



**HİPOTİROİDİ VE HİPERTİROİDİ HASTALARINDA DENTAL
PANORAMİK RADYOGRAFİ ÜZERİNDE RADYOMORFOMETRİK
İNDEKSLER VE FRAKTAL ANALİZ KULLANILARAK KEMİK
DEĞİŞİKLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Osman YALÇIN

**UZMANLIK TEZİ
AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

KASIM 2024

Osman YALÇIN tarafından hazırlanan “HİPOTİROİDİ VE HİPERTİROİDİ HASTALARINDA DENTAL PANORAMİK RADYOGRAFİ ÜZERİNDE RADYOMORFOMETRİK İNDEKSLER VE FRAKTAL ANALİZ KULLANILARAK KEMİK DEĞİŞİKLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı’nda UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Şevket Murat Özbek

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Doç. Dr. Gülsün AKAY

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 21/11/2024

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu tezin UZMANLIK tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Osman YALÇIN

21/11/2024

HİPOTİROİDİ VE HİPERTİROİDİ HASTALARINDA DENTAL PANORAMİK
RADYOGRAFİ ÜZERİNDE RADYOMORFOMETRİK İNDEKSLER VE FRAKTAL
ANALİZ KULLANILARAK KEMİK DEĞİŞİKLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
(Uzmanlık Tezi)

Osman YALÇIN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
Kasım 2024

ÖZET

Hipertiroidi, tiroid bezinin aşırı hormon üretimi ve sentezi ile karakterize edilirken, tirotoksikoz, aşırı tiroid hormonu yapımının kaynak gözetmeksizin yol açtığı klinik semptomlar ile tanımlanır. Hipertiroidi hastalarında gözlenen yüksek serum interlökin-6 (IL-6) seviyeleri, kemik kaybını etkileyen bir faktördür. Hipotiroidi genellikle hipertiroidinin zıt belirtileri ve bulguları ile tanımlanır. Ancak, kemik metabolizmasında bu durumun tam bir karşıtı olarak gözlemlenmez. Bu çalışmanın amacı panoramik radyografiler üzerinden Fraktal Boyut Analizi (FBA) ve radyomorfometrik indeks ölçümleri yapılarak elde edilen değerlerin hipertiroidi ve hipotiroidi hastalığı olan bireylerde trabeküler kemikte meydana gelen değişiklikleri ayırt edip edemeyeceğini belirlemektir. Çalışmamız, radyomorfometrik indeksler ve FBA parametrelerinin hesaplanması amacıyla Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi arşivinde bulunan panoramik radyografilerin kullanıldığı ve klinik anamnez kayıtlarında hipertiroidi/hipotiroidi hastalığı bulunan bireylerin dahil edildiği retrospektif bir çalışmadır. Çalışmada mandibular kortikal indeks (MKİ), mental indeks (MI) ve panoramik mandibular indeks (PMİ) gibi radyomorfometrik indekslerden ve fraktal boyut analizinden yararlanıldı. MKİ'ya göre incelendiğinde katılımcıların %55,6'sının C1, %40,6'sının C2, %3,9'unun C3 kortikal indeks grubunda olduğu tespit edildi. MKİ sınıflamaları incelendiğinde C1 grubunu oluşturan katılımcılar arasında sağlıklı kişilerin oranı anlamlı şekilde diğer gruplara göre yüksekti. Hipertroid grubunun Mİ ve PMİ değerinin Hipotroid ve Kontrol grubuna göre anlamlı şekilde daha azdı. Kondil, angulus ve premolar fraktal değerleri için Hipertroidi hastalarının değerleri diğer gruplara göre daha düşüktü.

Bilim Kodu : 1003
Anahtar Kelimeler : Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, Hipertiroidi, Hipotiroidi, Fraktal analiz, Radyomorfometrik indeks
Sayfa Adedi : 49
Danışman : Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR

EVALUATION OF BONE CHANGES IN HYPOTHYROIDIA AND
HYPERTHYROIDIA PATIENTS USING RADIOMORPHOMETRIC INDEXES AND
FRACTAL ANALYSIS ON DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPHY

(Speciality Thesis)

Osman YALÇIN

GAZİ UNIVERSITY
FACULTY OF DENTISTRY

November 2024

ABSTRACT

Hyperthyroidism is characterized by excessive hormone production and synthesis by the thyroid gland, while thyrotoxicosis is defined by clinical symptoms caused by excessive thyroid hormone production regardless of source. High serum interleukin-6 (IL-6) levels observed in hyperthyroid patients are a factor affecting bone loss. Hypothyroidism is usually defined by the opposite symptoms and findings of hyperthyroidism. However, it is not observed as the exact opposite of this condition in bone metabolism. The aim of this study was to determine whether the values obtained by Fractal Dimension Analysis (FDA) and radiomorphometric index measurements on panoramic radiographs can distinguish between changes in trabecular bone in individuals with hyperthyroidism and hypothyroidism. Our study is a retrospective study in which panoramic radiographs in the archives of Gazi University, Faculty of Dentistry were used for the calculation of radiomorphometric indices and FDA parameters and individuals with hyperthyroidism/hypothyroidism in their clinical history records were included. In the study, radiomorphometric indices such as mandibular cortical index (MCI), mental index (MI) and panoramic mandibular index (PMI) and fractal dimension analysis were used. When examined according to MCI, it was determined that 55.6% of the participants were in the C1, 40.6% in the C2 and 3.9% in the C3 cortical index group. When MCI classifications were examined, the proportion of healthy individuals among the participants in the C1 group was significantly higher than the other groups. The MI and PMI values of the Hyperthyroid group were significantly lower than the Hypothyroid and Control groups. The values of the Hyperthyroid patients were lower than the other groups for the condyle, angulus and premolar fractal values.

Science Code : 1003
Key Words : Cone Beam Computed Tomography, Hyperthyroidism,
Hypothyroidism, Fractal analysis, Radiomorphometric index
Page Number : 49
Supervisor : Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında ve uzmanlık eğitimim boyunca bilimsel katkılarıyla her zaman bana destek olan ve yardımlarını hiç esirgemeyen, kıymetli danışman hocam sayın Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR' e,

Uzmanlık eğitimimde ve çalışmalarımnda bilgi ve deneyimleriyle her zaman yanımda olan, Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Zühre AKARSLAN'a,

Diğer öğretim üyelerimiz Prof. Dr. Meryem TORAMAN, Prof. Dr. İlkay PEKER, Doç. Dr. Gülsün AKAY, Öğr. Gör. Gözde İSPİR, Öğr. Gör. Nuray BAĞCI ve Uzmanlık eğitimi sürem boyunca bana her zaman destek olan Doç. Dr. Umut PAMUKÇU'ya,

Bu yolda bana her zaman destek olan arkadaşlarım Uzm. Dt. Ceyda Gizem TOPAL'a, Uzm. Dt. Nursel Arpay Gümüş ve Uzm. Dt. Ömer Onur GÜMÜŞ'e

Birlikte görev yaptığım tüm asistan arkadaşlarıma,

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda birlikte çalıştığım teknik ve idari personele,

Tüm hayatım boyunca desteklerini her zaman arkamda hissettiğim annem, babam ve kız kardeşime,

Son olarak da en zor günlerimde yanımda olan sevgilim Arş. Gör. Hilal İsra ERKAN'a; sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Tiroid Bezi.....	3
2.1.1. Tiroid bezi anatomisi.....	3
2.1.2. Tiroid bezinin fizyolojisi.....	3
2.1.3. Patolojileri	4
2.2. Diş Hekimliğinde Kemik Yoğunluğunun Ölçülmesi.....	12
2.3. Fraktal Analiz	14
2.4. Mandibular İndeksler.....	16
2.4.1. Mandibular kortikal indeks	17
2.4.2. Mental indeks (Mİ)/ mandibular kortikal genişlik (MKG)/ mandibular kortikal kalınlık (MKK)	17
3. EREÇ VE YÖNTEM.....	19
3.1. Çalışma Planı	19
3.2. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri	19
3.3. Hariç Tutma Kriterleri	20
3.4. Radyomorfometrik Analizler	20
3.4.1. Mental indeks	21

3.4.2. Panoramik mandibular indeks	21
3.4.3. Mandibular kortikal indeks	22
3.5. Fraktal Boyut Analizi.....	22
3.6. Verilerin İstatiksel Analizi.....	24
4. BULGULAR.....	25
5. TARTIŞMA.....	31
5.1. Görüntü Formatının Seçilmesi.....	31
5.2. Radyomorfometrik İndeksler	32
5.3. Fraktal Analiz	34
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	37
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	49

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Araştırmadaki değişkenlere göre dağılım	25
Çizelge 4.2. Gruplara göre demografik özelliklerin dağılımı	25
Çizelge 4.3. Gruplara göre yaşların karşılaştırılması	26
Çizelge 4.4. MKİ değerlerinin karşılatırılması.....	26
Çizelge 4.5. Gruplara göre MKİ dağılımı	27
Çizelge 4.6. Gruplara göre mental indeks (Mİ), panoramik mandibuler indeks (PMİ) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	28
Çizelge 4.7. Gruplara göre kondil, angulus, premolar fraktal boytuların karşılaştırılması	29

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. PMİ ölçümünü gösteren şekil	21
Şekil 3.2. Klemetti ve ark. yapılan çalışmaya göre MKİ sınıflaması.....	22
Şekil 3.3. Seçilen ROI alanlarının gösterimi	23
Şekil 3.4. FB hesaplanmasında oluşturulan logaritma grafiği.....	24
Şekil 4.1. Gruplara göre cinsiyetlerin dağılımı	26



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

%	Yüzde
<	Küçük işareti
>	Büyük işareti
±	Eksiği veya fazlası
≤	Küçük eşit işaret
≥	Büyük eşit işareti
μm	Mikrometre

Kısaltmalar

Açıklamalar

BT	Bilgisayarlı Tomografi
DA	Dansitometrik Analiz
DEXA	Dual Enerjili X-Işını Absorpsiyometri
FA	Fraktal Analiz
FB	Fraktal Boyut
FBA	Fraktal Boyut Analizi
Gİ	Gonial İndeks
HBYS	Hastane Bilgi Yönetim Sistemi
KBT	Kantitatif Bilgisayarlı Tomografi
KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
KUS	Kantitatif Ultrasonografi
Mİ	Mental İndeks
Mikro-BT	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
MKİ	Mandibular Kortikal İndeks
mm	Milimetre
N	Örneklem Büyüklüğü
Ort.	Ortalama

Kısaltmalar**Açıklamalar****PMİ**

Panoramik Mandibular İndeks

ROI

Regions of Interest (İlgili Bölge Seçimi)



1. GİRİŞ

Hipertiroidi, tiroid bezinin aşırı hormon üretimi ve sentezi ile karakterize edilirken, tirotoksikoz, aşırı tiroid hormonu yapımının kaynak gözetmeksizin yol açtığı klinik semptomlar ile tanımlanır. Tirotoksikoz, subklinik veya belirgin olarak iki farklı biçimde meydana gelebilir [1].

Hipertiroidi'nin dünya çapında prevalansı %0,2-1,3 aralığındadır[2].

Tiroid hormonları, iskeletin büyümesi, gelişmesi, kemik kütlesi ve gücünün korunması üzerinde belirleyici role sahiptir [3]. Bu hormonlar, kemik erimesini doğrudan tetikleyebilir [4]. Tiroid hormonları, osteoblastlar veya osteoklastları direkt olarak uyarak kemik kalsiyum metabolizması üzerinde etkili olabilir[5].

Hipertiroidi hastalarında gözlenen yüksek serum interlökin-6 (IL-6) seviyeleri, kemik kaybını etkileyen bir faktördür. IL-6, osteoklast üretimini ve paratiroid hormonunun (PTH) kemik üzerindeki etkisini artırabilir [6].

Kemik rezorpsiyonundaki artış, plazma kalsiyum miktarını yükseltir. Hipertiroidi durumlarında, kalsiyum ve fosfor dengesi genellikle negatiftir [7].

Hipotiroidi, tiroid bezinin ve tiroid hormonlarının çeşitli sebeplerle azalan işlevselliği olarak adlandırılır [1]. Belirgin hipotiroidi % 0.1-2 sıklıkla görülürken, yetişkinlerde subklinik hipotiroidi % 4-10 oranında görülmektedir [8].

Hipotiroidi genellikle hipertiroidinin zıt belirtileri ve bulguları ile tanımlanır. Ancak, kemik metabolizmasında bu durumun tam bir karşıtı olarak gözlemlenmez. Hipotiroidi hastalarında kırık riski normal kemik yoğunluğuna rağmen artmaktadır. Premenapozal hipotiroidi vakalarında, kemik döngüsü hipotiroidi nedeniyle yavaşlar [9].

Diş hekimliği alanında, kemik mineral yoğunluğunun doğru tespiti, tanının konulması, tedavi stratejisinin belirlenmesi ve dental işlemlerin sonucunun olumlu olması açısından kritik bir rol oynar. Kemik yoğunluğunda meydana gelebilecek düşüşler, potansiyel kemik kırıklarına ve travmatik yaralanmaların oluşabileceğine yönelik ipuçları verebilir Çene

kemiklerinin radyolojik incelemesi için kullanılan çok sayıda yöntem mevcuttur. Mandibular İndeksler ve Fraktal Boyut Analizi bu yöntemlerdendir [10].

Fraktal analizi, genelde görüntü analizinde ve özellikle radyografi görüntülerinde mevcut veya potansiyel hastalıkların şiddetini, ilerleme hızını ve teşhisini belirlemek için tıbbi alanda yaygın olarak kullanılır [11].

Mandibular indeksler, panoramik radyograflar kullanılarak potansiyel bir kemik mineral yoğunluğu kaybının tahmin edilebilmesi ve değerlendirilmesi için yapılan ölçümlerdir[12].

Panoramik radyografi, maksillofasiyal bölge görüntülemesi için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Mandibular indeksler, panoramik radyografi ile elde edilen kemik miktarını ölçmeye ve morfolojik değişimleri tahmin etmeye yardımcı olur [13].

Bu amaçla çalışmamız; panoramik radyografiler üzerinden FBA ve radyomorfometrik indeks ölçümleri yapılarak elde edilen değerlerin hipertiroidi ve hipotiroidi hastalığı olan bireylerde trabeküler kemikte meydana gelen değişiklikleri ayırt edip edemeyeceğini belirlemeyi amaçlamıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tiroid Bezi

2.1.1. Tiroid bezi anatomisi

Tiroid bezi, boynun ön tarafında konumlanmıştır. C5-T1 vertebralar hizasında yer alan ve ortalama ağırlığı 25 gram olan bir organdır [14]. İyot eksikliği bulunmayan sağlıklı yetişkin bir bireyde tiroid bezi genellikle 4.5 x 1.5 x 1 cm ölçülerindedir [15]. Ultrasonografi (US) yardımıyla yapılan ölçümler, tiroid hacminin erkeklerde kadınlardan biraz daha büyük olduğunu, yaş ve vücut ağırlığına bağlı olarak büyüdüğünü ve iyot alımının artması durumunda ise azaldığını göstermiştir [16]. Tiroid bezi iki lobdan meydana gelir ve bu loblar bir isthmus aracılığıyla birbirine bağlanmıştır. Ön yüzünde sternohyoid, sternothyroid ve omohyoid kasları, yan tarafında ise sternokleidomastoid kasları ile ilişkilidir [17]. İnce bir kapsül olarak tanımlanan ve glandülleri ayıran capsula fibrosa, bağ dokusundan oluşur ve tiroid bezini kaplar [14].

2.1.2. Tiroid bezinin fizyolojisi

Tiroid bezi, 0-2 yaş arası çocukların beyin ve genel gelişimi için hayati önem taşıırken, yetişkinlerde metabolik işlemlerin düzgün işleminde kritik bir rol oynar. Tiroid hormonlarının varlığı, birçok organın işleyişini doğrudan etkilemektedir. Hipotalamus, tirotropin salgılayan hormon (TRH) üreterek, hipofiz bezindeki tirotropik hücrelerin tiroid uyarıcı hormon (TSH) salgılamasını tetikler. TSH, tiroid hormonlarının üretim ve salınımını düzenler. Bu hormonlar tiroksin (T4), triiyodotironin (T3) ve kalsitonindir [18, 19].

Tirozin aminoasiti tiroglobulin foliküler hücrelerde sentezlenip, kolloid içinde depolanır. Tiroid hormonları bol miktarda iyot içerir ve vücuttaki iyodun çoğunu tiroid bezi kullanır. İyot, Na-I simporter taşıyıcısı ile tiroid folikül hücresine kan yoluyla alınır. İyodür, bazal membranda organik iyota dönüşerek aktive olur ve böylece tiroglobulinlere bağlanır. Gerekli olduğunda, tiroglobülünden ihtiva edilen iyotlu tirozil türevleri olan monoiyodotirozin (MIT) ve diiyodotirozin (DIT) oluşur. Tiroid-peroksidaz enzimi MIT ve DIT'i birleştirerek 3,5,3'- triiyodotironin (T3) ve tiroksin (T4) hormonlarının üretimini sağlar. TSH, T3 ve T4, negatif geribildirim mekanizması ile kontrol edilir. Kontrol mekanizması, ağırlıklı olarak TSH ve dolaşım sisteminde bulunan levotiroksin tarafından yönetilir. Serumda bulunan T3

ve T4 seviyelerinin yüksekliği ters orantılı bir etki oluştururken, TSH'nın etkisi doğru orantılıdır [20].

Hormonlar, ancak serbest durumda iken işlev gösterebilmektedirler. Tiroid hormonlarının çok k    k bir kısmı serbest durumda bulunurken, çoğunluğu serum içerisinde transtiretin, tiroksin bağlayıcı globülin ve diğer proteinlere veya lipoproteine bağlı olarak taşınmaktadır. Plazmada herhangi bir taşıyıcıya bağlı olmaksızın etkisini gösteren serbest T3 ve T4, sadece k    k miktarlarda bulunur[21].

2.1.3. Patolojileri

Tiroid rahatsızlıkları, genel olarak hormon üretiminin aşırı ya da yetersiz olmasına dayanan hastalıklardır. Toplum içinde oldukça yaygındırlar. Genellikle kadınlar, erkeklerden daha fazla tiroid rahatsızlıklarıyla karşı karşıya kalırlar. Tiroid rahatsızlıklarının belirtileri özgün değildir ve birçok hastalığın semptomlarına benzerlik gösterir. Hipotiroidizm özellikle yaş ilerledikçe daha sık g r   r. Teşhis ve tedavi süreçlerinde bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır [22]

TSH, tiroid hormonlarının salgılanmasını yönetir ve bu hormonlar negatif feedback mekanizmasıyla ayarlanır. TSH, serum T3 ve T4'teki hafif azalmalarla önemli değişiklikler yaratır [23]. Bu nedenle, tiroid rahatsızlığından şüphelenilen bireylerin bez fonksiyonlarını değerlendirmek için ilk tercih edilen test TSH  l  m d r. Normal TSH değerleri 0.4 ve 2.5 mU/L arasındadır. Bu hormonun düzeyi hipertiroidi durumunda düşerken, hipotiroidi durumunda yükselir [24]. İkinci kullanışlı test ise serbest T4 ve T3 düzeylerinin ölçümüdür. Serbest T4 seviyesindeki düşüş, hipotiroidi belirtisidir ve hipotiroidi şiddetlendiğinde serbest T4 seviyesi düşer. Plazma serbest T3 seviyesi de ölçümde kullanılan testler arasındadır, fakat serbest T4 ölçümleriyle karşılaştırıldığında daha az güvenilir olduğu düşünülmektedir. Serbest T3  l  mleri, klinik hipertiroidi veya hipotiroidi ile sınırlı bir ilişki gösterir [23].

Hipertiroidi

Hipertiroidi, tiroid bezinin aşırı hormon üretimi ve sentezi ile karakterize edilirken, tirotoksikoz, aşırı tiroid hormonu yapımının kaynak gözetmeksizin yol açtığı klinik

semptomlar ile tanımlanır. Tirotoksikoz, subklinik veya belirgin olarak iki farklı biçimde meydana gelebilir [1]

Hipertiroidi epidemiyolojisi

Hipertiroidi'nin dünya çapında prevalansı %0,2-1,3 aralığında değişirken [2], çalışmalara göre genel hipertiroidi oranı Avrupa'da %0,8, ABD'de ise %1,3 olarak belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, belirgin hipertiroidi oranı Avrupa'da %0,5-0,8, ABD'de ise %0,5 olarak bildirilmiştir. Bu durumun görülme sıklığı yaşla birlikte yükselmekte ve kadınlarda daha yaygın bir şekilde görülmektedir [1].

Tiroid hormonlarının aşırı üretilmesi

Graves hastalığı, hipertiroidizmin en sık rastlanan sebebidir. TSH reseptör oto antikorlarının, tiroid foliküler hücrelerinde yüksek miktarda T3 ve T4 hormonu salgılanmasını tetikler [25]. Yüksek iyot tüketimi ve stres bu durumun risk faktörlerinden bazılarıdır [26, 27]. Diffüz guatr, oftalmopati, tirotoksikoz ve dermopati, hastalığın en belirgin semptomlarıdır. Aile içinde Graves hastalığı görülme sıklığının artması, genetik faktörlerin önemli bir rol oynadığını göstermektedir [25].

Hashitoksikoz, aşırı radyoiyot alımının tetiklediği ve TSH-reseptör antikorları tarafından sebep olunan otoimmün tiroid hastalığıdır [28]. Hastalığın ilerleyen evrelerinde, lenfosit infiltrasyonu sonucu otoimmün tiroid dokusu tahrip olur. Hashimoto tiroidi ile benzer belirtileri vardır ve bu yüzden Hashimoto ve tritoksikozun bileşimi olarak adlandırılır.

Toksik multinodüler guatr, tiroid foliküllerinin fokal veya diffüz hiperplazisi sonucunda tiroid bezinin büyümesi durumudur [29]. Uzun süreli düşük doz uyarılma sonucu oluşur. İlk başta tiroid bezi normal çalışır ancak zamanla büyüyen alanlar aktifleşir ve tirotoksikoz tablosu oluşur [1]. 50 yaşından büyük kişilerde görülme sıklığı daha fazladır [30]. İyot alımının düşük olduğu alanlarda toksik multinodüler guatr, daha yaygındır [26].

Toksik adenomlar, bir diğer adıyla hiperfonksiyonel soliter nodül, toksik nodül veya Plummer hastalığı, tiroid bezinde çok sayıda o adenomun oluşturduğu hipertiroidizm durumunu tanımlamak için kullanılır. Genellikle 30-50 yaş arası hastalarda görülür[26].

Toksik adenomlar genellikle 3 cm'den daha büyüktür. Adenomlar büyürken tiroid hormon üretimini sağlar ve fazla miktarda tiroid hormonu oluşur [31].

Trofoblastik hastalıklar ve germ hücre tümörleri, koryokarsinom ve mol hidatiforme sahip kadınlarda ya da testis germ hücre tümörü olan erkeklerde, TSH reseptörünün direkt uyarılması ile ortaya çıkar. Gonadotropinin (hCG) yüksek oranda bulunması hipertiroidizme sebep olur [32].

Aşırı TSH salgılayan hipofizer adenomlar, hipertiroidiye neden olabilir ama bu durum çok nadirdir. Hipofizer direnci ise, TSH üretiminin yolu olan negatif feedback mekanizmasında bir sorun sonucu oluşur. Böylelikle hipofiz bezinde TSH hormonuna direnç oluşabilir ve hipertiroidi gelişebilir [33].

Tiroid bezi yıkımı

Tiroidit, tiroid bezi enfeksiyonundan kaynaklı çeşitli belirtilerin görüldüğü genel bir durumdur. Radyasyon, travmalar, otoimmün tepkiler, ilaçlar ve idiyopatik fibrotik işlemler nedeniyle ortaya çıkabilir [34]. Hormonları önceden üreten tiroid bezi, bu hormonların kolloid alanından salınması sonucunda hipertiroidizm oluşturabilir. Hastaların eutiroidizm, hipertiroidizm veya hipotiroidizm durumları olabileceği gibi, zaman içinde bu durumlar arasında geçişler de görülebilir[1]. Hashimoto hastalığı, subakut granulomatöz tiroidit, doğum sonrası tiroidit, subakut lenfositik tiroidit tiroiditin en yaygın sebepleri arasındadır.

Tiroid hormonlarına yapay yolla alım, aşırı dozajda levotiroksin kullanımı, struma ovarii, fonksiyonel tiroid kanseri metastazları gibi durumlar veya tiroid bezi dışında tiroid hormonları üretilmesi hipertiroidizme yol açabilir [35].

Klinik bulguları

Tiroid hormonlarının termogenez ve bazal metabolizmayı hızlandırdığı bilinmektedir. Hipertiroidizmin belirtilerini, T3 ve T4 hormonlarının fizyolojik etkilerinin aşırı seviyede görülmesi olarak tanımlayabiliriz. Hastanın yaşına, hastalığın süresine ve çeşidine bağlı olarak semptomlar karşımıza çıkar. Bu semptomlar asemptomatik durumdan, ölümcül sonuçlara kadar değişkenlik gösterir [36]. Genellikle yaşlı hastalarda daha az klinik belirti

görülürken, gençler arasında tremor, anksiyete ve huzursuzluk gibi belirtiler daha yaygındır [37].

Hipertiroidizmin sinir sistemine olan etkisi de dikkat çekicidir. Bu durum demans, karışıklık, nöbetler, sinirlilik, anksiyete, tremor ve hızlı duygusal dalgalanmalar gibi belirtilere sebep olabilir. Ayrıca, tiroid hormonları, kalp metabolizmasını etkileyerek, kalpte pozitif kronotropik ve inotropik etkiler oluşturur. Bu etkiler sol ventrikül atımını ve kalp debisini artırır. Yoğunlaşan kardiyak aktivite, sol ventrikül hacminin artmasına yol açabilir. Kardiyak bozukluklar da tritoksikozun akciğerleri olumsuz etkilemesine neden olabilir [38, 39].

Üreme sistemi üzerinde ciddi etkiler yaratabilir. Kısırlık, anovülasyon veya düzensiz menstrüasyon gibi sorunlarla kadınlar karşı karşıya kalabilirken, anormal uterin kanamalar da gözlemlenebilir. Erkeklerde ise, jinekomastiye bağlı libido düşüşü ve erektil disfonksiyon görülebilir. Serumda östrojen seviyeleri yüksek bulunmaktadır [40].

Hipertiroidizm durumunda, artan kan dolaşımı sebebiyle deri nemlenir ve keratin tabakasında azalma nedeniyle pürüzsüz bir görünüm alır [41]. Isı toleransı azalır ve terleme miktarı artar. Tırnak yatakları ayrılabilir, tırnaklar yumuşayabilir ve saçlar inceler. Hemosiderin birikimi ve bazal melanozise bağlı hiperpigmentasyon oluşabilir [42]. Graves hastalığından muzdarip olanlarda kaşıntı ve döküntüler görülebilir. Deri kabarık ve pırtıklı bir görünüm alır, portakal kabuğunu anımsatır [43].

Hastaların çoğunda gözle ilgili anormallikler var olabilir. Sempatik sistemin alfa adranerjik reseptörlerindeki aktivite artışı, göz hareketlerini ve kirpik takibini yavaşlatır. Graves hastalığı olan kişilerde göz hastalığı (oftalmopati) görülebilir. Lenfositler, mukopolisakkaritler ve ödem sıvılarının birikmesi sonucunda gözlerde çıkıntılar oluşabilir. Göz kapaklarında kızarıklık, görme keskinliğinde azalma ve göz küresinin göz yuvasından dışarı fırlaması gibi belirtiler ortaya çıkar. Ciddi Graves oftalmopatisi durumunda, optik sinire uygulanan bası nedeniyle körlük meydana gelebilir. Göz çevresindeki dokularda ve konjunktivada ödem ve kızarıklık, gözde basınç hissi, kornea ülseri ve kompresif optik nöropati meydana gelebilir. Sigara içenlerde bu belirtiler daha ağır bir şekilde seyretmektedir [44, 45].

Kemik metabolizmasına etkisi

Tiroid hormonları, iskeletin büyümesi, gelişmesi, kemik kütlesi ve gücünün korunması üzerinde belirleyici role sahiptir [3]. Bu hormonlar, kemik erimesini doğrudan tetikleyebilir [4]. Tiroid hormonları, osteoblastlar veya osteoklastları direkt olarak uyararak kemik kalsiyum metabolizması üzerinde etkili olabilir [5]. TSH reseptörü üzerinden osteoblast veya osteoklast öncülerini etkileyebilir[46]. Hipertiroidi hastalarında gözlenen yüksek serum interlökin-6 (IL-6) seviyeleri, kemik kaybını etkileyen bir faktördür. IL-6, osteoklast üretimini ve paratiroid hormonunun (PTH) kemik üzerindeki etkisini artırabilir [6].

Kemik rezorpsiyonundaki artış, plazma kalsiyum miktarını yükseltir. Hipertiroidi durumlarında, kalsiyum ve fosfor dengesi genellikle negatiftir[7]. Konsantre serumdaki iyonize kalsiyumdaki artışlar sıkça rastlanır. Hiperkalsemi durumu, paratiroid hormonu (PTH) salgısını baskılayarak, kalsiyum dengesini hiperkalsemiye karşı korur [47]. Azalan plazma PTH seviyeleri, 25-hidroksivitamin D'nin 1,25-dihidroksivitamin D'ye (kalsitriol) dönüşümünü engeller [48]. Azalan plazma kalsitriol seviyeleri, bağırsakta kalsiyum emilimini azaltır ve fekal kalsiyum atılımına neden olur. Alkalen fosfataz, osteokalsin, osteoprotegerin ve fibroblast büyüme faktörü-23 gibi kemik ve mineral metabolizması biyokimyasal belirteçlerinin serum konsantrasyonları, hipertiroidi durumlarında belirgin şekilde artar [49, 50]. Tirotoksikoz hastalarında, çürük insidansındaki artış, kserestomi, dişlerin erken sürmesi ve çenelerde yaygın osteoporoz görülebilir.

Hipotiroidi

Hipotiroidi, tiroid bezinin ve tiroid hormonlarının çeşitli sebeplerle azalan işlevselliği olarak adlandırılır [51]. Bu durum, metabolik işlemlerin genel bir yavaşlaması ile anlaşılır. Yerine göre hipotiroidi hastalığına primer, sekonder ve tersiyer olabilir [24]. Belirgin hipotiroidi % 0.1-2 sıklıkla görülürken, yetişkinlerde subklinik hipotiroidi % 4-10 oranında görülmektedir. Bu yüzde, yaşlı kadınlarda daha yüksektir. TSH seviyeleri erkeklerde yaşla değişiklik göstermezken, kadınlarda 45 yaşından sonra belirgin bir artış görülmüştür. Guatr durumu, kadınlarda erkeklere göre dört kat daha yaygındır [8].

Her hipotiroidi teşhisi olan birey için, hipotiroidinin kaynağı kesinlikle tanımlanmalıdır. Hipotiroidizm, hipotalamus-hipofiz-tiroid yolu boyunca herhangi bir noktadaki bir sorundan

ortaya çıkabilir. İyot eksikliği, otoimmün tiroid hastalığı ya da ilaç kullanımı gibi sebeplerle bu durum oluşabilir [52].

Primer hipotiroidizm

Primer hipotiroidizm genellikle tiroid bezinin faktörlerinden kaynaklı olup, tiroid hormonlarını tiroid bezinden salgılama miktarı azalır. Bu durum, T3 ve T4 hormonlarının az salgılanmasına ve dolayısıyla da bu hormonların plazma seviyelerinin düşmesine sebep olur. Plazma konsantrasyonunun düşmesi, TSH salgısının artmasına yol açar [52]. İki türü bulunmaktadır.

Belirgin hipotiroidizm, serbest T4 konsantrasyonunun düşük, TSH konsantrasyonunun arttığı bir durumdur. Bu kişiler genellikle hipotiroidizm belirtilerini gösterir. Subklinik hipotiroidizmde ise, serbest T4 konsantrasyonu normal seviyede, TSH konsantrasyonu yükselmiştir. Bu kişilerde hipotiroidizm belirtileri ve bulguları genellikle hafiftir [53].

Hashimoto tiroiditi, iyot eksikliği olmayan bölgelerde hipotiroidinin en yaygın nedenidir. Hücre ve antikor aracılığıyla tiroid dokusunun yıkılmasına sebep olur. Tiroidal peroksidaz antikorlarının (TPO) etkisiyle tiroid bezi genel bir lenfositik infiltrasyona uğrar [54]. Genetik olarak köklenmiş T supresör lenfositlerindeki bozukluklar sonucunda tiroid bezi zarar görebilir. Sitotoksik T hücreleri, tiroid hücrelerini doğrudan öldürebilir [55].

Hashimoto tiroiditi erken aşamasında bez sert, büyük ve nodül niteliğindedir. Hastalık ilerledikçe bez boyutunu küçültür ve atrofik, fibrotik bir yapıya dönüşür. Hashimoto tiroiditi genellikle tiroid fonksiyonlarının yavaşça kaybolmasıyla ilerler. Hashimoto tiroiditi, özellikle kadınlarda ve yaş ilerledikçe daha sık görülür. Çocuklarda hipotiroidizmin en sık görülen nedenidir [56]. Görülme sıklığı etnik gruplara göre değişiklik gösterir. Turner sendromu ve Down sendromu olan kişilerde daha sık görülür [57, 58]. Hashimoto tiroiditi, yüksek iyot alımıyla alakalıdır. Endemik guatrın yaygın olduğu bölgelerde, diyetle alınan iyot arttıkça, plazmada tiroid peroksidaz konsantrasyonları artar. Aşırı iyot, hipotiroidizme yol açabilir [59]. Selenyum eksikliği, çocukluk döneminde aşırı kilo alımı ve obezite, Hashimoto tiroiditisini artırabilir [60].

Hipotiroidizm, total tiroidektomi sonrasında genellikle iki ila dört hafta içerisinde ortaya çıkar. Ancak, subtotal tiroidektomi sonrasında bu süreç daha değişken olabilir ve sıklıkla hastaların büyük çoğunluğunda ilk yıl içerisinde hipotiroidizm gelişir. Ayrıca, hipertiroidizmin tedavisinde kullanılan ve tiroid hormon salgılanmasını azaltmayı hedefleyen metimazol ve propiltiyourasil gibi ilaçlar, hipotiroidizm oluşumuna neden olabilir [52].

Sekonder ve tersiyer hipotiroidizm

Hipotiroidizm durumu TSH'nin yetersiz üretimi sonucunda sekonder hipotiroidi, TRH'nin hipotalamik salgılanmasında yetersizlik olduğunda ise tersiyer hipotiroidi olarak tanımlanır. Ancak gerçek hayatta, sekonder ve tersiyer hipotiroidi ayırımını yapmak zor olduğu için genellikle bunlar topluca santral hipotiroidizm olarak nitelendirilir. Santral hipotiroidizm, toplumda oldukça seyrek görülür ve hipotiroidili hastaların yüzde 1'inden daha az bir oranda belirlenir [61].

Hipofiz bezi işlev gören hücrelerin azalması ile sekonder hipotiroidizm gelişir ve genellikle hipofiz tümörü gibi sorunlardan dolayı ortaya çıkar. Santral hipotiroidizm bulunan hastalarda genellikle başka bir hipofiz hormonu eksikliği daha bulunur. Santral hipotiroidizmin semptomları, primer hipotiroidizmin belirtilerine benzer ancak genellikle daha hafif seyreder [62].

Tersiyer hipotiroidizm, hipotalamusun zarar görmesi veya hipotalamik-hipofiz portal kan akışını engelleyen her türlü bozukluk sonucu oluşabilir. Bu durum genellikle tümörler, travma, radyasyon terapisi veya enfeksiyon hastalıklarından dolayı gelişir. TSH ve TRH eksiklikleri arasındaki ayırım biyokimyasal testlerle belirlenemez ve klinik önemi yoktur [62].

Klinik bulgular

Hipotiroidizm genel olarak vücut metabolizmasının yavaşlamasına neden olur. Bu durum halsizlik, hareketlerde ağırlaşma, kabızlık, kilo artışı, düşük kalp atış hızı, ödem ve bellek kaybı gibi rahatsızlıklara sebep olur [1]. Vücut dokularının aralarındaki boşluklarda glikozaminoglikanlar toplanmaya başlar.

Glikozaminoglikan birikimi, su ve sodyumun birikmesine yol açar. Bu durumda, genel bir şişkinlik gözlenir ve bu durum saç ve deride değişiklikler, yüz ve dilde şişlik ve ses kısıklığına neden olabilir. Şiddetli hipotiroidizm durumlarında miksedem denilen bir durum ortaya çıkar. Yüzde grilik ve sert bir görünüm meydana gelir.

Hipotiroidizmli kişilerde kan akışı yavaşlar ve bu yüzden cilt soğuk ve solgun hale gelir. Ciltte kuru, pürüzlü ve hiperkeratozdan muzdarip olabilir. Terleme miktarı azalır ve ciltte hiperpigmentasyon meydana gelir. Saçlar kalınlaşır, saç kaybı yaşanır ve tırnaklar kırılabilir [42].

Hipotiroidizm, metabolizma hızının düşmesine sebep olarak kalp atış hızını, kalp debisini ve kalp kası kasılmasını azaltır. Periferik damarların direnci arttığı için yüksek tansiyon görülebilir. Miksödem durumu sonucunda yüksek kolesterol ve bozulmuş yağ asidi hareketliliği gibi ateroskleroz risk faktörleri ortaya çıkar. Azalmış kalp debisi, egzersiz kapasitesini düşürür ve egzersiz esnasında nefes darlığına neden olur. Hastalarda hiperkapni ve hipoksi sıklıkla görülür [63].

Bağırsak hareketlerinin azalması, hipotiroidizmli hastaların en sık rastlanan belirtisidir ve bu durum kabızlığa neden olabilir [64]. Hipotiroidizmli kadınlarda adet döngüsünde gecikmeler ya da aşırı ve uzun süreli kanamalar yaşanabilir. Hipotiroidizmli erkeklerde ise cinsel istekte azalma, ereksiyon sorunları ve gecikmiş boşalma görülür. Serbest testosteron seviyeleri düşük bulunmuştur [65].

Tiroid, sinir sistemini geliştirmede önemli bir role sahiptir. Hipotiroidizm durumunda zihinsel gelişim bozuklukları görülür. Miyelin tabakası bozulur, sinapslar anormal olarak gelişir. Yetişkinlerde zihinsel durum yavaşlar, unutkanlık ve işitme kaybı görülür. Derin tendon refleksleri yavaşlar, miksedem ile ilişkili karpal tünel sendromu gibi sinir sistemi hastalıkları görülür. Kas fonksiyonu bozukluğu, gecikmiş kasılma ve gevşeme, azalan kas kuvveti, ağrı, kramplar ve kas ağrısı yaşanabilir. Miksödem durumunda izole kas atrofisi vakaları bildirilmiştir. Serum kreatin kinaz seviyesi sıklıkla yükselir [66].

Hipotiroidizmli hastalarda, kırmızı kan hücresi üretiminde azalma ve anemi görülür. Bu durum dokulara oksijen dağıtımını azaltır. Hipotiroidizmde, hormonal dengesizlik ve emilim bozuklukları sonucunda ortaya çıkan aşırı adet kanaması nedeniyle mikrositik anemi de

görülebılır. Hipotiroidizmli hastalarda, normalden 20 kat daha sık pernisiyoz anemi görülr [67].

Kemik metabolizmasına etkileri

Hipotiroidi genellikle hipertroidinin zıt belirtileri ve bulguları ile tanımlanır. Ancak, kemik metabolizmasında bu durumun tam bir karşıtı olarak gözlemlenmez. Hipotiroidi hastalarında kırık riski normal kemik yoğunluğuna rağmen artmaktadır. Premenapozal hipotiroidi vakalarında, kemik döngüsü hipotiroidi nedeniyle yavaşlar [9].Erişkin hipotiroidi hastalarında yapılan araştırmalar, kemik yoğunluğunda bir artış olduğunu, ancak kemiğin kalitesinin düşük olması nedeniyle kırık riskinin arttığını göstermektedir. Hipotiroidi tedavisinde levotiroksin kullanımı, tedavi başladıktan sonra kemik mineral yoğunluğunda azalmaya yol açabilir [68].

Çocukluk döneminde boy sorunlarının en yaygın nedenlerinden biri hipotiroididir. Kemik büyümesi için tiroid hormonu gereklidir ve hipotiroidi vakalarında kemik büyümesi genellikle yavaşlar. Epifiz ve kafatası suturları kapanışında gecikmeler görülebilir ve ciddi vakalarda, doğum sonrası büyüme durabilir, iskelet displazisine yol açabilir.

Doğuştan hipotiroidili çocuklarda, kemik mineral yoğunluğunun azaldığı belirtilmiştir [69]. Diş gelişiminde gecikme, dil büyüklüğünde artış, diş köklerinin kısalığı ve lamina duradaki incelme sık gözlemlenen bulgulardır. Alt çene üst çeneye göre nispeten küçüktür (mikrognati superior). Periodontitis ve hipotiroidi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu da belirlenmiştir [70].

2.2. Diş Hekimliğinde Kemik Yoğunluğunun Ölçülmesi

Diş hekimliği alanında, kemik mineral yoğunluğunun doğru tespiti, tanının konulması, tedavi stratejisinin belirlenmesi ve dental işlemlerin sonucunun olumlu olması açısından kritik bir rol oynar. Kemik yoğunluğunda meydana gelebilecek düşüşler, potansiyel kemik kırıklarına ve travmatik yaralanmaların oluşabileceğine yönelik ipuçları verebilir. Kemik mineral yoğunluğu düşük olan hastalarda, diş çekimi ve benzer muayene süreçlerinde kemik kırıklarının oluşma riskine özen gösterilmelidir. İmplant uygulamalarında ise, kemik genişliği ve yüksekliği kadar, kalite ve kantitenin de osseointegrasyon sürecinde vitally important olduğunu belirtmek gerekir [10]. Ortoodonti tedavisinde, diş hareketlerinin kemik

yoğunluğu tarafından etkilendiği bilinmektedir. İçerisinde yoğun kemik yapısı bulunan bireylerde dişlerin hareket etmesi daha zor olabilir [71]. Kemik porozitesi ve mineralizasyon derecesinin ölçümü, ortodonti tedavisinde adaptif kemiğin yeniden modellenmesi ve mekanik özelliklerin daha net anlaşılması için önemlidir. İnce mandibular kortekse sahip olanlar, yüksek dental relaps riski altında olabilirler [72]. Osteoporoz, bazı durumlarda periodontal hastalık ve diş kaybına sebep olabilir. Tedavinin planlaması ve bu tip hastaların daha detaylı inceleme için yönlendirilmesi için, panoramik röntgenlerde osteoporotik değişikliklerin belirlenmesi normal muayenenin önemli bir parçasıdır [73].

Çene kemiklerinin radyolojik incelemesi için kullanılan çok sayıda yöntem mevcuttur. Bunlar arasında; Mandibular İndeksler, Fraktal Boyut Analizi, Kantitatif Bilgisayarlı Tomografi (KBT), standart Bilgisayarlı Tomografi (BT), Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT), Mikro Bilgisayarlı Tomografi (mikro-BT), Dansitometrik Analiz (DA), Dual Enerjili X-Işını Absorpsiyometri (DEXA), Kantitatif Ultrasonografi (KUS) ve Yüksek Çözünürlüklü-MR dikkat çeken yöntemlerdendir [10].

Kantitatif Bilgisayarlı Tomografi (KBT), tek bir yöntemle gerçek hacimsel KMY ölçümünü (mg/cm^3) gerçekleştirir [74]. KBT'nin öne çıkan ayrıcalığı, kortikal ve süngerimsi kemik mineral yoğunluklarının ayrı ayrı incelenmesine izin vermesidir. Bu özelliklerinden ötürü, KBT, trabeküler kemik ölçümünde ve iskelet yoğunluğundaki değişimlerin belirlenmesinde oldukça etkilidir [75]. DEXA'ya göre önemli bir avantajı, omurganın mekanik direncine katkısı olmayan yapıların ölçümünü dışlaması ve özellikle trabeküler kemik ölçümünde kullanılmasıdır. Ancak, yüksek radyasyon dozu, düşük duyarlılık, yüksek maliyet, yaygın kullanılmaması ve fazla alan gerektirmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır [76, 74]

Geleneksel BT'nin getirdiği yüksek radyasyon dozları nedeniyle, araştırmacılar, implant işlemlerinden önce kemik yoğunluğunu ölçmek için KIBT gibi seçeneklere başvurmuşlardır [77]. KIBT, düşük radyasyon dozu, doğru görüntüleme, hızlı tarama süresi ve maliyet etkinliği gibi çeşitli yararlar sağlar [78]. Fakat, cihazın türüne bağlı olarak KIBT ile belirlenen yoğunluk değeri değişkenlik gösterir ve bu değerler, geleneksel BT tekniklerinin yoğunluk değerleriyle tam olarak örtüşmez [79].

Mikro-BT, son dönemde laboratuvarlarda trabeküler ve kortikal kemik ölçümlerinin analizi için popüler bir araç haline gelmiştir [80, 81]. Buxsein ve ark. trabeküler kemik yapısının

değerlendirilmesi konusunda mikro-BT taramalarının bir altın standart olabileceğini ifade etmiştir [82]. Mikro-BT, diş implantı çevresindeki kemik entegrasyonunu hem niteliksel hem de niceliksel olarak değerlendirmeye yeteneklidir. Ancak, yüksek maliyeti ve radyasyon dozunun fazlalığı, bu teknolojinin dezavantajları arasında yer almaktadır [83].

Yüksek çözünürlüklü MR teknolojisi, kemik yapısının ve mikro mimarisi detaylarının 3 boyutlu görsellerini iyonlaştırıcı radyasyon olmaksızın sunma kabiliyetine sahiptir. Ancak, yüksek çözünürlükte trabeküler kemik görüntülerinin elde edilmesinin uzun bir tarayış süresi gerektirdiği de teknolojinin bir dezavantajıdır [10].

Diğer yandan Panoramik radyografi, oral ve maksillofasiyal bölgenin görüntülenmesinde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Panoramik radyograflarda mandibular indeksler, mandibular morfolojik değişiklikler ve kemik miktarını belirlemek için kullanılır [13]. Ancak bu indeksler, doğrudan kemik yoğunluğu ölçümleri için uygulanamaz [10].

Fraktal boyut analizi, radyografik görüntüleri inceleyerek potansiyel bir hastalığın tanısında ve mevcut rahatsızlığın seviyesi ve gelişimi hakkında bilgi toplama konusunda tıbbi bir araç olarak kullanılarak değer kazanmıştır [84]. Kemiğin içerisinde bulunan düzensiz trabeküler yapılar FA yardımıyla saptanıp, kemik yapısı hakkında değerlendirmeler yapılabilir. Radyografik görüntüler aracılığıyla belirlenen FB'nin, kemikteki yoğunluk değişiklikleri ile bağlantılı olduğu ve kemikteki mineral kayıplarını gösterdiği ortaya konmuştur [85].

2.3. Fraktal Analiz

Büyük sistemlerin nitelikleri, istatistiksel fizik ölçek yasalarına dayanarak, daha küçük çaplı modellerle tahmin edilebilir [86]. 1970'lerde Polonyalı bir matematikçi olan Benoit Mandelbrot, bu tür benzer objeleri 'fraktal' adı altında sınıflandırdı. 'Fraktal' terimi, Latince'de 'kırık' veya 'parça' anlamına gelen 'fractus' kelimesinden türetilmiştir. Genellikle, standart geometrinin kapsamı dışında kalan yapıları ifade etmek için kullanılır; örnek olarak eğriler, dağınık noktalar, yüzeyler verilebilir. Fraktal geometri teorisine göre, farklı büyüklüklerde gözlemlenen her parça, genel bütün ile benzer özelliklere sahip olur [87]

Fraktal şekiller, geleneksel geometri çizimlerine (üçgen, daire, kare gibi) kıyasla oldukça farklı bir yapıya sahiptir. Kendi içinde kendisine benzer özellikler barındıran fraktal şekiller,

büyük ölçüde benzerliklerle doludur. Koch kar tanesi modeli, bu örneklerden biridir. Her evrede, bir doğru parçası eşit üç parçaya bölünür, ortadaki parça çıkarılır ve yerine aynı boyutta iki parça eklenir. Bu şekilde 4 eşit parçadan oluşan yeni bir biçim elde edilir. Bu işlem süreci her yeni evreye geçildiğinde, o evrede elde edilen parçaların benzer işlemlerden geçerek Koch kar tanesi modelini oluşturur.

Fraktal yapılar, uzunluk ve alan ölçümlerinde geleneksel geometrik formlardan ayrışır. Farklı ölçeklerde bakıldığında, fraktallerin uzunluk ve alan değerleri değişkenlik gösterir. Yapının ayrıntıları, ölçek büyütüldükçe daha net görülür ve ölçüm değerleri, yani fraktal boyutları artış gösterir. Mandelbrot, bu özellikleri gözler önüne sermek için İngiltere'nin sahil şeridinin uzunluğunu ölçmeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Bu büyük ölçekli harita üzerindeki çalışma, kıyı hattının farklı ölçeklerde belirgin olmayacağını ve bu durumun kıyıya özgü girinti ve çıkıntıların her ölçekte değiştiğini açığa çıkarmıştır. Bu durum, fraktal yapıların ölçüm ve analizinde, geleneksel geometrinin standart yöntemlerinin yetersiz kaldığını ve fraktal boyut gibi alternatif ölçümlerin önemini vurgulamaktadır [88].

Mandelbrot, bir sonraki çalışmasında, fraktalları Hausdorff boyutu (HB) kullanarak tanımlamış ve bu şekilleri topolojik boyut (TB) üzerinde daha büyük olarak betimlemiştir, bu da fraktallerin iç yapıdaki karmaşıklığını ortaya çıkarmıştır. Hausdorff boyutu, bir yapının içindeki benzerlik sayısı (N) ve desenlerin birbirine benzeyen oranının (r) doğal logaritmik oranının tersi ile belirlenir. Hausdorff boyutunun, fraktal boyuta eşit olduğu belirtilmiştir [86]

Doğanın genellikle düzensiz olduğu ve standart geometrik şekillerle mükemmel bir şekilde ifade edilemediği bilinir. Yeni bir geometri sistem olan fraktal geometri, matematikten fizyolojiye, akışkanlar mekaniği gibi birçok alanda etkili olmuştur. Fraktal geometrinin temel özelliği olan 'kendine benzerlik', belirgin bir özelliktir. Bir obje kendine ne kadar çok benzerse, o objeyi oluşturan parçalar da genel objeye benziyor; düzensiz detaylar ya da desenler, giderek küçülen ölçekte tekrarlanır ve bir parçanın bir bölümü hem kendisine hem de genişletildiğinde büyük bir parçaya ve bütününe benzer [89].

Fraktal analizi, genelde görüntü analizinde ve özellikle radyografi görüntülerinde mevcut veya potansiyel hastalıkların şiddetini, ilerleme hızını ve teşhisini belirlemek için tıbbi alanda yaygın olarak kullanılır. Bu analizlerde, Fraktal boyut hesaplama işlemi 'D' sembolü

ile temsil edilir. Fraktal boyut analizi için çeşitli metodlar kullanılır ve bu metodlar genellikle ölçeğin uzunluğunu, yüzeyini ve hacim gibi özelliklerini ölçer. Fraktal boyut analizi hesaplamaları için kullanılan yöntemler arasında şunlar bulunur:

- Till-counting metodolojisi
- Caliper teknikleri
- Pixel genişletme yöntemi
- Hurst yaklaşımı
- Yoğunluk varyansı teknikleri
- Varyans analizi
- Güç spektrumu tekniği
- Blanket metodu
- Kutu sayım metodu [11]

Kutu sayma yöntemi, biyolojik veri analizi için FB analiz tekniğini kullanır. Bu teknik, bir cismin sınırlarını kapsayan kutuların ve bu kutuların boyutlarının logaritmalarının karşılaştırmalı bir grafiğini çizer. Grafiğin negatif eğimli düz bölümü, FB analiz sonucunu belirtir. Gri tonlama bir görüntüye bu yöntem uygulandığında, görüntü ikili formata dönüştürülür ve FB analizi için iskeletleştirilir [90]. Bir kemiğin mikro yapısı incelendiğinde, trabeküler yapısı ve bu yapılar arasındaki boşluklar dikkate alınır. Bu düzensiz olarak şekillendirilmiş trabeküler yapının FB analizi, kemik yapısının değerlendirilmesine yardımcı olur [11].

2.4. Mandibular İndeksler

Bu indeksler, panoramik radyograflar kullanılarak potansiyel bir kemik mineral yoğunluğu kaybının tahmin edilebilmesi ve değerlendirilmesi için yapılan ölçümlerdir [12]. 1960'larda geliştirilmeye başlanan mandibular radyomorfometrik indeksler, radyografların kortikal kemiği trabeküler kemikten daha net görüntüleme ve izleme yeteneği sayesinde esas olarak kortikal kemik ölçümlerine dayanır [91]. Bu kantitatif ve niteliksel indekslerde, panoramik radyograflarda belirgin anatomik yapılar arasındaki mesafeler dikkate alınır. Mandibular indeksler, temelde 5 farklı ölçüm sistemine dayanır [92, 93]

Mandibular indeks ölçümleri;

- Mandibular Kortikal İndeks (MKİ)
- Mental İndeks (Mİ)
- Panoramik Mandibular İndeks (PMİ)
- Gonial İndeks (Gİ)
- Antegonial İndeks (Aİ)

2.4.1. Mandibular kortikal indeks

Klemetti ve ekibi tarafından 1994'te tanımlanan Mandibular Kortikal İndeks, herhangi bir ölçüm ihtiyacı olmayan, safı görsel bir değerlendirme sürecidir. Bu analizde, kortikal kemik panoramik x-ışını görüntülerinde, mental foramenin distalinde bilateral olarak incelenir ve 3 ayrı kategoriye ayrılır:

Tip 1: Kortikal kemik her iki tarafta düzgün ve net endosteal kenara sahiptir.

Tip 2: Kortikal kemik çevresinde yarımay defektleri olabilir ya da tek ya da her iki tarafta 1-3 seviye tabakalanma bulunabilir.

Tip 3: Endosteal kenar, yoğun kortikal kalıntıları içerir ve açık bir şekilde poröz bir görünüme sahiptir [94].

2.4.2. Mental indeks (Mİ)/ mandibular kortikal genişlik (MKG)/ mandibular kortikal kalınlık (MKK)

Mental İndeks (Mİ), mandibular kortikal kemik kalınlığının değerlendirildiği bir göstergedir. Mandibula'nın farklı kısmı farklı oklüzal kuvvetlere maruz kalır ve bunun sonucunda topografik anatomi asimetrik olabilir. Bu nedenle, bu kalınlık mandibula'nın sağ ve sol taraflarında ölçülür.[95] Osteoporozlu bireylerin Mİ değerlerinin sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir[96, 97]. Ledgerton ve ark.'nın geliştirdiği yöntem takip edilerek, mental foramenin merkezinden mandibula'nın alt kenarına dik bir çizgi çizilerek kortikal kemik kalınlığı ölçülür[98].

2.4.3. Panoramik Mandibular İndeks (PMİ): İlk olarak Benson ve ark.'ları tarafından tanımlanan PMİ, mandibular korteks kalınlığının mental foramen ile inferior mandibular korteks arasındaki uzaklığa olan oranıdır [99].



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Planı

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Etik Kurulu'nun 2023-607 araştırma protokol kodu ve onayı ile yürütüldü (Ek-1).

Bu çalışma, radyomorfometrik indeksler ve fraktal boyut analizi parametrelerinin hesaplanması amacıyla HBYS'de bulunan panoramik radyografilerin kullanıldığı retrospektif bir çalışmadır. Bu tez çalışması Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı ilk muayene kliniğine başvuran hastalardan alınan panoramik radyografiler üzerinde gerçekleştirildi. Veriler toplanmadan önce örneklem büyüklüğünü tahmin etmek için G * Power 3.1.9.2 (Franz Faul, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Almanya) ile güç analizi yapıldı. Örneklem büyüklüğü; %80 güven aralığında, 0.05 anlamlılık seviyesinde, etki büyüklüğü (d) 0.47 olarak hesaplandığında her grup için 53 hastanın panoramik radyografisi ile çalışılması gerektiği belirlendi. Kayıplar göz önüne alınarak her grup için 60 kişi olarak toplamda 180 hastanın radyografisi çalışmaya dahil edildi.

3.2. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

1. Retrospektif tarama sonucu hipertiroidi ve hipotiroidi tanısı olan hastalar arasında HBYS'de kayıtlı panoramik radyografisi olan hastalar
2. 18 yaşından büyük hiper-hipotiroidi tedavisi gören (ilaç kullanan) hastalar
3. Panoramik radyografilerde mandibulanın inferior korteksinin ve mental foramenin ve her iki kondilin izlenebiliyor olması
4. Cinsiyet ve yaş kriterleri hasta grubuna uygun hastalar
5. Kontrol grubu sistemik olarak sağlıklı olmak (özellikle kemik metabolizmasını etkileyen Paget hastalığı, hiperparatiroidizm, hipoparatiroidizm, osteomalazi, renal osteodistrofi, diabet, romatoid artrit, ankilozan spondilit, osteogenezis imperfekta, osteoporoz gibi hastalıkların olmaması)

3.3. Hariç Tutma Kriterleri

1. 18 yaşından küçük ve kadınlar için menapoza girmiş olan hastalar
2. Maksillofasial bölgede kist /tümör gibi patoloji varlığı
3. Geçirilmiş ya da geçirilmekte olan ortodontik tedavi hikayesi
4. Panoramik radyografide artefaktlar, pozisyonlandırma hataları, mental foramenin izlenememesi vb. nedenlerden dolayı görüntü kalitesinin sağlıklı incelemeye imkan vermemesi durumlarında
5. Dosya kayıtlarında özellikle kemik metabolizmasına etki edebilecek bir sistemik rahatsızlığının (hiperparatiroidizm, hipoparatiroidizm, Paget hastalığı, romatoid artrit vb.) bulunduğu belirlenen hastalar
6. Maksillofasiyal bölgede travma ve rekonstrüksiyon öyküsü olan hastalar

Kontrol grubumuz, 2013-2023 döneminde çeşitli nedenlerle Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı'na başvuran sağlıklı bireylerden ve kemik trabekülasyonunu etkileyen herhangi bir sistemik hastalığı olmayan kişilerden seçildi. Radyografi çekimleri, Gazi Üniversitesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı'nda Sirona ORTHOPHOS XG cihazıyla (Sirona, Bensheim, Almanya), çekim parametreleri ortalama 70 kVp, 10 mA, 13 saniye olacak şekilde, üretici firmanın talimatlarına uygun pozisyonlandırma ve ışınlama ayarlarıyla elde edilmiştir. Veri tabanımızdaki panoramik radyografi görüntüleri, 8 bit çözünürlükte 'jpeg' formatında HBYS sisteminden alındı. Kondil, mandibula, kortikal kemik sınırları ve mental foramenin net olarak görülebildiği ve ölçüm için herhangi bir etki ya da bozukluk olmayan görüntüler üzerinde National Institute of Health'ın sağladığı ve ücretsiz kullanılmasına olanak tanıdığı ImageJ (1.53) programı kullanılarak ölçümler yapıldı.

3.4. Radyomorfometrik Analizler

Çalışmada mandibular kortikal indeks (MKİ), mental indeks (Mİ) ve panoramik mandibular indeks (PMİ) gibi radyomorfometrik indekslerden yararlanıldı. Her bir indeks, çeşitli yöntemler ile ölçülerek, tüm analiz süreci aynı araştırmacı tarafından ve aynı bilgisayar üzerinde gerçekleştirildi.

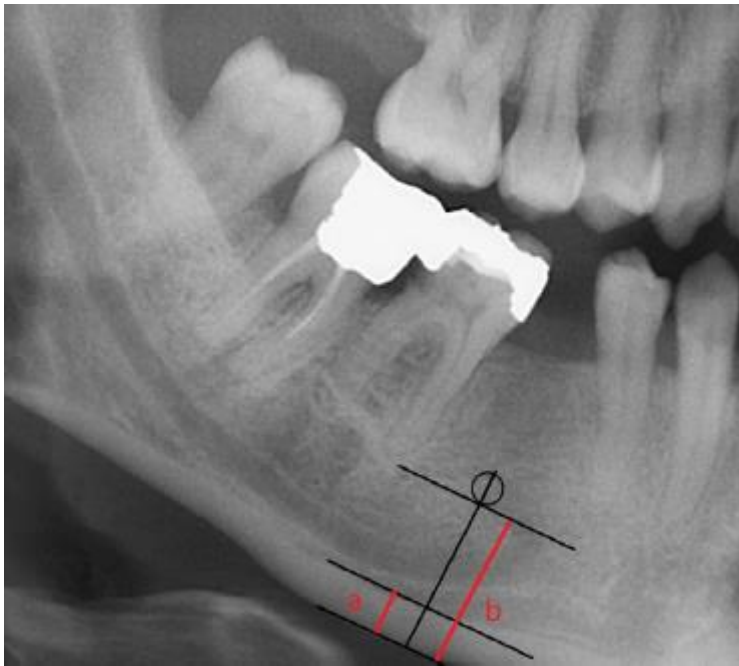
3.4.1. Mental indeks

Ledgerton ve ark'ları tarafından belirtilen yöntemle göre radyografi üzerinde mental foramen belirlendi.

Mandibulanın alt sınırına teğet ve mandibular kortikal tabakanın üst sınırına paralel iki doğru çizildi. Mental foramen merkezi ile mandibulanın alt sınırından geçecek şekilde teğete dik indirildi. Bu çizgi üzerinde kortikal tabakanın üst ve alt sınırına ait iki paralel çizginin arasında kalan mesafe ölçüldü [98].

3.4.2. Panoramik mandibular indeks

Benson ve ark. tarafından kullanılan yöntemle göre mandibulanın premolar bölgesinin alt sınırına teğet olacak şekilde bir doğru çizildi. Mental foramenin orta noktasından geçen bir doğru bu teğete dik olarak indirildi. Daha sonra mental foramenin inferior sınırı ile mandibulanın korteksin alt sınırı arası mesafe ölçüldü. Son aşama olarak, mandibular korteks kalınlığı ile, mental foramenin inferiorunun sınırı mandibular korteksin alt sınırı arasındaki uzaklığa olan oranının hesaplanması yoluyla panormik mandibular indeks inferior (PMİ) hesaplanmış oldu [99].



Şekil 3.1. PMİ ölçümünü gösteren şekil

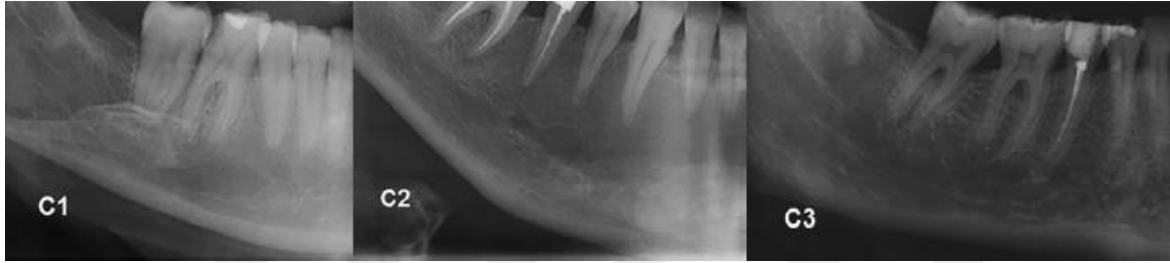
3.4.3. Mandibular kortikal indeks

Klemetti arkadaşları tarafından bulunan bu sınıflama panoramik radyografi ile mandibula alt sınırının kortikal yapısının incelendi.

C1: Korteksin endosteal marjineri net düzgün ve keskindir.

C2: Endosteal marjinler yarım ay şeklinde defektler göstermektedir (lakunar rezorpsiyon) ve/veya bir veya iki tarafta endosteal kortikal artıklar bulunmaktadır.

C3: Kortikal tabaka açıkça poröz yapılıdır [94].



Şekil 3.2. Klemetti ve ark. yapılan çalışmaya göre MKİ sınıflaması

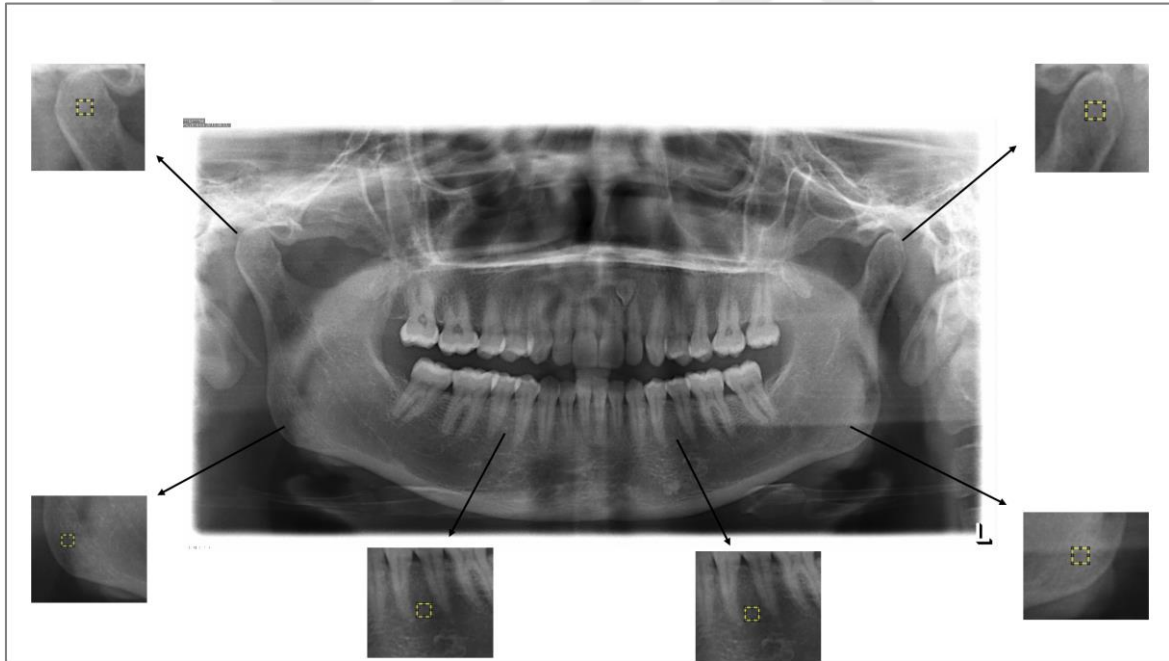
3.5. Fraktal Boyut Analizi

Son olarak, FB analizi, White ve Rudolph'un kutu sayma metodu kullanılarak yapıldı. FB analizi yürütülürken aşağıdaki adımlar izlendi:

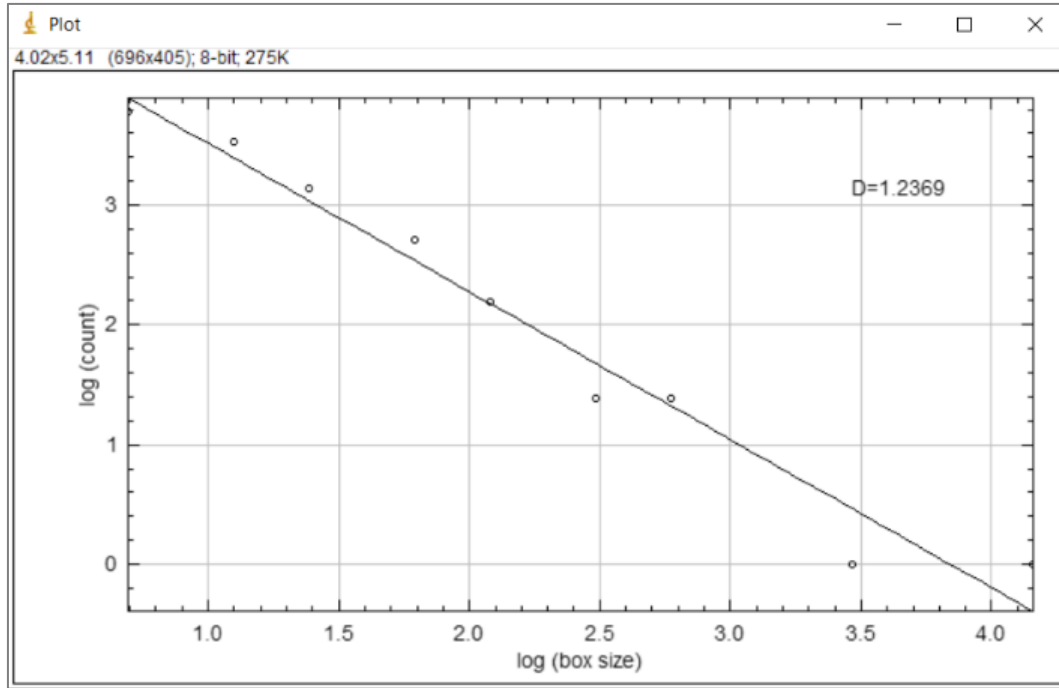
1. Sağ ve sol mandibulada 3 adet olmak üzere toplamda 6 adet ROI belirlendi. Bu alanlar 25 x 25 piksel boyutlarına sahipti.
2. TIFF formatındaki resim, ImageJ yazılımı ile açıldı ve belirlenen ROI kopyalandı.
3. Görüntünün granül ve orta ölçekli değişiklikleri (örneğin, çeşitli kemik kalınlıkları, yumuşak doku vs.) giderildi ve yalnızca makro ölçekli değişimler tutuldu. Bu adım için, Gaussian filtresi kullanıldı ve görüntü bulanıklaştırıldı (sigma: 35).
4. Bulanık görüntü, orijinal görüntüden çıkarıldı ve 'Subtraction' prosedürü uygulandı.
5. Her piksele 128 ton gri renk katıldı ve 128 parlaklık seviyesi bir eşik değeri olarak kabul edildi. Böylece görüntü, binary formata çevrildi.
6. Görüntü gürültüsünü azaltmak için, görüntü erode edildi ve dilate işlemi ile mevcut alanlar genişletilerek belirginleştirildi.

7. Trabeküler yapının görüntüde daha net görülebilmesi adına görüntünün tersi alındı (invert).
8. Binary formatındaki görüntü, iskeletleştirme işlemine sokuldu. Bu işlem, trabeküler yapıların merkezi kısımlarının tek çizgi şeklinde görünebilmesini sağladı.
9. Iskeletleştirilmiş görüntü üzerinde FB analizi gerçekleştirildi.
10. "Fractal box count" seçeneği "Analyze" sekmesinde belirlediğimiz gibi kullanıldı ve trabeküler yapıların genel çizimleri için fraktal boyut hesaplama işlemi gerçekleştirildi.

Görüntü boyutları, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32, 64 piksellik kareler şeklinde ayrıldı ve her boyuttaki pikselin bulunduğu kareler ve görüntüdeki toplam kare sayısı hesaplandı. Bu değerlerin logaritmik ölçeğine göre bir grafik çizildi. Grafikteki noktalar için en uygun çizgi belirlendi. Bu çizginin eğimi, yapının karmaşıklık derecesini belirleyen fraktal boyut değeri oldu.



Şekil 3.3. Seçilen ROI alanlarının gösterimi



Şekil 3.4. FB hesaplanmasında oluşturulan logaritma grafiği

3.6. Verilerin İstatiksel Analizi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 25.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada verilerin tanımlayıcı istatistikleri (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve medyan) verilmiştir. Gruplara göre demografik özelliklerin homojen dağılıp dağılmadığı Ki-kare testi ile test edilmiştir. Ki kare testinin varsayımına göre hücrelerin %20'sinden fazlasında beklenen değerin 5'ten küçük olması durumunda Fisher Exact Ki-kare testi kullanılmıştır. Normallik varsayımı Shapiro Wilk testi ile kontrol edilmiştir. Normal dağılıma sahip en az üç bağımsız grubun değerlerinin karşılaştırılması için Varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Farkı yaratan grup ya da grupların belirlenmesi için Post Hoc Bonferroni analizlerinden yararlanılmıştır. Numerik değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için Pearson, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için ise Spearman korelasyon testi ile analiz edilmiştir. Tüm analizler için I. Tip Hata olasılığı $\alpha=0,05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Çizelge 4.1. Araştırmadaki değişkenlere göre dağılım

	N (%)
Grup	
Hipertroidizm	60 (33,3)
Hipotroidizm	60 (33,3)
Kontrol	60 (33,3)
Cinsiyet	
Kadın	160 (88,9)
Erkek	20 (11,1)

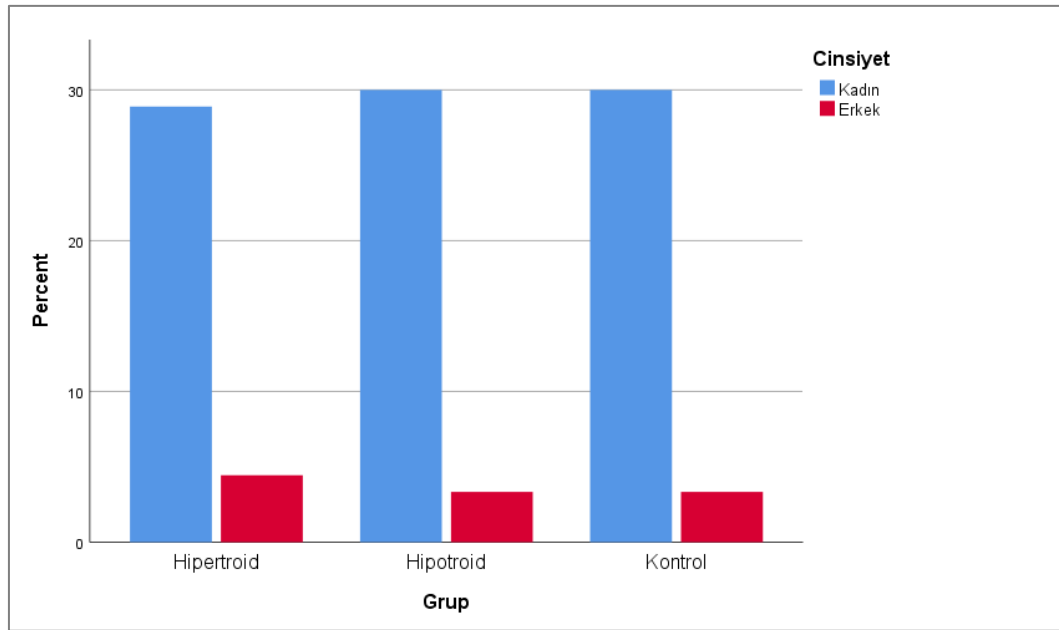
Araştırmada değişkenlerin dağılımları tabloda verilmiştir. Buna göre araştırmada %33,3'ü Hipertroidizm hastaları, %33,3'ü Hipotroidizm hastaları, %33,3'ü Kontrol olmak üzere üç grup bulunmaktadır. Katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımları incelendiğinde %88,9'u kadın, %11,1'i erkektir.

Çizelge 4.2. Gruplara göre demografik özelliklerin dağılımı

		Grup				X ² (p)
		Hipertroid fraktal	Hipotroid fraktal	Kontrol	Toplam	
Cinsiyet	Kadın	N	52	54	54	160
		%	32,5	33,8	33,8	100,0
		%	86,7	90,0	90,0	88,9
	Erkek	N	8	6	6	20
		%	40,0	30,0	30,0	100,0
		%	13,3	10,0	10,0	11,1

*p<0,05, X²: Ki kare test istatistiği

Grupların demografik özelliklere göre dağılımı tabloda verilmiştir. Değişkenlerin Gruplara homejen dağılıp dağılmadığı Ki-kare testi ile test edilmiştir. Analiz sonucuna göre cinsiyet eşit oranlarda homojen olarak dağıldığı tespit edilmiştir (p>0.05).



Şekil 4.1. Gruplara göre cinsiyetlerin dağılımı

Çizelge 4.3. Gruplara göre yaşların karşılaştırılması

Grup	Yaş	
	M. (Min-Maks)	Ort.±S.s.
Hipertroidizm hasta grubu	34(22-45)	33,92±7,08
Hipotroidizm hasta grubu	34(23-45)	33,52±6,74
Kontrol	34(19-45)	32,88±8,28
Test istatistiği (p)	KW=0,446 (0,800)	

*p<0,05, KW: Kruskal Wallis test istatistiği

Grupların yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan birbirinden bağımsız en az üç grup için Kruskal Wallis testi ile test edilmiştir. Analiz sonucuna göre grupların yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.4. MKİ değerlerinin karşılaştırılması

	N (%)
MKİ	
C1	100 (55,6)
C2	73 (40,6)
C3	7 (3,9)
Toplam	180 (100,0)

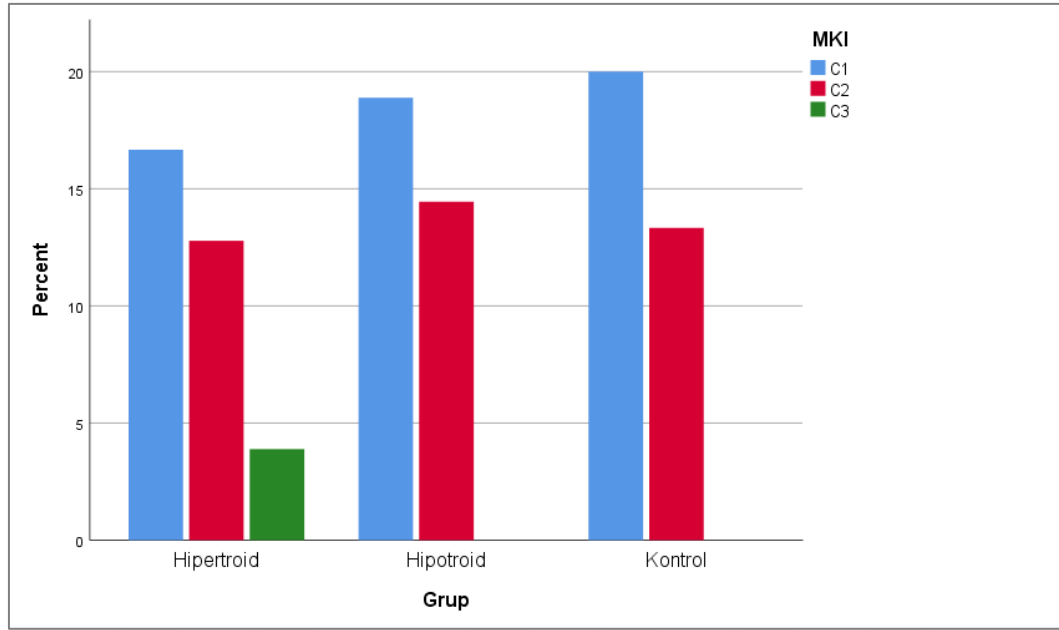
Araştırmada değişkenlerin dağılımları tabloda verilmiştir. MKİ'ya göre incelendiğinde %55,6'sının C1, %40,6'sının C2, %3,9'unun C3 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Gruplara göre MKİ dağılımı

		Grup				X ² (p)
		Hipertroid	Hipotroid	Kontrol	Toplam	
MKİ	C1	N	30	34	36	100
		%	30,0	34,0	36,0	100,0
		%	50,0	56,7	60,0	55,6
	C2	N	23	26	24	73
		%	31,5	35,6	32,9	100,0
		%	38,3	43,3	40,0	40,6
	C3	N	7	0	0	7
		%	100,0	0,0	0,0	100,0
		%	11,7	0,0	0,0	3,9

*p<0,05, X²: Ki kare test istatistiği

MKİ'ya göre ise C1 kategorisinde, Hipertroid ve Hipotroid gruplarında katılımcı sayıları birbirine yakındır; ancak kontrol grubunda daha fazla katılımcı bulunmaktadır. Gruplar arasındaki fark anlamlıdır ($X^2(2) = 11,877, p < 0,05$). C2 kategorisinde, katılımcılar üç grup arasında benzer oranlarda dağıtılmıştır. Ancak bu dağılımlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. C3 kategorisinde ise sadece Hipertroid grubundaki katılımcılar bulunmaktadır. Bu durum, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur.



Şekil 4.2. MKİ değerlerinin gruplara göre dağılımı

Çizelge 4.6. Gruplara göre mental indeks (Mİ), panoramik mandibuler indeks (PMİ) ölçümlerinin karşılaştırılması

Grup	Mental İndeks(Mİ)		Panoramik Mandibuler İndeks(PMİ)	
	M. (Min-Maks)	Ort.±S.s.	M. (Min-Maks)	Ort.±S.s.
Hipertroid (1)	3,93(2,62-5,27)	3,87±0,68	0,31(0,17-0,44)	0,30±0,07
Hipotroid (2)	4,26(2,38-6,06)	4,32±0,97	0,43(0,28-0,58)	0,42±0,09
Kontrol (3)	4,6(2,8-6,13)	4,58±1,01	0,41(0,26-0,55)	0,41±0,08
Test istatistiği (p)	F=27,483 (0,000*)		F=92,544 (0,000*)	
Bonferroni (p)	1<2 (0,021*)		1<3 (0,000*)	
	1<3 (0,000*)		1<2 (0,000*)	

*p<0,05, KW: Kruskal Wallis test istatistiği

Gruplara göre Mental indeks (Mİ) ile Panoramik mandibular indeks (PMİ) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre gruplara göre Mental İndeks (Mİ) ve Panoramik Mandibuler İndeks (PMİ) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Farklılığın hangi iki grup arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre Mİ ve PMİ için farklılığın Hipertroid grubundan kaynaklandığı ve Hipertroid grubunun Mİ ve PMİ değerinin Hipotroid ve Kontrol grubuna göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Gruplara göre kondil, angulus, premolar fraktal boyutların karşılaştırılması

Grup	Kondil		Angulus		Premolar	
	M. (Min-Maks)	Ort.±S.s.	M. (Min-Maks)	Ort.±S.s.	M. (Min-Maks)	Ort.±S.s.
Hipertroid ¹	1,12(1,01-1,23)	1,13±0,05	1,16(1,04-1,26)	1,16±0,05	1,22(1,09-1,37)	1,22±0,06
Hipotroid ²	1,21(1,09-1,32)	1,21±0,06	1,21(1,08-1,35)	1,21±0,07	1,26(1,14-1,36)	1,26±0,06
Kontrol ³	1,22(1,08-1,37)	1,22±0,07	1,21(1,07-1,34)	1,21±0,07	1,25(1,15-1,37)	1,25±0,06
Test istatistiği (p)	F=46.587 (0.000*)		F=14.630 (0.000*)		F=9.040 (0.000*)	
Bonferroni (p)	1<2; 1<3		1<2; 1<3		1<2; 1<3	

*p<0,05, F: Varyans analizi (ANOVA) test istatistiği

Gruplara göre Kondil, angulus, premolar fraktal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Varyans Analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre gruplar arasında Kondil, angulus, premolar fraktal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Farklılığın hangi iki grup arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre Kondil, angulus ve premolar fraktal değerleri için farklılığın Hipertroid hastası olan gruptan kaynaklandığı, diğer gruplara göre daha düşük olduğu tespit edildi.



5. TARTIŞMA

5.1. Görüntü Formatının Seçilmesi

Dijital platformlarda standart görüntü formatları oluşturmak için farklı görüntü formatları tasarlanmıştır. JPEG, yaygın olarak kullanılan ve sıkıştırabilme özelliğine sahip bir formattır. Bu özellik, JPEG'in taşınabilirliğini ve kullanımını kolaylaştırır. Fakat JPEG formatındaki görüntülerin kalitesi, TIFF veya DICOM formatlarına kıyasla daha düşük seviyededir. Araştırmalar, TIFF formatındaki görüntülerin FB değerlerinin, JPEG formatına göre daha yüksek olduğunu kanıtlamıştır [100].

Amuk ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, PNG ve TIFF formatlarındaki görüntülerden elde edilen FB değerlerinin oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Buna karşın, JPEG formatındaki görüntülerin FB değerlerinin belirgin olarak en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir [101].

Gürdal ve ark. yaptığı bir çalışmada, TIFF ve JPEG formatlarındaki görüntülerin gri ton değerlerinin korunması üzerine üç farklı yazılım kullanılmış ve sonuç olarak TIFF formatının JPEG formatına kıyasla daha başarılı olduğu bulunmuştur [102].

Çalışmamızda elde edilen tüm ölçümler, veri kaybını engellemek amacıyla tüm gruplar için TIFF formatındaki görüntüler üzerinde hesaplandı.

Fraktal analiz yöntemi, panoramik radyografiler ile birlikte periapikal radyografiler ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) görüntüleri üzerinde etkin bir şekilde kullanılabilir [103]. Fakat, CBCT görüntülerinin düşük çözünürlüğü, fraktal analiz sonuçlarının bu görüntülerin çözünürlüğü tarafından etkilenmesine neden olabilir. Bu durum, fraktal analizlerde panoramik radyografilerin kullanılmasını daha uygun bir seçenek haline getirmektedir [104].

Magat ve ark. yaptığı başka bir çalışmada, panoramik radyografi ile konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (CBCT) fraktal analiz değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda, CBCT'nin yüksek radyasyon dozu ve düşük çözünürlüğü göz önünde bulundurularak, trabeküler kemik yapısının fraktal analizi için panoramik radyografi kullanılması önerilmiştir [104].

Çalışmamızda literatürlerin önerdiği şekilde yapılan tüm ölçümler için panoramik radyografi görüntüleri kullanıldı.

5.2. Radyomorfometrik İndeksler

Panoramik mandibular indeksler osteoporotik değişikliklerin ön tanısında kullanılan araçlardan biri olup, mandibular indeksler içinde MKİ, kortikal morfolojinin kalitatif bir indeksi olarak gösterilmektedir [98, 105]. Mİ, hastaların osteoporotik durumunu ranaliz etmek için kullanılabilir. Önceki çalışmalar Mİ ve KMY arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bildirmiş, bazı araştırmalar osteoporozlu hastaların Mİ değerlerinin daha düşük olduğunu göstermiştir [106-108]. Bununla birlikte yapılan çalışmalar, radyomorfometrik indekslerden Mİ ve PMİ'nin mükemmel tekrarlanabilirlik ve güvenilirliğe sahip olduğunu bildirmiştir [109, 13].

Gülşahi ve ark. düşük KMY'li hastalar üzerinde yaptığı çalışmada, MKİ'nin güçlü bir teşhis etkisi olduğunu belirlemiştir [110]. Uysal ve ark. ise mandibular kemik kalitesinin değerlendirilmesinde MKİ kullanımının, görsel değerlendirme nispeten kolay uygulanan ve maliyeti düşük bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir [111]. Ayrıca, bu grup, osteoporoz riskinin panoramik radyografiler yardımıyla teşhis edilebileceğini ve bu sayede gereksiz DEXA taramalarının (kemik deansitometrisi) engellenebileceğini belirtmiştir.

Allen ve ark. ise akut lenfoblastik lösemi (ALL) tedavisi gören çocuk ve genç yetişkinlerde mandibular korteksin kalitatif değişiklikleri (MKİ) ile kemik mineral yoğunluğu arasında bir ilişki bulamamıştır. Hematopoetik kök hücre transplantasyonu sonrasında osteopeni ve osteoporoz gelişme potansiyeli olan çocuklarda kemik kalitesini Mİ ile değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, Mİ'nin kırık riskinin artması ile birlikte önemli nicel değişiklikler sergilediği, MKG'de ise gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir [112].

Gülşahi ve ark. düşük KMY'li hastalar üzerinde yaptığı çalışmada, Mİ'nin yeterli tanısal etkinliğe sahip olduğunu, fakat PMİ'nin osteoporoz değerlendirilmesi için yeterli olmadığını belirtmiştir [110].

Ünlü ve ark. yaptıkları çalışmada Ailevi Akdeniz Ateşi (AAA) hastası çocuklarda Mİ'nin ortalama değerinin sağlıklı çocuklara kıyasla yüksek olduğu tespit etmişlerdir. Bu durumun,

osteoblastik aktiviteyi teşvik eden kolşisin kullanımından kaynaklandığı düşündüklerini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda Mİ'nin PMİ'ye kıyasla osteoporotik değişiklikleri daha iyi yansıttığını yazmışlardır [113].

Yapılan başka bir çalışmada postmenopozal yaş grubundaki popülasyonda Mİ verileri ile kalkaneustaki ortalama KMY değerleri karşılaştırılmıştır. Değerler arasında anlamlı bir korelasyonun varlığını bildirilmiştir. Öte yandan, osteopeni ve osteoporozlu hasta gruplarında kalkaneus KMY değerleri ile anlamlı bir korelasyon olmaksızın daha düşük Mİ değerleri gözlemlediklerini yazmışlardır [114].

Panoramik radyografilerdeki radyomorfometrik indekslere benzer şekilde, CBCT indeksleri sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında düşük KMY'ye sahip hastalarda daha düşük değerlere sahip olduğu bildirilmiştir [105].

Mansour ve arkadaşları, yüz kadın hastada panoramik radyografik indeksleri araştırmıştır. Sonuçlar, KMY, Mİ ve PMİ ile istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir korelasyon göstermiştir. Ayrıca, KMY ile Mİ, PMİ arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir korelasyon bulmuşlardır. Bununla birlikte KMY'yi C1, C2 ve C3 vakalarıyla karşılaştırdıklarında C1 grubundaki hastaların en yüksek KMY değerini gösterdiğini belirtmişlerdir [92].

Klemetti ve arkadaşları, tüm hastaları KMY değerine göre sınıflandırdıkları çalışmalarında; C3 ve C1 grupları arasında ortalama KMY değerinde anlamlı bir fark olduğunu gösterdi. Tüm bu sonuçlar panoramik radyografik indekslerin kemik kütlesini değerlendirmek için yararlı bir yöntem olduğunu ve mandibulanın iskelet kemik yapısıyla ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur [94].

Aktuna ve diğerleri, PMİ ve MKG değerlerini intravenöz kortikosteroid tedavisi alan hastalar ve kontroller arasında karşılaştırmıştır. Sonuçlar, MKG değerlerinin çalışma grubunda önemli ölçüde daha düşük olduğunu, ancak PMİ değerlerinde önemli bir fark olmadığını göstermiştir [115].

Ersu ve ark. yaptıkları çalışmada sistemik glukokortikoid kullanan hastaların çene kemiklerinin trabekül yapılarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda her iki grup

arasında PMİ değerleri arasında fark olmamasına rağmen, MKG değerleri çalışma grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir [116].

Çalışmamızda hipotiroidli hastalar ile kontrol grubunda ölçülen Mİ ve PMİ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, hipertiroidi hastalarının değerleri diğer iki gruba göre anlamlı ölçüde az bulunmuştur. Buna ek olarak MKİ sınıflamaları incelendiğinde C3 grubunu oluşturan tüm katılımcılar hipertiroidi hastalarıdır. C1 grubunu oluşturan katılımcılar arasında ise sağlıklı kişilerin oranı anlamlı şekilde diğer gruplara göre yüksektir.

5.3. Fraktal Analiz

Fraktal analiz, bir matematiksel teknik olarak, karmaşık yapıları ve düzensizliklerini numarasal bir değer olan fraktal boyutla belirleme yeteneğine sahiptir. Bu teknik, radyologlar tarafından, kemik doku kalitesini ve kemik mineral yoğunluğunu değerlendirme aracı olarak kullanılmıştır [117, 118].

Bu nedenle, radyografilerde yapılan morfometrik ölçümlerin yetersiz olduğu durumlarda, FA alveolar trabeküler kemikteki erken değişiklikleri tespit edebilir. Genellikle kutu sayma tekniği kullanılarak doğrudan dijital görüntüleme sistemleriyle elde edilen çene görüntüleri üzerinde hesaplanan FB ölçümleri, kemik yoğunluğundaki değişiklikleri tespit etmek için güvenilir bir ölçümdür [119-121].

Trabeküler kemik, çok daha iyi bir kemik metabolik aktivite belirleyicisi olduğu ve kemikteki değişimleri takip etmede daha etkili olduğu için, birçok araştırmada çeşitli klinik yöntemlerle kemik yoğunluğu ve hacmi üzerindeki değişimlerin değerlendirilmesi için kullanılmıştır [122, 103, 123]. Bu tekniklerden bir tanesi olan FA, klinik ortamda kemikteki değişiklikleri belirlemekte işe yarayan bir araçtır. Birden çok çalışma, trabeküler kemiğin mineralizasyonu ve artan fraktal boyut arasında güçlü ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur [123].

Avsever ve ark. orak hücreli anemi hastaları ve kontrol gruplarının FB değerlerini karşılaştırmış ve orak hücreli anemi hastalarındaki FB değerlerinin anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmiştir.

Sindeaux ve ark. osteoporotik hastalarda MKİ ve FB değerlerinin sağlıklı hastalara kıyasla anlamlı derecede daha küçük olduğunu keşfetmiştir [121].

Sener ve ark. FA'yı sağlıklı dişeti veya orta düzeyde periodontitisi olan bireylerde interdental kemiğin trabeküler yapısındaki değişiklikleri değerlendirmek için kullanmıştır. İki grup arasındaki ortalama FB değerlerinde anlamlı bir fark olduğunu bildirmişlerdir; bu da FB değerlerinin periodontitisin neden olduğu trabeküler değişiklikleri niceliksel olarak ayırt etmek için kullanılabileceğini göstermektedir [124].

Belgin ve ark. yaptıkları çalışmada kanserli hastaların FB değerlerinin kontrol grubundakilerden daha yüksek olduğunu, ancak farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir [115].

Tsevis ve ark., postmenopozal hipertiroid ve hipotiroid durumundaki hastaların KMY'sini DEXA ile değerlendirdi ve KMY'de her iki grupta da bir azalma olduğunu belirledi. Bu azalmanın, hipertiroid grubunda hipotiroid gruba kıyasla anlamlı oranda daha yüksek olduğunu da tespit etmişlerdir [125].

Zhang ve ark.'nın benzer şekilde hipertiroidili hastalarda postmenopozal dönemde KMY değerlendirildiğinde, lomber vertebralarda KMYnin azaldığını gözlemlemişlerdir. Wakasugi ve ark., hipertiroidili hastaları tedavi ederek normal tiroid hormon seviyelerine ulaştırdıkları hastaların KMY'leri değerlendirdiklerinde, KMY'nin geçmişe kıyasla anlamlı bir şekilde artış gösterdiği sonucunu elde etmişlerdir [126].

Tuchendler ve ark. premenopozal kadınlarda hipertiroidizm ve hipotiroidizmin KMY üzerindeki etkilerini incelediği çalışmalarında hasta grubunun KMY değerlerinin sağlıklı kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu ortaya koymuştur [127].

Safi ve ark. hipertiroidili ve postmenopozal hastaların KMY'sini tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmişler ve tiroid hormon seviyesi normale getirildikten sonra bile KMY'de anlamlı bir artış gözlemlememişlerdir [128].

Aktuna Belgin ve ark., intravenöz GC tedavisi gören hastaların mandibular kemik yapısındaki değişiklikleri FA ve radyomorfometrik analiz kullanarak incelediler. Mandibula açısındaki ve mental foramenin önündeki FB değerinin çalışma grubunda önemli ölçüde daha düşük olduğunu bildirmişlerdir [115].

Öztürk ve ark. yaptıkları çalışmada hipertiroidi ve hipotiroidi hastalarına ait panoramik radyografi görüntüleri üzerinden FBA yapmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre mandibular foramen bölgesindeki FB değerlerinin hipertiroidli hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğunu bununla birlikte ölçüm yapılan diğer bölgelerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir [129].

Çalışmamızda hipotiroid, hipertiroid hastaları ile sağlıklı bireylerin mandibulalarından yapılan FB ölçümlerini karşılaştırdık. Mandibulada seçilen her 3 bölge için elde edilen ölçüm sonuçlarına göre hipertiroidi hastalarının FB değerlerinin diğer grupların değerlerinden anlamlı derecede düşük olduğu, bununla birlikte hipotiroidili hastalar ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hipotiroidi ve hipertiroidi hastalarında dental panoramik radyografi üzerinde radyomorfometrik indeksler ve fraktal analiz kullanarak kemik değişikliklerini değerlendirdiğimiz çalışmamızda incelenen parametreler ve yapılan detaylı istatistiksel analizler sonucu ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:

1. Araştırmada %33,3'ü Hipertroidizm hastaları, %33,3'ü Hipotroidizm hastaları, %33,3'ü kontrol olmak üzere üç grup bulunmaktadır. Katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımları incelendiğinde %88,9'u kadın, %11,1'i erkektir.
2. MKİ'ya göre incelendiğinde katılımcıların %55,6'sının C1, %40,6'sının C2, %3,9'unun C3 kortikal indeks grubunda olduğu tespit edilmiştir.
3. MKİ sınıflamaları incelendiğinde C3 grubunu oluşturan tüm katılımcılar hipertiroidi hastalarıdır. C1 grubunu oluşturan katılımcılar arasında ise sağlıklı kişilerin oranı anlamlı şekilde diğer gruplara göre yüksektir ($X^2(2) = 11,877, p < 0,05$).
4. Hipertroid grubunun Mİ ve PMİ değerinin Hipotroid ve Kontrol grubuna göre anlamlı şekilde daha azdır ($p < 0,000$).
5. Kondil, angulus ve premolar fraktal değerleri için Hipertroidi hastalarının değerleri diğer gruplara göre anlamlı olarak daha düşüktür ($p < 0,000$).



KAYNAKLAR

1. Grubu, T.T.Ç., *Tiroid Hastalıkları Tanı ve Tedavi Kılavuzu*, 2023. Bayt Matbaacılık: Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği (TEMED) Yayınları.
2. Wiersinga, W.M., K.G. Poppe, and G. Effraimidis. (2023). *Hyperthyroidism: aetiology, pathogenesis, diagnosis, management, complications, and prognosis*. *Lancet Diabetes Endocrinol.* **11**(4): p. 282-298.
3. Bianco, A.C., D. Salvatore, B. Gereben, M.J. Berry, and P.R. Larsen. (2002). *Biochemistry, cellular and molecular biology, and physiological roles of the iodothyronine selenodeiodinases*. *Endocrine reviews.* **23**(1): p. 38-89.
4. MuNDY, G.R., J. Shapiro, J. Bandelin, E. Canalis, and L. Raisz. (1976). *Direct stimulation of bone resorption by thyroid hormones*. *The Journal of clinical investigation.* **58**(3): p. 529-534.
5. Britto, J.M., A.J. Fenton, W.R. Holloway, and G.C. Nicholson. (1994). *Osteoblasts mediate thyroid hormone stimulation of osteoclastic bone resorption*. *Endocrinology.* **134**(1): p. 169-176.
6. Lakatos, P., J. Foldes, C. Horvath, L. Kiss, A. Tatrai, I. Takacs, G. Tarjan, and P.H. Stern. (1997). *Serum interleukin-6 and bone metabolism in patients with thyroid function disorders*. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* **82**(1): p. 78-81.
7. Pantazi, H. and P.D. Papapetrou. (2000). *Changes in parameters of bone and mineral metabolism during therapy for hyperthyroidism*. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* **85**(3): p. 1099-1106.
8. Tunbridge, W., D. Evered, R. Hall, D. Appleton, M. Brewis, F. Clark, J.G. Evans, E. Young, T. Bird, and P. Smith. (1977). *The spectrum of thyroid disease in a community: the Whickham survey*. *Clinical endocrinology.* **7**(6): p. 481-493.
9. Vestergaard, P. and L. Mosekilde. (2002). *Fractures in patients with hyperthyroidism and hypothyroidism: a nationwide follow-up study in 16,249 patients*. *Thyroid.* **12**(5): p. 411-419.
10. Yeler, D.Y. (2016). *Bone quality and quantity measurement techniques in dentistry*. *Cumhuriyet Dental Journal.* **19**(1): p. 73-86.
11. Yaşar, F. (2002). *Osteoporotik kemik trabekül bulgularının radyografik, dijital analiz ve kemik mineral densite yöntemleriyle karşılaştırılması*.
12. Hastar, E., H.H. Yilmaz, and H. Orhan. (2011). *Evaluation of mental index, mandibular cortical index and panoramic mandibular index on dental panoramic radiographs in the elderly*. *European journal of dentistry.* **5**(01): p. 060-067.

13. Muramatsu, C., K. Horiba, T. Hayashi, T. Fukui, T. Hara, A. Katsumata, and H. Fujita. (2016). *Quantitative assessment of mandibular cortical erosion on dental panoramic radiographs for screening osteoporosis*. International journal of computer assisted radiology and surgery. **11**: p. 2021-2032.
14. Sancak, B. and M. Cumhur. (1999). *Fonksiyonel Anatomi, Bağ Boyun ve ĖĖ Organlar*. Baskı. Ankara: ODTÜ Geliğtirme Vakfı Yayıncılık.
15. Pankow, B.G., J. Michalak, and M.K. McGee. (1985). *Adult human thyroid weight*. Health physics. **49**(6): p. 1097-1104.
16. Hegedüs, L. (1990). *Thyroid size determined by ultrasound. Influence of physiological factors and non-thyroidal disease*. Danish medical bulletin. **37**(3): p. 249-263.
17. Gritzmann, N., D. Koischwitz, and T. Rettenbacher. (2000). *Sonography of the thyroid and parathyroid glands*. Radiologic Clinics. **38**(5): p. 1131-1145.
18. Brent, G.A. (2000). *Tissue-specific actions of thyroid hormone: insights from animal models*. Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders. **1**: p. 27-33.
19. Brent, G.A. (2012). *Mechanisms of thyroid hormone action*. The Journal of clinical investigation. **122**(9): p. 3035-3043.
20. Scott, D.A., R. Wang, T.M. Kreman, V.C. Sheffield, and L.P. Karniski. (1999). *The Pendred syndrome gene encodes a chloride-iodide transport protein*. Nature genetics. **21**(4): p. 440-443.
21. MENDEL, C.M., R.A. WEISIGER, A.L. JONES, and R.R. CAVALIERI. (1987). *Thyroid hormone-binding proteins in plasma facilitate uniform distribution of thyroxine within tissues: a perfused rat liver study*. Endocrinology. **120**(5): p. 1742-1749.
22. Luise, M.A.D. (2003). *Thyroid disease in the elderly*. Journal of Pharmacy Practice and Research. **33**(3): p. 228-230.
23. Hammer, G.D., S.J. McPhee, and M.-H. Education, *Pathophysiology of disease: an introduction to clinical medicine*. 2014: McGraw-Hill Education Medical New York.
24. Demers, L.M. and C.A. Spencer. (2003). *Laboratory medicine practice guidelines: laboratory support for the diagnosis and monitoring of thyroid disease*. Clinical endocrinology. **58**(2).
25. Brent, G.A. (2008). *Graves' disease*. New England Journal of Medicine. **358**(24): p. 2594-2605.
26. Laurberg, P., K. Pedersen, H. Vestergaard, and G. Sigurdsson. (1991). *High incidence of multinodular toxic goitre in the elderly population in a low iodine intake area vs. high incidence of Graves' disease in the young in a high iodine intake area: comparative surveys of thyrotoxicosis epidemiology in East-Jutland Denmark and Iceland*. Journal of internal medicine. **229**(5): p. 415-420.

27. Radosavljević, V.R., S.M. Janković, and J.M. Marinković. (1996). *Stressful life events in the pathogenesis of Graves' disease*. European Journal of Endocrinology. **134**(6): p. 699-701.
28. Fatourechi, V., W. McConahey, and L. Woolner. *Hyperthyroidism associated with histologic Hashimoto's thyroiditis*. in *Mayo Clinic Proceedings*. 1971.
29. Duprez, L., J. Hermans, J. Van Sande, J.E. Dumont, G. Vassart, and J. Parma. (1997). *Two autonomous nodules of a patient with multinodular goiter harbor different activating mutations of the thyrotropin receptor gene*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **82**(1): p. 306-308.
30. Kraiem, Z., B. Glaser, M. Yigla, J. Pauker, O. Sadeh, and M. Sheinfeld. (1987). *Toxic multinodular goiter: a variant of autoimmune hyperthyroidism*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **65**(4): p. 659-664.
31. Thomas Jr, C.G. and R.D. Croom III. (1987). *Current management of the patient with autonomously functioning nodular goiter*. Surgical Clinics of North America. **67**(2): p. 315-328.
32. Yoshimura, M., A.E. Pekary, X.-P. Pang, L. Berg, T.M. Goodwin, and J.M. Hershman. (1994). *Thyrotropic activity of basic isoelectric forms of human chorionic gonadotropin extracted from hydatidiform mole tissues*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **78**(4): p. 862-866.
33. RÖSLER, A., Y. LITVIN, C. HAGE, J. GROSS, and E. CERASI. (1982). *Familial hyperthyroidism due to inappropriate thyrotropin secretion successfully treated with triiodothyronine*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **54**(1): p. 76-82.
34. Slatosky, J., B. Shipton, and H. Wahba. (2000). *Thyroiditis: differential diagnosis and management*. American family physician. **61**(4): p. 1047-1052.
35. Cohen III, J.H., S.H. Ingbar, and L.E. Braverman. (1989). *Thyrotoxicosis due to ingestion of excess thyroid hormone*. Endocrine reviews. **10**(2): p. 113-124.
36. Trzepacz, P.T., I. Klein, M. Roberts, J. Greenhouse, and G.S. Levey. (1989). *Graves' disease: an analysis of thyroid hormone levels and hyperthyroid signs and symptoms*. The American journal of medicine. **87**(5): p. 558-561.
37. Boelaert, K., B. Torlinska, R. Holder, and J. Franklyn. (2010). *Older subjects with hyperthyroidism present with a paucity of symptoms and signs: a large cross-sectional study*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **95**(6): p. 2715-2726.
38. Klein, I. (1990). *Thyroid hormone and the cardiovascular system*. The American journal of medicine. **88**(6): p. 631-637.
39. Mintz, G., R. Pizzarello, and I. KLEIN. (1991). *Enhanced left ventricular diastolic function in hyperthyroidism: noninvasive assessment and response to treatment*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **73**(1): p. 146-150.

40. Ridgway, E., F. Maloof, and C. Longcope. (1982). *Androgen and oestrogen dynamics in hyperthyroidism*. Journal of Endocrinology. **95**(1): p. 105-115.
41. Heymann, W.R. (1992). *Cutaneous manifestations of thyroid disease*. Journal of the American Academy of Dermatology. **26**(6): p. 885-902.
42. Kirkeby, K., G. Hangaard, and P. Lingjaerde. (1963). *The pigmentation of thyrotoxic patients*. Acta Medica Scandinavica. **174**: p. 257-259.
43. Kolkhir, P., M. Metz, S. Altrichter, and M. Maurer. (2017). *Comorbidity of chronic spontaneous urticaria and autoimmune thyroid diseases: a systematic review*. Allergy. **72**(10): p. 1440-1460.
44. Bauer, A.J. (2011). *Approach to the pediatric patient with Graves' disease: when is definitive therapy warranted?* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **96**(3): p. 580-588.
45. Wiersinga, W.M. and L. Bartalena. (2002). *Epidemiology and prevention of Graves' ophthalmopathy*. Thyroid. **12**(10): p. 855-860.
46. Abe, E., R.C. Mariani, W. Yu, X.-B. Wu, T. Ando, Y. Li, J. Iqbal, L. Eldeiry, G. Rajendren, and H.C. Blair. (2003). *TSH is a negative regulator of skeletal remodeling*. Cell. **115**(2): p. 151-162.
47. Frizel, D., A. Malleson, and V. Marks. (1967). *Plasma levels of ionised calcium and magnesium in thyroid disease*. The Lancet. **289**(7504): p. 1360-1361.
48. Jastrup, B., L. Mosekilde, F. Melsen, B. Lund, B. Lund, and O. Sørensen. (1982). *Serum levels of vitamin D metabolites and bone remodelling in hyperthyroidism*. Metabolism. **31**(2): p. 126-132.
49. Amato, G., G. Mazziotti, F. Sorvillo, M. Piscopo, E. Lalli, B. Biondi, S. Iorio, A. Molinari, A. Giustina, and C. Carella. (2004). *High serum osteoprotegerin levels in patients with hyperthyroidism: effect of medical treatment*. Bone. **35**(3): p. 785-791.
50. Park, S.E., M.A. Cho, S.H. Kim, Y. Rhee, E.S. Kang, C.W. Ahn, B.S. Cha, E.J. Lee, K.R. Kim, and H.C. Lee. (2007). *The adaptation and relationship of FGF-23 to changes in mineral metabolism in Graves' disease*. Clinical endocrinology. **66**(6): p. 854-858.
51. Pinto, A. and M. Glick. (2002). *Management of patients with thyroid disease: oral health considerations*. The Journal of the American Dental Association. **133**(7): p. 849-858.
52. Almandoz, J.P. and H. Gharib. (2012). *Hypothyroidism: etiology, diagnosis, and management*. Medical Clinics. **96**(2): p. 203-221.
53. Silva, S.M., A. Carvalho, M. Lopes-Pereira, and V. Fernandes. (2018). *Hipotiroidismo subclínico no idoso*. Acta Médica Portuguesa. **31**(12): p. 766-773.
54. Rapoport, B. (1991). *Pathophysiology of Hashimoto's thyroiditis and hypothyroidism*. Annual review of medicine. **42**(1): p. 91-96.

55. Ban, Y., D.A. Greenberg, T.F. Davies, E. Jacobson, E. Concepcion, and Y. Tomer. (2008). *'Linkage analysis of thyroid antibody production: evidence for shared susceptibility to clinical autoimmune thyroid disease.* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **93**(9): p. 3589-3596.
56. Foley, T.P., V. Abbassi, K.C. Copeland, and M.B. Draznin. (1994). *Hypothyroidism caused by chronic autoimmune thyroiditis in very young infants.* New England Journal of Medicine. **330**(7): p. 466-468.
57. Chiovato, L., D. Larizza, G. Bendinelli, M. Tonacchera, M. Marinò, C. Mammoli, R. Lorini, F. Severi, and A. Pinchera. (1996). *Autoimmune hypothyroidism and hyperthyroidism in patients with Turner's syndrome.* European Journal of Endocrinology. **134**(5): p. 568-575.
58. Karlsson, B., J. Gustafsson, G. Hedov, S. Ivarsson, and G. Annerén. (1998). *Thyroid dysfunction in Down's syndrome: relation to age and thyroid autoimmunity.* Archives of disease in childhood. **79**(3): p. 242-245.
59. Boukis, M., D. Koutras, A. Souvatzoglou, A. Evangelopoulou, M. Vrontakis, and S. Mouloupoulos. (1983). *Thyroid hormone and immunological studies in endemic goiter.* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **57**(4): p. 859-862.
60. Wu, Q., M.P. Rayman, H. Lv, L. Schomburg, B. Cui, C. Gao, P. Chen, G. Zhuang, Z. Zhang, and X. Peng. (2015). *Low population selenium status is associated with increased prevalence of thyroid disease.* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **100**(11): p. 4037-4047.
61. Persani, L. (2012). *Central hypothyroidism: pathogenic, diagnostic, and therapeutic challenges.* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **97**(9): p. 3068-3078.
62. Samuels, M.H. and E.C. Ridgway. (1992). *Central hypothyroidism.* Endocrinology and metabolism clinics of North America. **21**(4): p. 903-919.
63. Klein, I. and K. Ojamaa. (1994). *Thyroid hormone and the cardiovascular system: from theory to practice.* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **78**(5): p. 1026-1027.
64. SHAFER, R.B., R.A. PRENTISS, and J.H. BOND. (1984). *Gastrointestinal transit in thyroid disease.* Gastroenterology. **86**(5): p. 852-855.
65. Carani, C., A.M. Isidori, A. Granata, E. Carosa, M. Maggi, A. Lenzi, and E.A. Jannini. (2005). *Multicenter study on the prevalence of sexual symptoms in male hypo-and hyperthyroid patients.* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. **90**(12): p. 6472-6479.
66. ASTROM, K.-E., K.-E. ASTROM, E. KUGELBERG, and R. MULLER. (1961). *Hypothyroid myopathy.* Archives of Neurology. **5**(5): p. 472-482.
67. Ashraf, T.S., V. De Sanctis, M. Yassin, M. Wagdy, and N. Soliman. (2017). *Chronic anemia and thyroid function.* Acta Bio Medica: Atenei Parmensis. **88**(1): p. 119.

68. Grimnes, G., N. Emaus, R.M. Joakimsen, Y. Figenschau, and R. Jorde. (2008). *The relationship between serum TSH and bone mineral density in men and postmenopausal women: the Tromsø study*. *Thyroid*. **18**(11): p. 1147-1155.
69. Demartini Ade, A., C.A. Kulak, V.C. Borba, M.N. Cat, R.S. Dondoni, R. Sandrini, S. Nesi-França, and L. Lacerda Filho. (2007). *[Bone mineral density of children and adolescents with congenital hypothyroidism]*. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. **51**(7): p. 1084-1092.
70. White, S.C. and M.J. Pharoah, *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 7 ed. 2018, New York, USA: Elsevier Inc.
71. Bridges, T., G. King, and A. Mohammed. (1988). *The effect of age on tooth movement and mineral density in the alveolar tissues of the rat*. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. **93**(3): p. 245-250.
72. Rothe, L.E., A.-M. Bollen, R.M. Little, S.W. Herring, J.B. Chaison, C.S.-K. Chen, and L.G. Hollender. (2006). *Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse*. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. **130**(4): p. 476-484.
73. Devlin, H. and K. Horner. (2008). *Diagnosis of osteoporosis in oral health care*. *Journal of oral rehabilitation*. **35**(2): p. 152-157.
74. Sindel, D. and G. Gula. (2015). *Osteoporozda Kemik Mineral Yoğunluğunun Değerlendirilmesi*. *Turkish Journal of Osteoporosis/Turk Osteoporoz Dergisi*. **21**(1).
75. Celenk, C. and P. Celenk. (2012). *Bone density measurement using computed tomography*. *Computed tomography-clinical applications*: p. 123-136.
76. Donnelly, E. (2011). *Methods for assessing bone quality: a review*. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. **469**(8): p. 2128-2138.
77. Barone, S., A. Paoli, and A.V. Razionale. (2013). *Computer-aided modelling of three-dimensional maxillofacial tissues through multi-modal imaging*. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*. **227**(2): p. 89-104.
78. Scarfe, W.C., A.G. Farman, and P. Sukovic. (2006). *Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice*. *Journal-Canadian Dental Association*. **72**(1): p. 75.
79. Lee, Y.-S., E.-J. Yoo, S.-K. Kim, K.-S. Choi, J.-W. Lee, T.-S. Suh, and J.-K. Kim. (2013). *A study on mechanical errors in Cone Beam Computed Tomography (CBCT) System*. *Journal of radiological science and technology*. **36**(2): p. 123-129.
80. Hsu, J.-T., S.-P. Wang, H.-L. Huang, Y.-J. Chen, J. Wu, and M.-T. Tsai. (2013). *The assessment of trabecular bone parameters and cortical bone strength: a comparison of micro-CT and dental cone-beam CT*. *Journal of biomechanics*. **46**(15): p. 2611-2618.
81. Swain, M.V. and J. Xue. (2009). *State of the art of Micro-CT applications in dental research*. *International journal of oral science*. **1**(4): p. 177-188.

82. Bouxsein, M.L., S.K. Boyd, B.A. Christiansen, R.E. Guldberg, K.J. Jepsen, and R. Müller. (2010). *Guidelines for assessment of bone microstructure in rodents using micro-computed tomography*. Journal of bone and mineral research. **25**(7): p. 1468-1486.
83. Park, Y.S., K.Y. Yi, I.S. Lee, and Y.C. Jung. (2005). *Correlation between microtomography and histomorphometry for assessment of implant osseointegration*. Clinical oral implants research. **16**(2): p. 156-160.
84. Demirbaş, A.K., S. Ergün, P. Güneri, B.O. Aktener, and H. Boyacıoğlu. (2008). *Mandibular bone changes in sickle cell anemia: fractal analysis*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. **106**(1): p. e41-e48.
85. White, S.C. and D.J. Rudolph. (1999). *Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. **88**(5): p. 628-635.
86. Lopes, R. and N. Betrouni. (2009). *Fractal and multifractal analysis: a review*. Med Image Anal. **13**(4): p. 634-649.
87. Geraets, W.G. and P.F. van der Stelt. (2000). *Fractal properties of bone*. Dentomaxillofac Radiol. **29**(3): p. 144-153.
88. Mandelbrot, B.B. (1975). *Stochastic models for the Earth's relief, the shape and the fractal dimension of the coastlines, and the number-area rule for islands*. Proc Natl Acad Sci U S A. **72**(10): p. 3825-3828.
89. Yasar, F. and F. Akgünlü. (2005). *Fractal dimension and lacunarity analysis of dental radiographs*. Dentomaxillofac Radiol. **34**(5): p. 261-267.
90. Haidekker, M., R. Andresen, C. Evertsz, D. Banzer, and H. Peitgen. (1997). *Assessing the degree of osteoporosis in the axial skeleton using the dependence of the fractal dimension on the grey level threshold*. The British journal of radiology. **70**(834): p. 586-593.
91. Barnett, E. and B.E. Nordin. (1960). *The radiological diagnosis of osteoporosis: a new approach*. Clin Radiol. **11**: p. 166-174.
92. Mansour, S., E.A. Khan, A.S.T. AlGhamdi, F. Javed, and H. Marzouk. (2013). *Panoramic Radiomorphometric Indices as Reliable Parameters in Predicting Osteoporosis*. The American Journal of the Medical Sciences. **346**(6): p. 473-478.
93. Paulsson-Björnsson, L., J. Adams, L. Bondemark, H. Devlin, K. Horner, and C. Lindh. (2015). *The impact of premature birth on the mandibular cortical bone of children*. Osteoporos Int. **26**(2): p. 637-644.
94. Klemetti, E., S. Kolmakov, and H. Kröger. (1994). *Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group*. Scand J Dent Res. **102**(1): p. 68-72.
95. Govindraju, P. and P. Chandra. (2014). *Radiomorphometric indices of the mandible - an indicator of osteoporosis*. J Clin Diagn Res. **8**(3): p. 195-198.

96. Alonso, M.B., A.R. Cortes, A.J. Camargo, E.S. Arita, F. Haiter-Neto, and P.C. Watanabe. (2011). *Assessment of panoramic radiomorphometric indices of the mandible in a brazilian population*. ISRN Rheumatol. **2011**: p. 854287.
97. Bayrak, S., D. Göller Bulut, K. Orhan, E.A. Sinanoğlu, E. Kurşun Çakmak, M. Mısırlı, and H. Ankaralı. (2020). *Evaluation of osseous changes in dental panoramic radiography of thalassemia patients using mandibular indexes and fractal size analysis*. Oral Radiol. **36**(1): p. 18-24.
98. Ledgerton, D., K. Horner, H. Devlin, and H. Worthington. (1999). *Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population*. Dentomaxillofac Radiol. **28**(3): p. 173-181.
99. Benson, B.W., T.J. Prihoda, and B.J. Glass. (1991). *Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. **71**(3): p. 349-356.
100. Yasar, F., B. Apaydin, and H.H. Yilmaz. (2012). *The effects of image compression on quantitative measurements of digital panoramic radiographs*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. **17**(6): p. e1074-1081.
101. Amuk, M., G.S. Saribal, N. Ersu, and S. Yilmaz. (2023). *The effects of technical factors on the fractal dimension in different dental radiographic images*. Eur Oral Res. **57**(2): p. 68-74.
102. Gürdal, P., C.F. Hildebolt, and B.G. Akdeniz. (2001). *The effects of different image file formats and image-analysis software programs on dental radiometric digital evaluations*. Dentomaxillofac Radiol. **30**(1): p. 50-55.
103. Jolley, L., S. Majumdar, and S. Kapila. (2006). *Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs*. Dentomaxillofac Radiol. **35**(6): p. 393-397.
104. Magat, G. and S. Ozcan Sener. (2019). *Evaluation of trabecular pattern of mandible using fractal dimension, bone area fraction, and gray scale value: comparison of cone-beam computed tomography and panoramic radiography*. Oral Radiology. **35**(1): p. 35-42.
105. Mostafa, R.A., E.A. Arnout, and M.M. Abo El-Fotouh. (2016). *Feasibility of cone beam computed tomography radiomorphometric analysis and fractal dimension in assessment of postmenopausal osteoporosis in correlation with dual X-ray absorptiometry*. Dentomaxillofac Radiol. **45**(7): p. 20160212.
106. Dagistan, S. and O. Bilge. (2014). *Comparison of antegonial index, mental index, panoramic mandibular index and mandibular cortical index values in the panoramic radiographs of normal males and male patients with osteoporosis*. Dentomaxillofac Radiology. **39**(5): p. 290-294.
107. Halling, A., G.R. Persson, J. Berglund, O. Johansson, and S. Renvert. (2005). *Comparison between the Klemetti index and heel DXA BMD measurements in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density in the elderly*. Osteoporosis International. **16**(8): p. 999-1003.

108. Kribbs, P.J. (1990). *Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women*. The Journal of Prosthetic Dentistry. **63**(2): p. 218-222.
109. Kwon, A.-Y., K.-H. Huh, W.-J. Yi, S.-S. Lee, S.-C. Choi, and M.-S. Heo. (2017). *Is the panoramic mandibular index useful for bone quality evaluation?* Imaging Sci Dent. **47**(2): p. 87-92.
110. Gulsahi, A., B. Yüzügüllü, P. Imirzalioglu, and Y. Genç. (2008). *Assessment of panoramic radiomorphometric indices in Turkish patients of different age groups, gender and dental status*. Dentomaxillofac Radiol. **37**(5): p. 288-292.
111. Uysal, S., B.L. Cağırıkaya, and M.G. Hatipoğlu. (2007). *Do gender and torus mandibularis affect mandibular cortical index? A cross-sectional study*. Head Face Med. **3**: p. 37.
112. Allen, B., C. Migliorati, C. Rowland, Q. An, W. Shintaku, M. Donaldson, M. Wells, and S. Kaste. (2016). *Comparison of mandibular cortical thickness and QCT-derived bone mineral density (BMD) in survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia: a retrospective study*. Int J Paediatr Dent. **26**(5): p. 330-335.
113. Altunok Ünlü, N., A. Coşgun, and H. Altan. (2023). *Evaluation of bone changes on dental panoramic radiography using mandibular indexes and fractal dimension analysis in children with familial Mediterranean fever*. Oral Radiology. **39**(2): p. 312-320.
114. Jagelaviciene, E., R. Kubilius, and A. Krasauskiene. (2010). *The relationship between panoramic radiomorphometric indices of the mandible and calcaneus bone mineral density*. Medicina (Kaunas). **46**(2): p. 95-103.
115. Aktuna Belgin, C. and G. Serindere. (2020). *Fractal and radiomorphometric analysis of mandibular bone changes in patients undergoing intravenous corticosteroid therapy*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. **130**(1): p. 110-115.
116. Ersu, N., R. Akyol, and M. Etöz. (2022). *Fractal properties and radiomorphometric indices of the trabecular structure of the mandible in patients using systemic glucocorticoids*. Oral Radiology. **38**(2): p. 252-260.
117. Güngör, E., D. Yildirim, and R. Çevik. (2016). *Evaluation of osteoporosis in jaw bones using cone beam CT and dual-energy X-ray absorptiometry*. J Oral Sci. **58**(2): p. 185-194.
118. Suer, B.T., Z. Yaman, and B. Buyuksarac. (2016). *Correlation of Fractal Dimension Values with Implant Insertion Torque and Resonance Frequency Values at Implant Recipient Sites*. Int J Oral Maxillofac Implants. **31**(1): p. 55-62.
119. Buckland-Wright, J.C., J.A. Lynch, J. Rymer, and I. Fogelman. (1994). *Fractal signature analysis of macroradiographs measures trabecular organization in lumbar vertebrae of postmenopausal women*. Calcif Tissue Int. **54**(2): p. 106-112.
120. Lynch, J.A., D.J. Hawkes, and J.C. Buckland-Wright. (1991). *Analysis of texture in macroradiographs of osteoarthritic knees using the fractal signature*. Phys Med Biol. **36**(6): p. 709-722.

121. Sindeaux, R., P.T.d.S. Figueiredo, N.S. de Melo, A.T.B. Guimarães, L. Lazarte, F.B. Pereira, A.P. de Paula, and A.F. Leite. (2014). *Fractal dimension and mandibular cortical width in normal and osteoporotic men and women*. Maturitas. **77**(2): p. 142-148.
122. Chen, S.K. and C.M. Chen. (1998). *The effects of projection geometry and trabecular texture on estimated fractal dimensions in two alveolar bone models*. Dentomaxillofac Radiol. **27**(5): p. 270-274.
123. Southard, T.E., K.A. Southard, J.R. Jakobsen, S.L. Hillis, and C.A. Najim. (1996). *Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. **82**(5): p. 569-576.
124. Sener, E., S. Cinarcik, and B.G. Baksi. (2015). *Use of Fractal Analysis for the Discrimination of Trabecular Changes Between Individuals With Healthy Gingiva or Moderate Periodontitis*. J Periodontol. **86**(12): p. 1364-1369.
125. Tsevis, K., E. Trakakis, V. Pergialiotis, E. Alhazidou, M. Peppas, C. Chrelias, N. Papantoniou, and P. Panagopoulos. (2018). *The influence of thyroid disorders on bone density and biochemical markers of bone metabolism*. Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation. **35**(1).
126. Zhang, H., A.-l. Ye, and E.-y. Liao. (2008). *[Change in bone mineral density in female patients with hyperthyroidism]*. Zhong nan da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Central South University. Medical sciences. **33**(5): p. 452-455.
127. Tuchendler, D. and M. Bolanowski. (2013). *Assessment of bone metabolism in premenopausal females with hyperthyroidism and hypothyroidism*. Endokrynol Pol. **64**(1): p. 40-44.
128. Safi, S., H. Hassikou, L. Hadri, A. Sbihi, and A. Kadir. (2006). *Évaluation de la densité minérale osseuse chez les patients hyperthyroïdiens, et après contrôle de l'hyperthyroïdie par traitement médical*. Annales d'Endocrinologie. **67**(1): p. 27-31.
129. Ozturk, E.M.A. and A. Artas. (2024). *Evaluation of Bone Mineral Changes in Panoramic Radiographs of Hypothyroid and Hyperthyroid Patients Using Fractal Dimension Analysis*. J Clin Densitom. **27**(1): p. 101443.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YALÇIN, Osman
Uyruğu : T.C.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Uzmanlık	Gazi Üniversitesi / Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı	Devam Ediyor
Lisans	Ankara Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	2019
Lise	Karatay Anadolu Lisesi	2013

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2021-devam ediyor	Gazi Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	Araştırma Gör.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Kan, S., Akarslan, Z., ve Yalçın, O. (2022, 19-23 Ekim). *Mandibulada ileri derecede ekspansiyon yapmış odontojenik keratokist: Vaka raporu*. 4. Uluslararası Oral Diagnoz ve Maksillofasiyal Radyoloji Derneği Kongresi, İzmir.

Hobiler

-



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..