ ve sol mandibula, sağ ve sol kondil olmak üzere altı ayrı bölgeden yapılan HU ölçümleri değerlendirildi. Bariatrik cerrahi geçiren bireylerin HU değerleri özellikle spongioz kemik içeriği daha yüksek olan sağ maksilla ($p<0,0001$), sol maksilla ($p=0,001$) ve sağ kondilde (0,052) kontrol grubuna göre daha düşük bulundu.(Grafik 1,2,3) Sol kondil, sağ ve sol mandibulada HU değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamadı.(Tablo 7)

Tablo 4.2. Her iki kondil, maksilla ve mandibulada Hu değeri ölçümleri

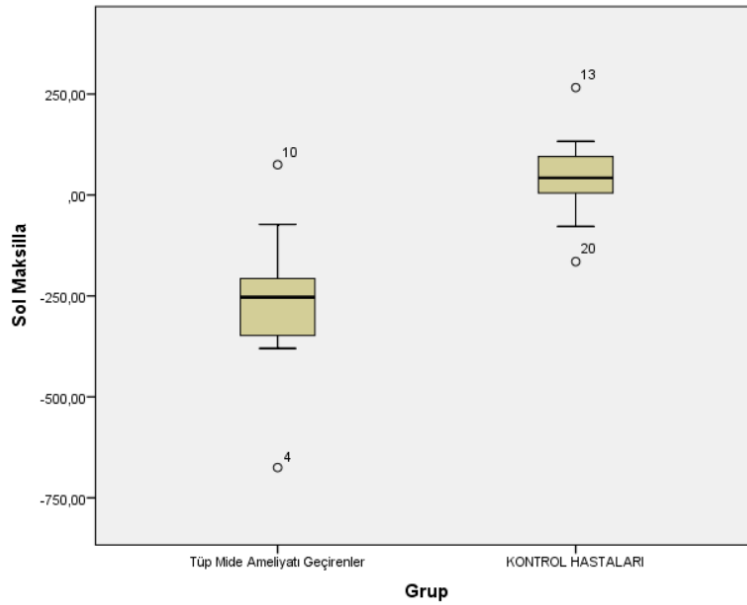
Grup	Tüp Mide Ameliyatı Geçirenler (s=10)					KONTROL HASTALARI (s=10)						
	Ort.	SS	Med.	Min.	Maks.	Ort.	SS	Med.	Min.	Maks.	MW U	p
Yaş	47,6	10,8	50,5	32	63	53,1	9,7	55,5	33	64	1,212	0,247
Sağ Kondil	-336	108,7	-332,5	-526	-169	-235,9	102,9	-235	-406	-11	1,965	0,052*
Sol Kondil	-288,1	143,1	-254,5	-617	-162	-197,6	77,9	-204	-327	-53	1,436	0,165
Sağ Maksilla	-338,9	169,7	-307,5	-631	-153	55,5	153,9	60,5	-188	323	3,479	<0,001*
Sol Maksilla	-265,2	196,2	-253	-675	75	44,6	117,5	42,5	-165	266	3,175	0,001*
Sağ Mandibula	540,2	133	619,5	283	654	684,7	128,9	697,5	536	902	1,965	0,052
Sol Mandibula	552,8	157,3	641,5	316	715	699,4	94,6	692,5	603	868	1,778	0,075

* $<0,05$; MWU: Mann Whitney U Test İstatistiği.

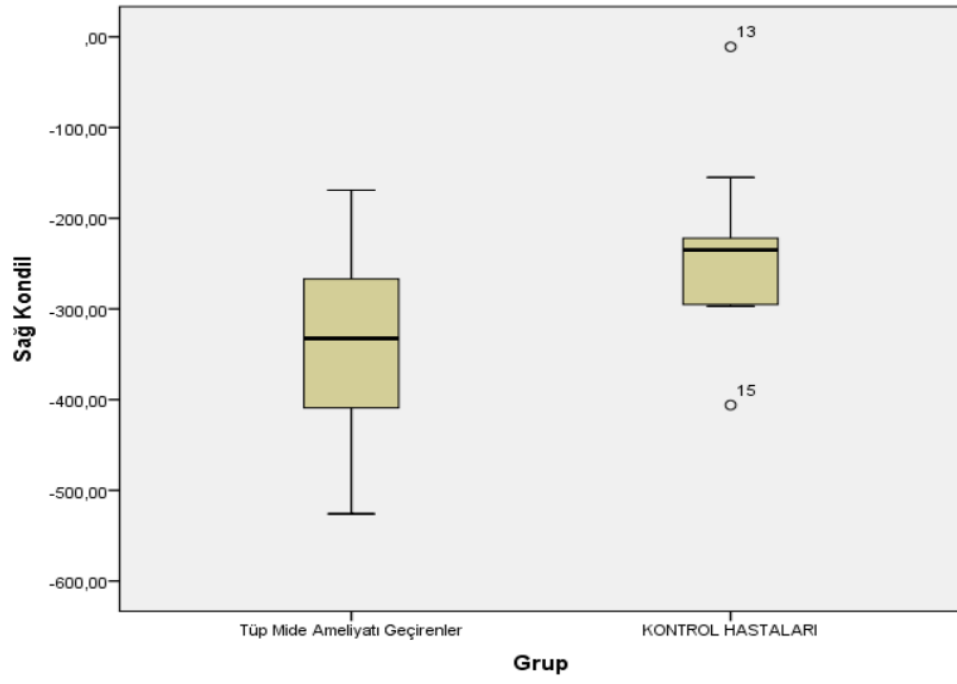
Grafik 4.1. Sağ maksilla HU değeri ölçümleri farkı



Grafik 4.2. Sol maksilla HU değeri ölçümleri farkı



Grafik 4.3. Sağ kondil HU değeri ölçümleri farkı



5. TARTIŞMA

Şiddetli obezite ve komplikasyonları, halk sağlığının en kritik nedenleri arasındadır ve dünya çapında önlenabilir ölümlerin önde gelen nedenlerinden biridir. Hekimler bu sorunu 21. yüzyılın en ciddi halk sağlığı sorunlarından biri olarak kabul etmektedir.^(182, 183) Bu hastalık kalp-damar hastalıkları, Tip II diyabet, uyku apnesi, bazı kanserler, osteoartrit gibi pek çok hastalığın nedenidir.^(184, 185, 186) Diyet ve egzersiz birlikte aşırı kilo ve buna bağlı bozuklukları kontrol edebilir, ancak en etkili obezite tedavisi bariatrik cerrahidir.⁽¹⁸²⁾ Kiloda ve eşlik eden hastalıklarda belirgin iyileşme olmasına rağmen, bariatrik cerrahinin kemik kaybını hızlandırarak iskelet üzerinde olumsuz bir etki oluşturabileceği ve böylece kemik kırılma riskini artırabileceği yönünde artan bir endişe vardır.⁽¹⁸⁷⁾ Kusurlu mineralizasyondan kaynaklanan osteoporoz ve osteomalazi, gastrik bypass ile kemik değişimi için erken bir model olan gastrektominin uzun vadeli komplikasyonları olarak kabul edilmiştir.⁽¹⁸⁸⁾

İskelet sistemi ve kemikler, vücudun bütünlüğünü korumanın yanı sıra insan vücudunun endokrin sisteminin bir parçasıdır. Bunun sonucunda kemikler sürekli olarak yeniden şekillenir ve tamamen yenilenir.⁽¹⁸⁹⁾ Araştırmalara göre insan vücudunun iskelet sistemi neredeyse her 10 yılda bir tamamen yenilenmektedir ancak bu yenileme hızı süngerimsi kısımlarda kemik iliğinden daha hızlı gerçekleşir.⁽¹⁹⁰⁾

Bariatrik cerrahi sonrası kemik kaybına etki eden metabolik değişiklikler, standart kilo kaybına göre daha yaygın ve hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Öte yandan, bu hızlı değişikliklere minimal gıda alımı, mikro besin emilimi ve diğer metabolik değişiklikler de eşlik etmektedir.⁽¹⁹¹⁾ Araştırmacılar, ameliyat sonrası kemik kaybı mekanizmalarının önde gelen nedenlerini, mekanik boşaltma ve başlangıçtaki kalsiyum ve D vitamini emiliminin azalmasının yanı sıra hormonal değişikliklere (bağırsak ve gonadal hormonal değişiklikler) bağlamaktadır. Bunun yanı sıra yağsız kütle kaybı ve kemik iliği yağının artması gibi faktörler de kemik metabolizmasındaki değişiklikleri tetiklemektedir.^(192, 193)

Bariatrik cerrahi prosedürleriyle ilişkili kemik kaybını araştıran çeşitli incelemeler ve meta-analizler rapor edilmiştir. Bu çalışmaların çoğu, RYGB'nin, çift enerjili X-ışınları

absorpsiyometri (DEXA) ile değerlendirilen alansal kemik mineral yoğunluğu (aKMY) üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır.

RYGB uygulanan 48 obez yetişkin hastada kemik kaybı, ameliyattan sonraki 6 ay kadar erken bir zamanda gözlemlenmiştir. DEXA'dan türetilen femur boynu aKMY'sinin 6 ve 12 ayda sırasıyla ortalama %5 ve %8 oranında azaldığı bulunurken, omurga aKMY'sinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.⁽¹⁹⁴⁾ Buna karşın 30 RYGB hastasının 20 cerrahi olmayan kontrol grubuyla karşılaştırıldığı bir çalışmada, kemik kaybının 24 aya kadar devam ettiği bulunmuştur.⁽¹⁹⁵⁾ Bu çalışmamıza bariatrik cerrahi üzerinden 6 ay ila 4 yıl arası zaman geçmiş hastalar dahil edilmiştir.

Bariatrik cerrahiyi takiben alansal kemik mineral yoğunluğu (KMY) değişimine ilişkin yapılmış olan 2 meta-analizde; bariatrik cerrahiden 1-2 yıl sonra KMY'de, kısıtlayıcı veya karma/malabsorbif prosedürlerin ardından lomber omurgada başlangıca göre %5-9 oranında tahmini bir düşüş izlenirken, kalçadaki kemik yoğunluğunda, yalnızca karma/malabsorbif prosedürlerin ardından başlangıca göre %10-14 oranında azalma gözlenmiştir^(193, 196)

Osteoporoz ile kemik mineral yoğunluğu ve kemik dayanıklılığı arasında anlamlı bir ilişki vardır. Osteoporozun teşhis edilmesinde KMY değerlendirilir. Ayrıca KMY klinik olarak kırık riskinin belirlenmesinde de kullanılır.⁽¹⁹⁷⁾

Osteoporozun vücuttaki diğer kemiklerinde olduğu gibi çenelerde de diş çekim soketinde kemik yapım hızında azalma ve bukkal kemik kaybında artma olduğu şeklinde olumsuz etkileri bildirilmiştir.⁽¹⁹⁸⁾ Klinik radyolojik çalışmalarda osteoporotik bireylerdeki mandibular kemik yoğunluğunun diğer iskelet bölgeleriyle ilişkili biçimde azaldığı ve alveoler kemikteki interdental kemik kalınlığında azalma olduğu tespit edilmiştir.⁽¹⁹⁹⁾ Ayrıca ileri yaştaki bireylerde kısmi veya total dişsizlik durumlarında uygulanan implant tedavisinin başarısında da çene kemiklerinin sağlığı önemlidir. Osteoporoz hastaları radyolojik olarak değerlendirildiğinde mandibular inferior korteksin kalınlığı ve densitesinde azalma görülmektedir.⁽²⁰⁰⁾ Mandibulada kemik yapıda en büyük değişikliğin ramus ve korpusda görüldüğü bildirilmiştir.⁽¹⁵³⁾ Bizim çalışmamızda ise hasta grupları arasından sağ ve sol mandibula korpusdaki

kortikal kemikte yapılan Hu ölçümlerinde osteoporozu düşündürecek anlamlı bir fark saptanmamıştır.

DXA osteoporoz teşhisinde kullanılan altın standart olarak kabul edilmektedir. Bazı kaynaklarda DXA'nın düşük duyarlılığa, yüksek özgüllüğe sahip olduğu belirtilirken⁽²⁰¹⁾, bazı kaynaklarda da yüksek duyarlılığa sahip olduğu bildirilmektedir.⁽¹⁰⁷⁾

Caracchini ve arkadaşları osteoporoz ve femoral fraktür tanısını koyabilmede DXA ile KBT'nin başarısını değerlendirmiştir. Araştırma sonucuna göre DXA osteoporoz tanısı ve femur fraktürünün belirlenmesinde daha başarılı bulunmuştur. Kemik mikro yapısının ve kemikteki patolojik durumların belirlenmesinde KBT daha başarılı bulunmuştur. Khoo ve arkadaşları osteoporoz tanısının koyulmasında KBT ve DXA'yı karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda KIBT daha başarılı bulunmuştur. Farklı dansitometrik tekniklerle istenilen anatomik bölgedeki kemik yapısının değerlendirilmesiyle osteoporoz tanısının konulabilmesi araştırılmış ve omurgadan elde edilen KBT ölçümleriyle kalçadan elde edilen DXA ölçümleri en güvenilir ve birbirine en yakın ölçümler olarak bulunmuştur. ^(107, 202)

Temel bir kural olarak herhangi bir kemikte yapılan KMY ölçümleri yalnızca ölçümün yapıldığı kemik için geçerlidir. Osteoporoz vücuttaki tüm kemikleri aynı oranda etkilemez. Örneğin bireyin ayak kemikleri ölçümlerine göre osteoporoz tanısı koyulabilir ama aynı bireyin lomber vertebra ölçümleri sağlıklı sonucu verebilir. Bu yüzden ne kadar çok kemikte ölçüm yapılırsa osteoporoz tanısı koyma olasılığı o kadar artar.^(104, 201, 203) Çalışmamızda bariatrik cerrahinin çene kemiği üzerindeki osteoporotik etkilerini incelemek amaçlanmış olup, maksilla, mandibula ve kondil bölgelerinden kesitler alınmış ve Hu değerleri üzerinden analiz yapılmıştır. Bu değerler göstermiştir ki; maksillada bariatrik cerrahi geçirmiş bireylerde spongioz kemik alanlarında anlamlı kemik dansitesi farkına rastlanırken, mandibulada rastlanmamıştır. Kondilde spongioz alanlarda yapılan HU ölçümlerinde ise sağ kondilde anlamlı bir fark gözlenirken sol kondilde gözlenmemiştir. Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz veriler, çene kemiklerinde de osteoporotik değişikliklerin tüm kemikleri aynı anda etkilemediği görüşünü destekler niteliktedir.

Panoramik radyografilerle kemik yapısının incelenmesine yönelik farklı yöntemlerle birçok çalışma yapılmıştır.^(168, 170, 171, 176, 177, 178) KIBT görüntü keskinliği, gerçek boyutta ölçüm yapılabilmesi, görüntünün üç boyutlu değerlendirilebilmesi açısından panoramik radyografilerden daha başarılıdır.^(130, 153) Çalışmamızda çeşitli nedenlerle KIBT çekilen hastaların görüntüleri değerlendirilmiştir. KIBT’de gerçek boyutta ölçüm yapılabilmesi, kesitsel görüntülerin oluşturulabilmesi gibi panoramik radyografiye olan üstünlükleri nedeniyle bu çalışmada KIBT görüntüleri üzerinde çalışılmıştır.

Bilgisayarlı Tomografi (BT) 1960 yılında keşfedilmiş, klinik çalışmalar için ilk olarak 1972’de Godfrey Hounsfield tarafından kullanılmıştır. BT ile dokular arasında süperpozisyon olmadan kesitsel görüntü oluşturulur. Ayrıca görüntüde mesafe ölçümü ve açı ölçümleri rahatlıkla ve güvenilir olarak yapılabilir. Hounsfield ünitle yumuşak ve sert dokuların densitesi ayrı olarak incelenebilmekte ve istenen kontrast miktarı ayarlanarak sadece o kontrasttaki dokular görüntülenebilmektedir.⁽¹³⁰⁾ BT ile kemik yapının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır.^(2, 204) KIBT ile karşılaştırıldığında BT’de HU ölçümü ile densite değerlerinin belirlenebilmesi BT’nin bir avantajı olmakla birlikte, KIBT’ye göre daha yüksek hasta dozu ve maliyet gerektirmesi dezavantajları arasında sayılabilir. Yüksek hasta dozu nedeniyle çalışmamız KIBT görüntülerinin incelenmesi şeklinde planlanmamıştır.

KIBT’deki HU ölçümü^(159, 161, 205, 206, 207) radyomorfometrik indeks ölçümleri⁽¹⁸⁰⁾ ve farklı bilgisayar programlarıyla çene kemiklerinin değerlendirilmesine yönelik araştırmalar devam etmektedir.^(172, 173, 174, 175)

Çalışmamızda çene kemiklerini KIBT görüntülerinde değerlendirmek için radyomorfometrik indeks ölçümü, HU analiz yöntemleri kullanıldı. Koh ve arkadaşları, yaptıkları araştırmada, KIBT kesitsel görüntülerinde, foramen mentaleyi en net gösteren görüntü üzerinde indeks ölçümleri geliştirmişlerdir.⁽¹⁸⁰⁾ Biz de çalışmamızda radyomorfometrik indeks ölçümlerini Koh ve arkadaşlarının bildirdiği şekilde kompüterize tomografi indeksi (inferior), kompüterize tomografi indeksi (superior) ve kompüterize tomografi mandibular indeks ölçümleri şeklinde değerlendirdik.

KIBT'daki HU değerleriyle BT'deki HU değerleri birbiriyle uyuşmamaktadır. KIBT'da genelde -1000 ile 3000 arasında HU ölçümü yapılırken BT'de 0 ile 1000 arasındadır.⁽¹⁵⁶⁾ Ayrıca farklı markalı KIBT cihazlarında da HU sistem skalasında standart yoktur.^(159, 208) KIBT'daki HU ölçümlerinin yoğunluk belirlemedeki başarısı tartışmalı bir konudur. Literatüre bakıldığında KIBT'daki HU değerleriyle yoğunluk ölçümünün yapılabileceğini belirten çalışma sonuçları varken,^(205, 206, 207) metalik artefakta bağlı^(158, 209) ve organın pozisyonlanmasına bağlı olarak farklı pozisyondaki aynı kemik yapılar da farklı HU yoğunluk ölçümünün alınması gibi nedenlerden HU değerleriyle yoğunluk ölçümünün yapılamayacağını belirten çalışmalar da vardır.⁽²¹⁰⁾

İnvitro yapılan çalışmalarda KIBT'daki HU yoğunluk belirlemede başarılı olduğu bulunmuştur.^(159, 160, 161, 211) Lagravere ve arkadaşları HU'nun güvenilirliğini belirlemek için 3 farklı silindirik cismi ağızda 5 farklı anatomik bölgeye yerleştirmiştir. Araştırma sonucuna göre farklı anatomik bölgelere yerleştirilen aynı cismin HU değerlerinin değişmediği belirlenmiştir. Araştırmanın sonucu KIBT'daki HU'nun güvenilir olduğunu göstermiştir.⁽¹⁶⁰⁾

Cassetta ve arkadaşları başka bir çalışmada KIBT ve BT'de HU ölçümlerini karşılaştırmak için 20 kuru kafa mandibulayı hem KIBT hem BT ile görüntüleyerek aynı alanının HU ölçümlerini karşılaştırmıştır. Araştırma sonucuna göre KIBT'daki HU değerleriyle BT'deki HU değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu, fakat HU değerleri arasında önemli korelasyonun da olduğu bulunmuştur.⁽²¹²⁾ Başka bir araştırma KIBT'de HU ölçümleriyle KMY 'nin belirlenebileceği ama kemik kalitesi hakkında kesin bilgi sunamayacağı gösterilmiştir.⁽²¹³⁾

Radyomorfometrik indekslerin osteoporoz teşhisi açısından başarısı uzun zamandır araştırılmaktadır. Dağıstan ve Bilge osteoporozlu ve sağlıklı bireylerle yaptıkları çalışmada PMI, MI indekslerini değerlendirmiş ve bu indekslerin kadınlarda osteoporozun teşhisine yardımcı olabileceğini, erkek bireyler için bu indekslerin osteoporozun teşhisinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.⁽⁸⁷⁾

Panoramik radyografide radyomorfometrik yöntemlerle çene kemiğini değerlendiren birçok araştırma yapılmıştır fakat literatürde KIBT kesitsel görüntülerinde bir ölçüm indeksi kullanarak yapılan tek bir çalışma belirlenebilmiştir.⁽¹⁸⁰⁾ Bu çalışmada KIBT

kesitsel görüntülerinde postmenapozal dönemdeki 21 osteoporoz hastası ve kontrol grubundaki kadınlarda KTI (I), KTI (S) ve KTMI indeksleri değerlendirilmiştir. Araştırma sonucuna göre KTI (I) ve KTI (S) indeksleri sağlıklı ve postmenapoz dönemindeki bayanlarda farklı sonuçlar vermiştir. Diğer taraftan KTMI değerlendirilmesinde kontrol grubu ve osteoporoz hastası kadınlar arasında bir fark görülmemiştir. Bu sonuca göre KTI (I) ve KTI (S), indekslerin osteoporoz hastalığının değerlendirilmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir.⁽¹⁸⁰⁾

Vargas ve ark. yaptığı, obezite cerrahisi öncesinde ve sonrasında morbid obez kadın ve ötrofik kadın hastalarda radyomorfometrik indeks ve periapikal radyografiler üzerinden alveolar trabeküler paternin değerlendirilmesine dayalı prospektif bir çalışmada, obez kadınların obez olmayan kadınlara göre ameliyat öncesi daha düşük oranda kemik trabekülü yoğunluğuna sahip olduğu gösterilmiştir. Bariatrik cerrahiden sonra incelenen hastalarda alveoler kemik kaybının arttığını ve trabeküler kemiğin daha da seyrek olduğu sonucuna varılmıştır.⁽²¹⁴⁾ Tez çalışmamızla benzer sonuçların elde edildiği bu prospektif çalışma da göstermiştir ki morbid obez hastalarda düşük yoğunluğa sahip trabekül yapının varlığı ve ameliyat sonrası gelişen malabsorbsiyon, daha hızlı kemik kaybına yol açarak osteoporotik değişiklikleri artırabilir.

Çalışmamızda KIBT görüntülerinde HU ölçümü ile çene kemiği yoğunlukları değerlendirilmiş, özellikle maksillada bariatrik cerrahi geçirmiş hastaların HU ölçümünde spongios kemik alanlarında negatif değerler elde edilmiş, ve sol maksilla ve sağ kondilde kontrol grubu ve bariatrik cerrahi geçiren hasta grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu çalışmayla elde etmiş olduğumuz sonuç trabeküler kemik içeriği daha yüksek kemik dokusunda implant tedavisi planlarken daha dikkatli olunması gerektiği ve bariatrik cerrahi geçirmiş hastaların kemik yapısının bu bölgelerde osteoporotik değişiklikler gösterebileceği sonucunu düşündürmüştür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda KIBT cihazıyla kortikal ve spongioz kemik kısımları ayrı ayrı değerlendirildi. Çalışmamızda mandibulada foramen mentale bölgesinde kortikal kemikte HU ölçümleri yapılmış, kondil başında ve maksillada lateral, kanin dişler bölgesinde de spongioz kemikte HU analizi yapılmıştır.

Bu konuda yapılan çalışmaların başarıya ulaşması için farklı KIBT cihazlarında alınan HU değerleri standardize edilmelidir. HU değerlerini etkileyen durumlarla ilgili klinik ortamda çalışmalar yapılmalıdır. Böylece daha doğru sonuçlar bulunacağı düşünülmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada her iki grupta da mandibulanın sağ ve sol tarafında yapılan radyomorfometrik indeks ölçümünde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızın yetersizliklerinden biri örneklem grubunun oldukça sınırlı olmasıdır. Bu konu üzerinde daha geniş gruplarda çalışmalar gerekmektedir.

Çalışmamızda bariatrik cerrahi geçirmiş; uzun süreli kalsiyum ve D3 vitamin ölçümleri sınırdan veya hafif düşük, PTH intakt değerleri sınırdan veya hafif yüksek seyreden hastaların çene kemiklerindeki osteoporotik değişikliklerinin kemiğin ihtiva ettiği mineral oranına ve trabekül yoğunluğuna göre farklı bölgelerde farklı oranlarda geliştiği sonucuna varılmıştır.

Bariatrik cerrahi geçirmiş hastalarda operasyon sonrası PTH intakt değerleri ve D vitamini takipleri uzun süreli yapılmalıdır. Bunun yanı sıra çenelerde yapılan cerrahi girişimlerde, implant planlamasında ilgili bölgenin KMY'sine bakılmalıdır. KIBT görüntüleriyle çeneleri ilgilendiren işlemlerde kemik yapının değerlendirilebilmesi klinisyenlere çok fayda sağlayacaktır.

Böylece hem kortikal hem spongiöz kemiğin yoğunluğu belirlenerek implant tedavisi öncesi olası kemik rezorpsiyonu durumlarına karşı hastalar tedavi edilebilir. Bunun yanı sıra hastanın kemik durumu göz önüne alınarak yapılacak implantın uzunluk, çap gibi fiziksel özellikleri planlanabilir. Bu amaç doğrultusunda implant tedavisini yapan hekimlerin KIBT yardımıyla bu hastalara klinikte uygulanacak prosedürleri dikkatle belirlemeleri uzun süreli klinik başarının elde edilmesinde yarar sağlayabilecektir.



7. KAYNAKLAR

1. Kai K, Fujiwara T, Nagao Y, Oki E, Yoshizumi T, Eto M, Nakashima Y. Evaluation of bone density and skeletal muscle mass after sleeve gastrectomy using computed tomography method. Bone Reports. 2023;18:101661.
2. Schreiber JJ, Anderson PA, Rosas HG, Buchholz AL, Au AG. Hounsfield units for assessing bone mineral density and strength: a tool for osteoporosis management. JBJS. 2011;93(11):1057-63.
3. McCafferty BJ, Hill JO, Gunn AJ. Obesity: scope, lifestyle interventions, and medical management. Techniques in vascular and interventional radiology. 2020;23(1):100653.

4. Güçlü LP. Obez bireylerde ağırlık kaybı ile antropometrik ölçümler, bazı biyokimyasal bulgular ve yaşam kalitesi arasındaki ilişkisinin belirlenmesi: Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2016.
5. [Available from: <https://apps.who.int/gho/data/node.wrapper.imr?x-id=2>.
6. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. Journal of the American college of cardiology. 2014;63(25 Part B):2985-3023.
7. Gajbhiye R, Tirpude B, Bhanarkar H, Sanghavi A, Shamkuwar A. A study on role of laparoscopic sleeve gastrectomy in the management of morbid obesity. Indian Journal of Surgery. 2016;78(3):177-81.
8. Organization WH. Obesity and overweight World Health Organization. 2015. 2015.
9. Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. Nature Reviews Endocrinology. 2019;15(5):288-98.
10. Rosenthal RJ, Morton J, Brethauer S, Mattar S, De Maria E, Benz JK, et al. Obesity in America. Surgery for Obesity and Related Diseases. 2017;13(10):1643-50.
11. Hatemi H, Turan N, Arık N, Yumuk V. Türkiye obezite ve hipertansiyon taraması sonuçları (TOHTA). Endokrinolojide Yönelişler Dergisi. 2002;11(1):1-16.
12. Kaila B, Raman M. Obesity: a review of pathogenesis and management strategies. Canadian journal of gastroenterology. 2008;22(1):61-8.
13. ARICAN C. LAPAROSKOPİK SLEEVE GASTREKTOMİ AMELİYATI UYGULANAN MORBİD OBEZLERDE METABOLİK DEĞİŞİKLİKLER: T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ TEPECİK SAĞLIKUYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ; 2021.
14. Porsch-Oezçueruemez M, Bilgin Y, Wollny M, Gediz A, Arat A, Karatay E, et al. Prevalence of risk factors of coronary heart disease in Turks living in Germany: The Giessen Study. Atherosclerosis. 1999;144(1):185-98.
15. Foster GD, Nonas C. Managing Obesity: A Clinical Guide. Clinical Diabetes. 2008;26(3):S19-S.
16. Saunders KH, Umashanker D, Igel LI, Kumar RB, Aronne LJ. Obesity Pharmacotherapy. Med Clin North Am. 2018;102(1):135-48.
17. Printen K, LeFavre J, Alden J. Bleeding from the bypassed stomach following gastric bypass. Surgery, Gynecology & Obstetrics. 1983;156(1):65-6.

18. Buckett WR, Thomas PC, Luscombe GP. The pharmacology of sibutramine hydrochloride (BTS 54 524), a new antidepressant which induces rapid noradrenergic down-regulation. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*. 1988;12(5):575-84.
19. Kunos G, Btakai S. Novel physiologic functions of endocannabinoids as revealed through the use of mutant mice. *Neurochemical research*. 2001;26:1015-21.
20. Sjostrom L, Rissanen A, Andersen T, Boldrin M, Golay A, Koppeschaar H, Krempf M. Randomized placebo-controlled trial of orlistat for weight loss and prevention of weight regain in obese patients. *Terapevticheskii Arkhiv*. 2000;72(8):50-4.
21. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, Formisano G, Buchwald H, Scopinaro N. Bariatric surgery worldwide 2013. *Obesity surgery*. 2015;25:1822-32.
22. Health NLo. Gastrointestinal surgery for severe obesity. NIH Consensus statement online. 1991;9:1-20.
23. Bozkurt E. DİYABETİK MORBİD OBEZ HASTALARDA LAPAROSKOPIK SLEEVE GASTREKTOMİ AMELİYATININ ERKEN VE GEÇ GLUKOZ HOMEOSTAZI ÜZERİNE ETKİSİ: T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ, ŞİŞLİ HAMİDİYE ETFAL SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ; 2018.
24. Bozbora A. Obezitenin cerrahi tedavisi. *Ankem Dergisi*. 2002;16(3):337-9.
25. Zuidema W, Van Gemert W, Soeters P, Greve J. Pouch diverticula after vertical banded gastroplasty for morbid obesity: report of three cases. *Obesity Surgery*. 1998;8(3):297-9.
26. Hess DW, Hess DS. Laparoscopic vertical banded gastroplasty with complete transection of the staple-line. *Obesity Surgery*. 1994;4(1):44-6.
27. Van Wezenbeek M, Smulders J, de Zoete J, Luyer M, van Montfort G, Nienhuijs S. Long-term results of primary vertical banded gastroplasty. *Obesity surgery*. 2015;25:1425-30.
28. Vijgen GH, Schouten R, Bouvy ND, Greve JWM. Salvage banding for failed Roux-en-Y gastric bypass. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2012;8(6):803-8.
29. Buchwald H. Buchwald's atlas of metabolic & bariatric surgical techniques and procedures: Elsevier Health Sciences; 2012.
30. Sugerman HJ, Starkey JV, Birkenhauer R. A randomized prospective trial of gastric bypass versus vertical banded gastroplasty for morbid obesity and their effects on sweets versus non-sweets eaters. *Annals of surgery*. 1987;205(6):613.

31. Schauer PR, Burguera B, Ikramuddin S, Cottam D, Gourash W, Hamad G, et al. Effect of laparoscopic Roux-en Y gastric bypass on type 2 diabetes mellitus. *Annals of surgery*. 2003;238(4):467.
32. UZDİL Z, Mendane S. BARIATRİK CERRAHİ UYGULAMALARININ MİKROBİYOTA ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2018;3(1):38-44.
33. GÜNGÖR Ş. Obezitenin tedavisinde geçmiş ve güncel bariatrik cerrahi uygulamaları. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2019;7(2):697-705.
34. Zengin K, Sen B, Ozben V, Taskin M. Detachment of the connecting tube from the port and migration into jejunal wall. *Obesity surgery*. 2006;16(2):206-7.
35. ÖZBAŞ A, SATIR AGG. BARIATRİK CERRAHİ VE ERAS (HIZLANDIRILMIŞ İYİLEŞME PROTOKOLLERİ) BARIATRIC SURGERY AND ERAS. *İÇİNDEKİLER*.14.
36. Williams S, Cunningham E, Pories WJ. Surgical treatment of metabolic syndrome. *Med Princ Pract*. 2012;21(4):301-9.
37. Pata G, Crea N, Di Betta E, Bruni O, Vassallo C, Mittempergher F. Biliopancreatic diversion with transient gastropasty and duodenal switch: long-term results of a multicentric study. *Surgery*. 2013;153(3):413-22.
38. Homan J, Betzel B, Aarts EO, van Laarhoven KJ, Janssen IM, Berends FJ. Secondary surgery after sleeve gastrectomy: Roux-en-Y gastric bypass or biliopancreatic diversion with duodenal switch. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2015;11(4):771-7.
39. Barbaros U. Metabolik cerrahi: Metabolik sendroma ne kadar yararlı? 9. *Metabolik Sendrom Sempozyumu, Antalya, s. 2012;61*.
40. Rezvani M, Sucandy I, Klar A, Bonanni F, Antanavicius G. Is laparoscopic single-stage biliopancreatic diversion with duodenal switch safe in super morbidly obese patients? *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2014;10(3):427-30.
41. Felberbauer FX, Langer F, Shakeri-Manesch S, Schmaldienst E, Kees M, Kriwanek S, et al. Laparoscopic sleeve gastrectomy as an isolated bariatric procedure: intermediate-term results from a large series in three Austrian centers. *Obesity Surgery*. 2008;18:814-8.
42. Schirmer B, Schauer PR. The surgical management of obesity. *Schwartz's principles of surgery ninth edition USA: McGraw-Hill Companies*. 2010:952-3.
43. Sánchez-Santos R, Masdevall C, Baltasar A, Martínez-Blázquez C, García Ruiz de Gordejuela A, Ponsi E, et al. Short- and mid-term outcomes of sleeve gastrectomy for morbid obesity: the experience of the Spanish National Registry. *Obes Surg*. 2009;19(9):1203-10.

44. Menenakos E, Stamou KM, Albanopoulos K, Papailiou J, Theodorou D, Leandros E. Laparoscopic sleeve gastrectomy performed with intent to treat morbid obesity: a prospective single-center study of 261 patients with a median follow-up of 1 year. *Obes Surg.* 2010;20(3):276-82.
45. Bhandari M, Fobi MAL, Buchwald JN. Standardization of Bariatric Metabolic Procedures: World Consensus Meeting Statement. *Obes Surg.* 2019;29(Suppl 4):309-45.
46. K. A. orbid Obezitenin Cerrahi Tedavisi. *Archives of Clinical Toxicology.* 2014.
47. Gumbs AA, Gagner M, Dakin G, Pomp A. Sleeve gastrectomy for morbid obesity. *Obes Surg.* 2007;17(7):962-9.
48. Baltasar A, Serra C, Pérez N, Bou R, Bengochea M, Ferri L. Laparoscopic sleeve gastrectomy: a multi-purpose bariatric operation. *Obes Surg.* 2005;15(8):1124-8.
49. Lee WJ, Wang W. Bariatric surgery: Asia-Pacific perspective. *Obes Surg.* 2005;15(6):751-7.
50. Baltasar A, Serra C, Pérez N, Bou R, Bengochea M. Re-sleeve gastrectomy. *Obes Surg.* 2006;16(11):1535-8.
51. Gagner M, Rogula T. Laparoscopic reoperative sleeve gastrectomy for poor weight loss after biliopancreatic diversion with duodenal switch. *Obes Surg.* 2003;13(4):649-54.
52. Tessier DJ, Eagon JC. Surgical management of morbid obesity. *Curr Probl Surg.* 2008;45(2):68-137.
53. Taskin M, Zengin K, Unal E. Intraluminal duodenal obstruction by a gastric band following erosion. *Obes Surg.* 2001;11(1):90-2.
54. Poulouse BK, Griffin MR, Moore DE, Zhu Y, Smalley W, Richards WO, et al. Risk factors for post-operative mortality in bariatric surgery. *J Surg Res.* 2005;127(1):1-7.
55. Jammah AA. Endocrine and metabolic complications after bariatric surgery. *Saudi J Gastroenterol.* 2015;21(5):269-77.
56. YAZICI M. Kemğin Yapısı ve Kemik Döngüsünün Düzenlenmesi. 2011.
57. Nancy Lane JD, Gregory R Mundy. Bone structure and function. *Rheumatology.* 2003:2029-41.
58. U TOPALOĞLU MK, BG SARUHAN. Kemik doku ve kemikleşme çeşitleri. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.* 2017;10(1):62-71.

59. Z. A. Kemiğin Yapısal Özellikleri Fizyolojik Fonksiyonları ve Osteoporozdaki Değişimi. Aktüel Tıp Dergisi. 2000;243:54.
60. M K. Kemik Dokusu ve Fizyolojisi. Güncel bilgiler ışığında tüm yönleriyle osteoporoz. Eczacıbaşı R-P, editor: Bilimsel Kitabevi; 1997.
61. DW F. Bloom and Fawcett, A Textbook of Histology. 12 ed. New York: Chapman Hall; 1994.
62. Ross MH, Romrell LJ, GI K. Histology A Text and Atlas. 3 ed. Baltimore: Williams&Wilkins; 1995.
63. Stevens A, JS L. Human Histology. 2 ed. London: Mosby; 1997.
64. M S. Genel Histoloji. 4 ed. Ankara: Yorum Matbaacılık; 1993.
65. S. K, editor. Osteoporoz Genel Görüşler. Ankara: Ajans- Türk Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş. ; 1998.
66. Jungueira LC, Carneiro J, RO K. Basic Histology. 9 ed: Hill Companies; 1998.
67. Ross FP, Teitelbaum SL. $\alpha\beta 3$ and macrophage colony-stimulating factor: partners in osteoclast biology. Immunological reviews. 2005;208(1):88-105.
68. R. B. Primer on the Metabolic Bone Disease and Disorders of Mineral Metabolism. In: JF M, editor. Anatomy and Ultrastructure of Bone. Philadelphia-New York1993. p. 1-5.
69. S. B. Osteoporoz Patogenezi. In: YK G, editor. Osteoporoz. İstanbul1998. p. 33-55.
70. Nancy Lane, Jan Dequeker, Mundy. GR. Bone structure and function. . Rheumatology. 2003;2029-41.
71. Raisz LG. Physiology and pathophysiology of bone remodeling. Clin Chem. 1999;45(8 Pt 2):1353-8.
72. Rosen CJ, Donahue LR. Insulin-like growth factors and bone: the osteoporosis connection revisited. Proc Soc Exp Biol Med. 1998;219(1):1-7.
73. Advani S, LaFrancis D, Bogdanovic E, Taxel P, Raisz LG, Kream BE. Dexamethasone suppresses in vivo levels of bone collagen synthesis in neonatal mice. Bone. 1997;20(1):41-6.
74. Kawaguchi H, Pilbeam CC, Raisz LG. Anabolic effects of 3,3',5-triiodothyronine and triiodothyroacetic acid in cultured neonatal mouse parietal bones. Endocrinology. 1994;135(3):971-6.
75. Pacifici R. Cytokines, estrogen, and postmenopausal osteoporosis--the second decade. Endocrinology. 1998;139(6):2659-61.

76. Bilezikian JP, Morishima A, Bell J, Grumbach MM. Increased bone mass as a result of estrogen therapy in a man with aromatase deficiency. *N Engl J Med*. 1998;339(9):599-603.
77. Nicholson GC, Moseley JM, Sexton PM, Mendelsohn FA, Martin TJ. Abundant calcitonin receptors in isolated rat osteoclasts. Biochemical and autoradiographic characterization. *J Clin Invest*. 1986;78(2):355-60.
78. Lorenzo JA. The role of cytokines in the regulation of local bone resorption. *Crit Rev Immunol*. 1991;11(3-4):195-213.
79. Kawaguchi H, Pilbeam CC, Harrison JR, Raisz LG. The role of prostaglandins in the regulation of bone metabolism. *Clin Orthop Relat Res*. 1995(313):36-46.
80. Horwood NJ, Elliott J, Martin TJ, Gillespie MT. Osteotropic agents regulate the expression of osteoclast differentiation factor and osteoprotegerin in osteoblastic stromal cells. *Endocrinology*. 1998;139(11):4743-6.
81. Yasuda H, Shima N, Nakagawa N, Yamaguchi K, Kinosaki M, Mochizuki S, et al. Osteoclast differentiation factor is a ligand for osteoprotegerin/osteoclastogenesis-inhibitory factor and is identical to TRANCE/RANKL. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1998;95(7):3597-602.
82. Mizuno A, Amizuka N, Irie K, Murakami A, Fujise N, Kanno T, et al. Severe osteoporosis in mice lacking osteoclastogenesis inhibitory factor/osteoprotegerin. *Biochem Biophys Res Commun*. 1998;247(3):610-5.
83. Sakou T. Bone morphogenetic proteins: from basic studies to clinical approaches. *Bone*. 1998;22(6):591-603.
84. Bonewald LF, Dallas SL. Role of active and latent transforming growth factor beta in bone formation. *J Cell Biochem*. 1994;55(3):350-7.
85. Gülyurt M. Ortodonti yönünden büyüme ve gelişim. Atatürk Üniv DişHek Fak Yayınları, Erzurum. 1989.
86. M. Ü. Anomaliler, Sefalometri, Etiyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. İstanbul: Yeditepe Üniversitesi Yayınları; 2000.
87. S. D. Sağlıklı ve Osteoporozlu Bireylerde Mandibular Kemik Kalitatif Değerlendirilmesinde PMI, Kortikal Kemik Yüksekliği ve Yoğunluğunun Tanısal Güvenirliliği. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 2002.
88. C. E. Diş hekimleri için İnsan Anatomisi. İstanbul: Yenilik Basımevi; 1982.
89. Y. K. Anatomi Ders Kitabı. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları; 1982.
90. S. D. Foramen Mandibula ve Foramen Mentalenin Ortopantomografide

Lokalizasyonlarının Tespiti ve Farklı Yaş Gruplarına Göre İncelenmesi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; 1983.

91. İV. O. Anatomi Ders Kitabı 1980. 254-56 p.
92. O. K. Osteoporoz Tanısında Panoramik Mandibular İndeks ve Panoramik Radyografik Dansitenin DEXA İle Karşılaştırılması. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2004.
93. Kanis J, Cooper C, Rizzoli R, Reginster J. Scientific Advisory Board of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis (ESCEO) and the Committees of Scientific Advisors and National Societies of the International Osteoporosis Foundation (IOF). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2019;30(1):3-44.
94. T. T. Osteoporoz Etyopatolojisi. *Galenus.* 1982;22.
95. Bauwens SF, Drinka PJ, Boh LE. Pathogenesis and management of primary osteoporosis. *Clin Pharm.* 1986;5(8):639-59.
96. Wark JD. Osteoporosis: pathogenesis, diagnosis, prevention and management. *Baillieres Clin Endocrinol Metab.* 1993;7(1):151-81.
97. Gambert SR, Schultz BM, Hamdy RC. Osteoporosis. Clinical features, prevention, and treatment. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 1995;24(2):317-71.
98. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med.* 1993;94(6):646-50.
99. Iqbal MM. Osteoporosis: epidemiology, diagnosis, and treatment. *South Med J.* 2000;93(1):2-18.
100. Cooper C. Epidemiology and public health impact of osteoporosis. *Baillieres Clin Rheumatol.* 1993;7(3):459-77.
101. SL M. Osteopenic bone diseases. *Arthritis and allied conditions.* 2001;2:2449-513.
102. Kanis JA, Delmas P, Burckhardt P, Cooper C, Torgerson D. Guidelines for diagnosis and management of osteoporosis. The European Foundation for Osteoporosis and Bone Disease. *Osteoporos Int.* 1997;7(4):390-406.
103. Kutlu M, Osteoporoz ÇZ, Tarama K. Tedavi. *Endokrinolojide Yönelişler.* 1993;4(1):42-52.
104. Bartl R, B F. Osteoporoz Teşhis Korunma, Tedavi. Ankara: Ortadoğu reklam tanıtım ve yayıncılık; 2006.
105. EROĞLU K, KARAÖZ S, AKKUZU G. Osteoporoz için risk faktörleri ve önlenmesi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi.* 1997;4(2).

106. M. S. Erkeklerde osteoporoz risk faktörleri ve somatotip ilişkisi. Elazığ: Fırat Üniversitesi; 2006.
107. AKPOLAT VA. Osteoporoz tanısında kullanılan kemik mineral yoğunluğu ölçüm yöntemleri. Dicle Tıp Dergisi. 2008;35(3):216-20.
108. Z. G. Görüntüleme Yöntemleri ve histomorfometri. Ankara: Güneş Kitabevi; 2001.
109. KY. G. Osteoporozda görüntüleme yöntemleri ve histomorfometri. İstanbul1998.
110. MN D. Osteoporozun radyolojik tanısı. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2002;1:94-9.
111. YG K. Osteoporozda görüntüleme yöntemleri ve histomorfometri. Osteoporoz İstanbul. 1998:81-103.
112. B. Ç. Mandibular kemiğin kantitatif değerlendirilmesinde panoramik radyogramın dansitometre değerleri ile dual enerji X-ray absorpsiyometri değerlerinin karşılaştırılması. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2005.
113. Ş. T. Kemik yoğunluğunun değerlendirilmesinde dansitometrik yöntemler. Osteoporoz Dünyasından. 1996;2:34-5.
114. JA. C. Causes of osteoporosis. Osteoporosis Blackwell Healthcare Communications. 1998:81-147.
115. Genant HK, Faulkner KG, Glüer C-C. Measurement of bone mineral density: current status. The American journal of medicine. 1991;91(5):S49-S53.
116. Morii H, Genant HK. Statement on the diagnosis and management of osteoporosis from the Consensus Development Conference at the Second International Conference on Osteoporosis, Osaka 1997. Journal of bone and mineral metabolism. 1998;16:206-14.
117. Adams JE. Single and dual energy X-ray absorptiometry. Eur Radiol. 1997;7(10):20-31.
118. De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. Int J Oral Maxillofac Surg. 2009;38(6):609-25.
119. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. Eur Radiol. 1998;8(9):1558-64.
120. Robb RA. The Dynamic Spatial Reconstructor: An X-Ray Video-Fluoroscopic CT Scanner for Dynamic Volume Imaging of Moving Organs. IEEE Trans Med Imaging. 1982;1(1):22-33.

121. Cho PS, Johnson RH, Griffin TW. Cone-beam CT for radiotherapy applications. *Phys Med Biol*. 1995;40(11):1863-83.
122. Fahrig R, Fox A, Lownie S, Holdsworth D. Use of a C-arm system to generate true three-dimensional computed rotational angiograms: preliminary in vitro and in vivo results. *American journal of neuroradiology*. 1997;18(8):1507-14.
123. Miracle A, Mukherji S. Conebeam CT of the head and neck, part 2: clinical applications. *American journal of neuroradiology*. 2009;30(7):1285-92.
124. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial radiology*. 1999;28(4):245-8.
125. Howerton Jr WB, Mora MA. Advancements in digital imaging: what is new and on the horizon? *The Journal of the American Dental Association*. 2008;139:S20-S4.
126. Erickson M, Caruso JM, Leggitt L, Newtom QR-DVT 9000 Imagine Used to Confirm a Clinical Diagnosis of Iatrogenic Mandibular Nerve Paresthesia. *Journal of the California Dental Association*. 2003;31(11):843-5.
127. Yosue T, Brooks SL. The appearance of mental foramina on panoramic and periapical radiographs: II. Experimental evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1989;68(4):488-92.
128. Stavropoulos A, Wenzel A. Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws. *Clinical oral investigations*. 2007;11:101-6.
129. Ngeow WC, Dionysius DD, Ishak H, Nambiar P. Effect of ageing towards location and visibility of mental foramen on panoramic radiographs. *Singapore dental journal*. 2010;31(1):15-9.
130. Zöller JE, Neugebauer J. Cone-beam volumetric imaging in dental, oral, and maxillofacial medicine. Fundamentals, diagnostics, and treatment planning (2008). *European Journal of Orthodontics*. 2008;30:668-70.
131. Akgül M, Yılmaz B BO, Dağıstan S, Çakur B, Çağlayan F, Miloğlu Ö, M. S. *Paranasal Sinüs Radyolojisi*. 1 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2014.
132. A. H. Adli dişhekimliği. 1 ed. Erzurum: Yurtmim Yayıncılık; 2006. 25-53 p.
133. KAMBUROĞLU K, Buket A, YAKAR EN, PAKSOY CS. Dentomaksillofasiyal Konik Işın Demetli Bilgisayarlı Tomografi Bölüm 1: Temel Prensipler. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2012;6(1):1125-36.
134. Kamburoğlu K. Use of dentomaxillofacial cone beam computed tomography in dentistry. *World journal of radiology*. 2015;7(6):128.

135. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*. 2008;52(4):707-30.
136. Farman AG, Scarfe WC, editors. *The basics of maxillofacial cone beam computed tomography*. *Seminars in Orthodontics*; 2009: Elsevier.
137. Scarfe WC, Li Z, Aboelmaaty W, Scott S, Farman A. Maxillofacial cone beam computed tomography: essence, elements and steps to interpretation. *Australian dental journal*. 2012;57:46-60.
138. Scarfe WC, Farman AG, Levin MD, Gane D. Essentials of maxillofacial cone beam computed tomography. *Alpha Omegan*. 2010;103(2):62-7.
139. Tyndall DA, Kohltfarber H. Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. *Australian dental journal*. 2012;57:72-81.
140. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *International journal of dentistry*. 2009;2009.
141. White SC, MJ. P. *Oral Radiology: Principles interpretation*. 6 ed. St. Louis: Mosby; 2009.
142. Chen L, Shaw CC, Altunbas MC, Lai CJ, Liu X. Spatial resolution properties in cone beam CT: a simulation study. *Medical physics*. 2008;35(2):724-34.
143. Kimpe T, Tuytschaever T. Increasing the number of gray shades in medical display systems—how much is enough? *Journal of digital imaging*. 2007;20(4):422-32.
144. Sato S, Arai Y, Shinoda K, Ito K. Clinical application of a new cone-beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants. *Quintessence international*. 2004;35(7).
145. Mischkowski RA, Pulsfort R, Ritter L, Neugebauer J, Brochhagen HG, Keeve E, Zöller JE. Geometric accuracy of a newly developed cone-beam device for maxillofacial imaging. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2007;104(4):551-9.
146. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(2):257-65.
147. KE O. *Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) İ.Ö*, editor. İstanbul: Medikal Yayıncılık; 2017.
148. Kamrun N, Tetsumura A, Nomura Y, Yamaguchi S, Baba O, Nakamura S, et al. Visualization of the superior and inferior borders of the mandibular canal: a comparative study using digital panoramic radiographs and cross-sectional computed

tomography images. Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology. 2013;115(4):550-7.

149. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. Orthodontics & craniofacial research. 2003;6:31-6.

150. Ludlow JB, Gubler M, Cevdanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2009;136(3):312. e1-. e10.

151. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. Journal-Canadian Dental Association. 2006;72(1):75.

152. Ludlow JB, Davies-Ludlow L, Brooks S, Howerton W. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofacial radiology. 2006;35(4):219-26.

153. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation: Elsevier Health Sciences; 2014.

154. Angelopoulos C, Scarfe WC, Farman AG. A comparison of maxillofacial CBCT and medical CT. Atlas of the oral and maxillofacial surgery clinics of North America. 2012;20(1):1-17.

155. Kumar V, Ludlow J, Soares Cevdanes LH, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. The Angle Orthodontist. 2008;78(5):873-9.

156. O. O. Tükrük Bezleri. Boyun Ultrasonografisi. İzmir: Güven ve Nobel Tıp Kitabevleri; 2000.

157. Nackaerts O, Maes F, Yan H, Couto Souza P, Pauwels R, Jacobs R. Analysis of intensity variability in multislice and cone beam computed tomography. Clinical oral implants research. 2011;22(8):873-9.

158. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Aiji E, Langlais RP. Effects of image artifacts on gray-value density in limited-volume cone-beam computerized tomography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007;104(6):829-36.

159. Mah P, Reeves TE, McDavid WD. Deriving Hounsfield units using grey levels in cone beam computed tomography. Dentomaxillofac Radiol. 2010;39(6):323-35.

160. Lagravère MO, Carey J, Ben-Zvi M, Packota GV, Major PW. Effect of object location on the density measurement and Hounsfield conversion in a NewTom 3G cone beam computed tomography unit. Dentomaxillofac Radiol. 2008;37(6):305-8.

161. Reeves TE, Mah P, McDavid WD. Deriving Hounsfield units using grey levels in cone beam CT: a clinical application. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012;41(6):500-8.
162. Yoo S, Yin FF. Dosimetric feasibility of cone-beam CT-based treatment planning compared to CT-based treatment planning. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006;66(5):1553-61.
163. Razi T, Niknami M, Alavi Ghazani F. Relationship between Hounsfield Unit in CT Scan and Gray Scale in CBCT. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2014;8(2):107-10.
164. Guerra EN, Almeida FT, Bezerra FV, Figueiredo PT, Silva MA, De Luca Canto G, et al. Capability of CBCT to identify patients with low bone mineral density: a systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2017;46(8):20160475.
165. Southard TE, Southard KA. Detection of simulated osteoporosis in maxillae using radiographic texture analysis. *IEEE Transactions on biomedical Engineering.* 1996;43(2):123-32.
166. Southard TE, Southard KA, Lee A. Alveolar process fractal dimension and postcranial bone density. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2001;91(4):486-91.
167. Jolley L, Majumdar S, Kapila S. Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2006;35(6):393-7.
168. Dutra V, Devlin H, Susin C, Yang J, Horner K, Fernandes ARC. Mandibular morphological changes in low bone mass edentulous females: evaluation of panoramic radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2006;102(5):663-8.
169. Demirbaş AK, Ergün S, Güneri P, Aktener BO, Boyacıoğlu H. Mandibular bone changes in sickle cell anemia: fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2008;106(1):e41-e8.
170. İmirzalioglu P, Yüzügüllü B, Gulsahi A. Türk toplumunda panoramik radyomorfometrik indekslerin demografik faktörlere göre belirlenmesi. *SU Dis Hek Fak Derg.* 2009;18:143-7.
171. Hastar E, Yilmaz HH, Orhan H. Evaluation of mental index, mandibular cortical index and panoramic mandibular index on dental panoramic radiographs in the elderly. *European journal of dentistry.* 2011;5(01):060-7.
172. Hua Y, Nackaerts O, Duyck J, Maes F, Jacobs R. Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. *Clinical oral implants research.* 2009;20(8):767-71.
173. Torres S, Chen C, Leroux B, Lee P, Hollender L, Schubert M. Fractal dimension evaluation of cone beam computed tomography in patients with

bisphosphonate-associated osteonecrosis. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011;40(8):501-5.

174. González-Martín O, Lee EA, Veltri M. CBCT fractal dimension changes at the apex of immediate implants placed using undersized drilling. *Clinical Oral Implants Research*. 2012;23(8):954-7.

175. Huang Y, Van Dessel J, LIANG X, Depypere M, Zhong W, Ma G, et al. Effects of Immediate and Delayed Loading on Peri-Implant Trabecular Structures: A. 2013.

176. Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *European Journal of Oral Sciences*. 1994;102(1):68-72.

177. Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1999;28(3):173-81.

178. Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1991;71(3):349-56.

179. Gomes C, de Rezende Barbosa G, Bello R, Bóscolo F, De Almeida S. A comparison of the mandibular index on panoramic and cross-sectional images from CBCT exams from osteoporosis risk group. *Osteoporosis International*. 2014;25:1885-90.

180. Koh K-J, Kim K-A. Utility of the computed tomography indices on cone beam computed tomography images in the diagnosis of osteoporosis in women. *Imaging science in dentistry*. 2011;41(3):101-6.

181. Güngör E, Yildirim D, Çevik R. Evaluation of osteoporosis in jaw bones using cone beam CT and dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of oral science*. 2016;58(2):185-94.

182. Chang S-H, Stoll CR, Song J, Varela JE, Eagon CJ, Colditz GA. The effectiveness and risks of bariatric surgery: an updated systematic review and meta-analysis, 2003-2012. *JAMA surgery*. 2014;149(3):275-87.

183. Woodhouse R. Obesity in art—a brief overview. *Obesity and Metabolism*. 2008;36:271-86.

184. Avgerinos KI, Spyrou N, Mantzoros CS, Dalamaga M. Obesity and cancer risk: Emerging biological mechanisms and perspectives. *Metabolism*. 2019;92:121-35.

185. Jehan S, Myers AK, Zizi F, Pandi-Perumal SR, Jean-Louis G, McFarlane SI. Obesity, obstructive sleep apnea and type 2 diabetes mellitus: Epidemiology and pathophysiologic insights. *Sleep medicine and disorders: international journal*. 2018;2(3):52.

186. Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *The Journal of clinical investigation*. 2017;127(1):1-4.
187. Goldner WS, O'dorisio TM, Dillon JS, Mason EE. Severe metabolic bone disease as a long-term complication of obesity surgery. *Obesity surgery*. 2002;12(5):685-92.
188. Zittel TT, Zeeb B, Maier GW, Kaiser GW, Zwirner M, Liebich H, et al. High prevalence of bone disorders after gastrectomy. *The American journal of surgery*. 1997;174(4):431-8.
189. Blom-Høgestøl IK, Mala T, Kristinsson JA, Hauge EM, Brunborg C, Gulseth HL, Eriksen EF. Changes in bone marrow adipose tissue one year after Roux-en-Y gastric bypass: a prospective cohort study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2019;34(10):1815-23.
190. Modi AC, Zeller MH, Xanthakos SA, Jenkins TM, Inge TH. Adherence to vitamin supplementation following adolescent bariatric surgery. *Obesity*. 2013;21(3):E190-E5.
191. Ben-Porat T, Elazary R, Sherf-Dagan S, Goldenshluger A, Brodie R, Mintz Y, Weiss R. Bone health following bariatric surgery: implications for management strategies to attenuate bone loss. *Advances in nutrition*. 2018;9(2):114-27.
192. Gregory NS. The effects of bariatric surgery on bone metabolism. *Endocrinology and Metabolism Clinics*. 2017;46(1):105-16.
193. Saad R, Habli D, El Sabbagh R, Chakhtoura M. Bone health following bariatric surgery: an update. *Journal of Clinical Densitometry*. 2020;23(2):165-81.
194. Schafer AL, Kazakia GJ, Vittinghoff E, Stewart L, Rogers SJ, Kim TY, et al. Effects of gastric bypass surgery on bone mass and microarchitecture occur early and particularly impact postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2018;33(6):975-86.
195. Yu EW, Boussein ML, Putman MS, Monis EL, Roy AE, Pratt JS, et al. Two-year changes in bone density after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015;100(4):1452-9.
196. Rodríguez-Carmona Y, López-Alavez FJ, González-Garay AG, Solís-Galicia C, Meléndez G, Serralde-Zúñiga AE. Bone mineral density after bariatric surgery. A systematic review. *International Journal of Surgery*. 2014;12(9):976-82.
197. Johnell O, Kanis J. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporosis international*. 2006;17:1726-33.
198. Shimizu M, Furuya R, Kawawa T, Sasaki T. Bone wound healing after maxillary molar extraction in ovariectomized aged rats: quantitative backscattered electron image analysis. *The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists*. 2000;259(1):76-85.

199. Jonasson G, Bankvall G, Kiliaridis S. Estimation of skeletal bone mineral density by means of the trabecular pattern of the alveolar bone, its interdental thickness, and the bone mass of the mandible. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2001;92(3):346-52.
200. Bartl R FB. Osteoporoz Teşhis Korunma, Tedavi. Ankara: Ortadoğu reklam tanıtım ve yayıncılık; 2006.
201. YG. K. Görüntüleme Yöntemleri In Osteoporozda Kemik Kalitesi. YG. K, editor. Ankara: Güneş kitabevi; 2004. 193-213 p.
202. Cortet B, Boutry N, Dubois P, Bourel P, Cotten A, Marchandise X. In vivo comparison between computed tomography and magnetic resonance image analysis of the distal radius in the assessment of osteoporosis. *Journal of Clinical Densitometry*. 2000;3(1):15-26.
203. Tüzün F AÜ, Dinç A. Kemik ve Eklemde Kadında Osteoporoz. İstanbul2002.
204. Turkyilmaz I, McGlumphy EA. Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study. *BMC oral health*. 2008;8(1):1-8.
205. Aranyarachkul P, Caruso J, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Dus I, et al. Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative cone-beam computerized tomography. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2005;20(3).
206. Loubele M, Maes F, Schutyser F, Marchal G, Jacobs R, Suetens P. Assessment of bone segmentation quality of cone-beam CT versus multislice spiral CT: a pilot study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;102(2):225-34.
207. Lee S, Gantes B, Riggs M, Crigger M. Bone density assessments of dental implant sites: 3. Bone quality evaluation during osteotomy and implant placement. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2007;22(2).
208. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Aiji E, Langlais RP. Effects of image artifacts on gray-value density in limited-volume cone-beam computerized tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2007;104(6):829-36.
209. Katsumata A, Hirukawa A, Noujeim M, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, et al. Image artifact in dental cone-beam CT. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;101(5):652-7.
210. Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(3):410-6.
211. Nomura Y, Watanabe H, Honda E, Kurabayashi T. Reliability of voxel values from cone-beam computed tomography for dental use in evaluating bone mineral density. *Clinical oral implants research*. 2010;21(5):558-62.

212. Cassetta M, Stefanelli LV, Pacifici A, Pacifici L, Barbato E. How accurate is CBCT in measuring bone density? A comparative CBCT-CT in vitro study. *Clinical implant dentistry and related research*. 2014;16(4):471-8.
213. Hohlweg-Majert B, Metzger M, Kummer T, Schulze D. Morphometric analysis–cone beam computed tomography to predict bone quality and quantity. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2011;39(5):330-4.
214. Vargas JA, Bonato RCS, Orenha ES, Sales-Peres SHdC. Assessment of alveolar bone pattern in obese and non-obese women, before and after bariatric surgery: a prospective cohort study. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*. 2020;33:e1501.



8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı		Uyruğu	
Soyadı		Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise		
Lisans		
Yüksek Lisans		
Doktora		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Burslar-Ödüller:

Yayınlar ve Bildiriler: