

**T.C.**  
**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI**



**FARKLI FRENULUM BAĞLANTI TİPLERİNDE**  
**MAKSİLLA VE MANDİBULA KEMİK YAPISININ**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**GİZEM KARTAL YALÇIN**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Doç. Dr. OĞUZHAN DEMİREL**

**BOLU, AĞUSTOS - 2024**

## ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim 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.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %9 olarak bulunmuştur.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2024/03 sayısı ile etik izin alınmıştır.

**GİZEM KARTAL YALÇIN**

## ÖZET

### FARKLI FRENULUM BAĞLANTI TİPLERİNDE MAKSİLLA VE MANDİBULA KEMİK YAPISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

#### UZMANLIK TEZİ

Gizem KARTAL YALÇIN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. OĞUZHAN DEMİREL)

BOLU, AĞUSTOS - 2024

(XI +107)

Bu tez çalışması, bukkal frenulum bağlantı noktalarındaki kemik kalitesi ve yoğunluğunun değerlendirilmesini amaçlayan retrospektif bir çalışmadır.

Bu çalışmada 146 hastaya ait 725 frenulum bağlantı uzantısına (mukozal, gingival, papiller) ve lokasyonuna (kanin, kanin kanin, premolar, premolar premolar) göre sınıflandırılmıştır. Mandibulada bulunan frenulum bağlantı noktalarındaki kemik yapıyı değerlendirmek için panoramik radyografide mental indeks ölçümü yapılmıştır. Maksilla ve mandibulada bulunan bukkal frenulum bağlantı noktalarındaki kemik yapı, Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi’de Misch kemik yoğunluğu sınıflandırılması kullanılarak subjektif olarak değerlendirilmiştir. Bu bölgelerdeki trabeküler kemik yapı fraktal analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Mandibuladaki frenulumların lokasyon bağlantı çeşitleri arasından premolar premolar (PP) bağlantısındaki mandibula fraktal değeri, kanin (K) ve kanin kanin (KK) bağlantılarından anlamlı düzeyde düşük bulundu. Maksilladaki mukozal bağlantı (M) uzantısında yaş arttıkça fraktal değerlerin anlamlı düzeyde azaldığı görüldü. Kadın hastalarda maksillada D2 kemik yoğunluğunun gingival bağlantıda (G) anlamlı düzeyde düşük, D3 kemik yoğunluğunun ise gingival bağlantıda (G) anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlemlendi.

Yapılan bu tez çalışmasında, bukkal frenulumların lokasyon ve bağlantı uzantısı tipine göre maksilla ve mandibuladaki trabeküler ve kortikal kemik yapıya etkisinin farklılık gösterebileceği gözlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Bukkal Frenulum, Fraktal Analiz, Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, Panoramik Radyografi

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF MAXILLARY AND MANDIBULAR BONE STRUCTURE IN DIFFERENT FRENULUM CONNECTION TYPES**

#### **MSC THESIS**

**Gizem KARTAL YALÇIN**

**BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY**

**FACULTY OF DENTISTRY**

**ORAL AND MAXILLOFACIAL RADIOLOGY**

**(SUPERVISOR: ASSOC PROF. OĞUZHAN DEMİREL)**

**BOLU, AUGUST 2024**

**(XI +107)**

This thesis is a retrospective study aiming to evaluate the bone quality and density at the buccal frenulum junctions.

In this study, 725 frenulums of 146 patients were classified according to their connection extension (mucosal, gingival, papillary) and location (canine, canine canine, premolar, premolar premolar). Mental index measurement was performed on panoramic radiography to evaluate the bone structure at the frenulum connection points in the mandible. The bone structure at the buccal frenulum junctions in the maxilla and mandible was evaluated subjectively using the Misch bone density classification on Cone Beam Computed Tomography. Trabecular bone structure in these regions was evaluated using the fractal analysis method.

Among the location connection types of the frenulum in the mandible, the mandibular fractal value in the premolar premolar (PP) connection was found to be significantly lower than the canine (K) and canine canine (KK) connections. In female patients, it is observed that D2 bone density in the maxilla was significantly lower at the gingival junction (G), and D3 bone density was significantly higher at the gingival junction (G).

In this thesis study, it was observed that the effects of buccal frenulums on the trabecular and cortical bone structure in the maxilla and mandible may differ depending on the location and type of connection extension.

**KEYWORDS:** Buccal Frenulum, Fractal Analysis, Cone Beam Computed Tomography, Panoramic Radiography

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| ETİK BEYAN.....                                                    | iii |
| ÖZET.....                                                          | v   |
| ABSTRACT .....                                                     | vi  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                  | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                 | ix  |
| TABLO LİSTESİ.....                                                 | x   |
| KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ .....                                | 1   |
| TEŞEKKÜR .....                                                     | 2   |
| 1. GİRİŞ.....                                                      | 3   |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                            | 6   |
| 2.1 Frenulum.....                                                  | 6   |
| 2.1.1 Frenulum Sınıflandırılmaları .....                           | 8   |
| 2.1.2 Yüksek Frenulum Bağlantı Sorunları .....                     | 13  |
| 2.2 Kemik .....                                                    | 15  |
| 2.2.1 Kemik Dokuyu Oluşturan Hücreler.....                         | 15  |
| 2.2.2 Kemik Kalitesi ve Yoğunluğu .....                            | 15  |
| 2.2.3 Diş Hekimliğinde Kemik Yoğunluğunun Önemi.....               | 16  |
| 2.2.4 Diş Hekimliğinde Kemik Yoğunluğunun Değerlendirilmesi.....   | 17  |
| 2.2.5 Kasın Kemik Üzerindeki Etkisi.....                           | 25  |
| 2.3 Panoramik Radyografi .....                                     | 27  |
| 2.4 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi .....                      | 31  |
| 2.5 Fraktal Analiz .....                                           | 36  |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                                           | 44  |
| 3.1 Çalışma Grubunun Oluşturulması .....                           | 45  |
| 3.2 Bukkal Frenulum Sınıflandırılması .....                        | 46  |
| 3.3 Çalışmamızda Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri .....           | 49  |
| 3.4 Mental İndeks Değerinin Belirlenmesi.....                      | 50  |
| 3.5 Fraktal Analiz Yöntemiyle Kemik Yapının Değerlendirilmesi..... | 52  |
| 3.6 Misch Kemik Yoğunluğu ile Kemik Yapının Değerlendirilmesi..... | 58  |
| 3.7 Verilerin istatistiksel analizi .....                          | 59  |
| 4. BULGULAR .....                                                  | 60  |
| 4.1 Demografik Veriler.....                                        | 60  |
| 4.2 Bukkal Frenulum Lokasyon Bağlantı Çeşitleri .....              | 60  |
| 4.3 Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısı Çeşitleri.....               | 62  |
| 4.4 Mental İndeks Değerleri .....                                  | 66  |
| 4.5 Fraktal analiz .....                                           | 68  |
| 4.6 Misch sınıflandırması .....                                    | 75  |
| 5. TARTIŞMA .....                                                  | 83  |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b> | <b>91</b> |
| <b>7. KAYNAKLAR.....</b>          | <b>93</b> |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1 Bukkal ve Labial Frenulum Görselleri .....                                           | 6  |
| Şekil 2.2 Labial Frenulum Bağlantı Uzantısı Çeşitlerine Ait Görseller .....                    | 8  |
| Şekil 2.3 Maksiller Labial Frenulumun Morfolojik Varyasyonlarına Ait Görseller .....           | 9  |
| Şekil 2.4 8 Ay – 3 Yaş Arasında Çocuklarda Maksiller Labial Frenulum Sınıflandırması .....     | 11 |
| Şekil 2.5 Yeni Doğanlarda Maksiller Labial Frenulum Sınıflandırması .....                      | 12 |
| Şekil 2.6. Mandibular Kortikal İndeksin Şematik Gösterimi .....                                | 18 |
| Şekil 2.7 Mandibular Kortikal İndeks Sınıflandırmasının Panoramik Radyografide Gösterimi ..... | 18 |
| Şekil 2.8 Antegonial İndeksin Panoramik Radyografide Gösterimi .....                           | 20 |
| Şekil 2.9 Panoramik Mandibular İndeksin Panoramik Radyografide Gösterimi .....                 | 21 |
| Şekil 2.10 Mandibular Kortikal Genişliğin Panoramik Radyografide Gösterimi .....               | 22 |
| Şekil 2.11 Mental İndeksin Panoramik Radyografide Gösterimi .....                              | 23 |
| Şekil 2.12 Piksel ve Vokselin Şematize Gösterimi .....                                         | 31 |
| Şekil 2.13 Düz Panel Dedektörlerde Bulunan Silindirik Şekli FOV ve Ölçüm Özellikleri .....     | 33 |
| Şekil 2.14 Koch Kutuları Görüntüleri ve Grafikleri .....                                       | 36 |
| Şekil 2.15 Bazı Şekillerin Fraktal Boyut Değerleri .....                                       | 37 |
| Şekil 2.16 Fraktal Analiz İçin Kullanılan Yöntemlerin Şematik Gösterimi .....                  | 39 |
| Şekil 3.1 Bukkal Frenulumun Bağlantı Uzantısına Göre Sınıflandırılması .....                   | 47 |
| Şekil 3.2 Bukkal Frenulumun Bağlantı Lokasyonuna Göre Sınıflandırılması .....                  | 48 |
| Şekil 3.3 Çalışmada Kullanılan Panoramik Cihaz Ünitesi .....                                   | 49 |
| Şekil 3.4 Çalışmada Kullanılan KIBT Ünitesi Modeli .....                                       | 50 |
| Şekil 3.5 Kırpılmış Panoramik Radyografide Mental İndeks Ölçümü .....                          | 51 |
| Şekil 3.6 Fraktal Analiz Öncesi Görüntü Oluşturma Aşamaları .....                              | 53 |
| Şekil 3.7 Alveol Krette ROI Seçimi .....                                                       | 55 |
| Şekil 3.8 Fraktal Analiz Aşamaları .....                                                       | 57 |
| Şekil 3.9 Misch Kemik Sınıflandırması .....                                                    | 58 |

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4-1</b> Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Cinsiyetlerine ve Yaşlarına Ait Sayısal ve % Değerleri .....                                                               | 60 |
| <b>Tablo 4-2</b> Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Lokasyon Bağlantı Çeşitleri ile Cinsiyet Arasındaki İlişki .....                                                     | 61 |
| <b>Tablo 4-3</b> Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Lokasyon Bağlantı Çeşitleri ile Yaş Arasındaki İlişki .....                                                          | 61 |
| <b>Tablo 4-4</b> Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Lokasyon Bağlantı Çeşitlerinin Dağılımı .....                                                                        | 62 |
| <b>Tablo 4-5</b> Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısına Göre Yapılan Sınıflandırma ile Cinsiyet Arasındaki İlişki .....                                  | 63 |
| <b>Tablo 4-6</b> Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısına Göre Yapılan Sınıflandırma ile Yaş Arasındaki İlişki .....                                       | 63 |
| <b>Tablo 4-7</b> Maksilla ve Mandibulada Bağlantı Uzantısı Çeşitlerinin Dağılımı .....                                                                                        | 64 |
| <b>Tablo 4-8</b> Maksilla ve Mandibulada Dişlilik Durumu ile Bukkal frenulum Bağlantı Uzantısı Sınıflandırılması Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi .....                 | 65 |
| <b>Tablo 4-9</b> Mandibula Lokasyon Bağlantısı Çeşitleri ile Mandibula Mental İndeks Ölçümleri Arasındaki İlişki .....                                                        | 66 |
| <b>Tablo 4-10</b> Mandibula Bağlantı Uzantı Sınıflandırılması ile Mandibula Mental İndeks Ölçümleri Arasındaki İlişki .....                                                   | 66 |
| <b>Tablo 4-11</b> Dişlilik Durumuna göre Mental İndeks Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri .....                                                                          | 67 |
| <b>Tablo 4-12</b> Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Lokasyon Çeşitleri ile Fraktal Analiz Değerleri Arasındaki İlişki .....                                    | 68 |
| <b>Tablo 4-13</b> Kadın ve Erkek Hastalarda Bukkal Frenulum Lokasyon Sınıflandırılması ile Fraktal Analiz Değerleri Arasındaki İlişki ....                                    | 69 |
| <b>Tablo 4-14</b> Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısına Göre Yapılan Sınıflandırma ile Fraktal Değerler Arasındaki İlişki .....                         | 70 |
| <b>Tablo 4-15</b> Kadın ve Erkeklerde Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısına Göre Yapılan Sınıflandırma ile Fraktal Analiz Değerleri Arasındaki İlişki .....                     | 71 |
| <b>Tablo 4-16</b> Cinsiyete Göre Maksilladaki Bukkal Frenulumların Bağlantı Uzantısı Noktalarındaki Fraktal Değerlerinin Karşılaştırılması .....                              | 72 |
| <b>Tablo 4-17</b> Cinsiyete Göre Maksilladaki Bukkal Frenulumların Bağlantı Uzantısı Noktalarındaki Fraktal Değerlerinin Karşılaştırılması .....                              | 72 |
| <b>Tablo 4-18</b> Dişlilik Durumu ile Fraktal Analiz Değerleri Arasındaki İlişki ....                                                                                         | 73 |
| <b>Tablo 4-19</b> Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısı Noktalarındaki Fraktal Analiz Değerlerinin Yaş ile Korelasyonu .....                                                      | 74 |
| <b>Tablo 4-20</b> Maksilla ve Mandibulada Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırılması ile Bukkal Frenulum Lokasyon Sınıflandırılması Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi ..... | 75 |
| <b>Tablo 4-21</b> Kadın ve Erkeklerde Ayrı Ayrı Olmak Üzere Bukkal Frenulum Bağlantı Lokasyon Çeşitleri ile Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırılması Arasındaki İlişki .....   | 76 |
| <b>Tablo 4-22</b> Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısı Sınıflandırılması ile Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırılması Arasındaki İlişki .....             | 77 |

|                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4-23</b> Kadın ve Erkeklerde Ayrı Ayrı Olmak Üzere Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısı Sınıflandırması ile Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırması Arasındaki İlişki ..... | 78 |
| <b>Tablo 4-24</b> Dişlilik Durumu ile Her İki Çenede Misch Kemik Yoğunluğu Arasındaki Korelasyon .....                                                                          | 79 |
| <b>Tablo 4-25</b> Maksillada Her Bir Bağlantı Uzantı Noktalarındaki Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırmasının Yaşa Bağlı Dağılımı .....                                          | 80 |
| <b>Tablo 4-26</b> Mandibulada Her Bir Bağlantı Uzantı Noktalarındaki Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırmasının Yaşa Bağlı Dağılımı .....                                         | 81 |
| <b>Tablo 4-27</b> Mental indeks ile fraktal analiz değerleri arasındaki korelasyon ..                                                                                           | 81 |
| <b>Tablo 4-28</b> Misch Kemik Yoğunluğu ile Mental İndeks Arasındaki Korelasyon                                                                                                 | 82 |
| <b>Tablo 4-29</b> Misch Kemik Yoğunluğu ile Fraktal Analiz Arasındaki Korelasyon                                                                                                | 82 |



## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

|             |                                                    |
|-------------|----------------------------------------------------|
| <b>AI</b>   | : Antegonial İndeks                                |
| <b>BMD</b>  | : Bone Mineral Density (Kemik Mineral Yoğunluğu)   |
| <b>BT</b>   | : Bilgisayarlı Tomografi                           |
| <b>BTX</b>  | : Botulinum Toksin                                 |
| <b>CNR</b>  | : Contrast To Noise Ratio (Kontrast Gürültü Oranı) |
| <b>DXA</b>  | : Çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisi          |
| <b>EvC</b>  | : Ellis-van Creveld                                |
| <b>FD</b>   | : Fractal Dimension (Fraktal Boyut)                |
| <b>FOV</b>  | : Field of View (Görüş Alanı)                      |
| <b>HU</b>   | : Hounsfield Birimleri                             |
| <b>ILI</b>  | : Incisivus Labi Inferioris                        |
| <b>ILS</b>  | : Incisivus Labi Superioris                        |
| <b>KI</b>   | : Klemetti İndeksi                                 |
| <b>KIBT</b> | : Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi              |
| <b>MCW</b>  | : Mandibular Kortikal Genişlik                     |
| <b>MI</b>   | : Mental İndeks                                    |
| <b>MCI</b>  | : Mandibular Kortikal indeks                       |
| <b>MT</b>   | : Mentalis Kası                                    |
| <b>OPG</b>  | : Ortopantomografi                                 |
| <b>PMI</b>  | : Panoramik Mandibular İndeks                      |
| <b>ROI</b>  | : Region Of Interest (İlgili Alan)                 |
| <b>SVE</b>  | : Simple Visual Estimation (Basit Görsel Tahmini)  |
| <b>TME</b>  | : Temporomandibular Eklem                          |

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin her aşamasında desteğini ve bana duyduğu güveni her daim hissettiren, öğrencisi olmaktan gurur ve onur duyduğum, akademik alanda bakış açısını örnek aldığım değerli danışman hocam Doç. Dr. Oğuzhan DEMİREL'e,

Eğitim hayatım boyunca her anlamda samimiyetini hissettiğim, bilgi birikimini ve tecrübelerini cömertçe paylaşan kıymetli hocam Doç. Dr. Seval BAYRAK'a

Uzmanlık eğitimim boyunca verdiği tüm emekler için değerli hocam Doç. Dr. Duygu GÖLLER BULUT'a,

Uzmanlık eğitimimde tanıştığım, çalışmaktan keyif aldığım ve birlikte birçok şey paylaştığım sevgili arkadaşım Betül TAŞKIN'a,

Aramıza sonradan katılıp kısa sürede çokça anılar biriktirdiğimiz Yaren EREN ve Asena Kübra AKKIN'a ve birlikte fikir alışverişi yaparak çalışmaktan keyif aldığım değerli asistan arkadaşlarım Zeynep TANRISEVEN ve Gözdenur ATLIHAN'a,

Üniversite yıllarından beri mutluluklarımı, üzüntülerimi paylaştığım her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarım Büşra KISACIK'a ve Duygu KAYMAK'a,

Tüm hayatım boyunca her türlü fedakarlığı göstererek yanımda olan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili annem Simel KARTAL'a, babam Şakir KARTAL'a ve kardeşim Sinem KARTAL'a,

Neşesini, enerjisini ve içtenliğini çok sevdiğim, kardeşim gibi gördüğüm İrem ONAY'a

Tanıştığım andan itibaren şevkatini ve desteğini esirgemeyen sevgili annem Ayla YALÇIN'a,

Lise yıllarından beri hayatımın tüm güzelliklerinde ve zorluklarında yanımda olan, sevgisini ve desteğini her anımda hissettiğim, hayatı paylaşmaktan keyif aldığım sevgili eşim Metehan YALÇIN'a,

**Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.**

## 1. GİRİŞ

Frenulum, dudağı ve yanağı alveolar mukoza, gingiva ve periosteuma bağlayan mukoza membran katlantısıdır (1). Frenulum, morfolojisi, lokasyonu ve bağlantı yeri değişken olan anatomik yapılardan biridir. Mandibula ve maksillaya yapışık fibröz doku bandı olarak tanımlanabilir ve kas bağlantılarının üzerinde bulunur (2).

Oral vestibulumda labial, lingual ve bukkal frenulum yer almaktadır. Labial frenulum orta hatta, bukkal frenulum ise genellikle kanin ve premolar bölgede lokalizedir (3).

Klinik olarak yüksek bağlantılı labial ve bukkal frenulum diş eti çekilmesine, orta hat diastemasına, yanak ve dudak hareketliliğinde kısıtlılığa, estetik problemlere ve periodontal cep oluşumuna neden olabilir (4-7). Bu anomalileri tedavi etmek için frenektomi ve birkaç cerrahi prosedür geliştirilmiştir (4).

Dental işlemler (implant cerrahisi, kök düzlemesi vs.) ve cerrahi prosedürlerin başarısı için bukkal frenulum sınıflandırılmasının önem arz etmesine karşılık, literatürde bukkal frenulum sınıflandırılması ile yapılan çalışmalara rastlanılmamıştır.

İmplant cerrahisi ya da kemikte yapılacak herhangi bir cerrahi işlemde, kemik kalitesi ve yoğunluğu önem arz etmektedir. Bukkal frenulum kanin ve premolar bölgede lokalize olduğu için, bu bölgede yapılacak kemik cerrahilerinin başarısının frenulum yüksekliği ve lokasyonu ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda bukkal frenulum liflerinin bağlantı uzantısı ve lokasyonuna göre maksilla ve mandibuladaki kemik kalitesinin ve yoğunluğunun değişebileceği öngörülmektedir.

Diş Hekimliğinde panoramik radyografi (OPG) ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) en sık kullanılan görüntüleme yöntemleridir. Panoramik radyografi, tüm dişleri ve çeneleri, göz çukurunun 1/3 alt kısmına kadar maksiller bölgeyi, maksiller sinüsleri, mandibulayı ve temporomandibuler eklemi bir arada gösteren tekniktir (8). KIBT dişler ve çene-yüz dokularının üç boyutlu görüntüsünü oluşturabilen ekstraoral bir görüntüleme yöntemidir. KIBT, daha düşük radyasyon dozuna sahip olması, daha az yer kaplaması, maliyetinin daha düşük olması, daha

kısa tarama süresi ve üç boyutlu görüntü (3D) oluşturmaları gibi avantajlarından dolayı çene-yüz bölgesinde tercih edilmektedir (9).

OPG’de saptanabilen mental indeks (MI) gibi kalitatif ve kantitatif indeksler, kemik kalitesi ve rezorpsiyon ile osteoporoz ilişkisini gözlemlemek amacıyla kullanılmaktadır (10).

1988 yılında Misch, kemiğin makroskopik trabeküler ve kortikal özelliklerine bağlı olarak yoğunluk farkına göre 4 grupta değerlendirilmesini önermiştir (11);

D1: Yüksek oranda mineralize olmuş hemen hemen tamamı yoğun kompakt kemikten oluşmaktadır. Genellikle aşırı rezorbe dışsız anterior mandibulada rastlanır.

D2: Kemiğin dış yüzeyinde kalın kompakt kemik varken iç yüzeyinde kalın trabeküler kemik bulunmaktadır.

D3: Kemiğin dış yüzeyinde ince poröz kompakt kemik, iç yüzeyinde ince trabeküler kemik vardır.

D4: Kemiğin neredeyse tamamı trabeküler kemikten oluşmaktadır. Kortikal kemik ya çok az miktarda ya da hiç yoktur.

Fraktal analiz; karmaşık şekil ve yapıların ayrıntılı olarak ifade edilmesini sağlayan, fraktal matematiğinden köken alan, istatistiksel yapı analizidir (12). 1983 yılında Mandelbort’a ait “The Fractal Geometry of Nature” isimli yayından itibaren tıbbi radyologlar projeksiyon geometrisi, açılma ve radyodansite gibi değişkenlerden bağımsız olan fraktal analizi kemik değişikliklerinin bir indikatörü olarak kullanılmaktadırlar (13). Fraktal analiz uygulamasında en fazla kullanılan ve en uygun olan yöntem kutu sayma yöntemidir. Kutu sayma yöntemi Russel ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (14). Kutu sayma yöntemi trabeküler yapının niceliğinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (12). Fraktal geometri, görüntü biçimini tanıma ve medikal görüntülemeye olan ilgiden dolayı dental radyografi alanına giriş yapmıştır ve yorumlanmasındaki çeşitlilikten dolayı araştırmacıların dikkatini en çok çeken yapı alveoler kemiktir (15). Fraktal analiz yöntemi, osteoporoza bağlı olarak ortaya çıkan patolojilerin tanısı ve implant bölgelerine komşu kemik dokusunun değerlendirilmesi gibi diş hekimliğinin birçok alanında uygulanabilmektedir (16).

Çalışmada, labial frenulum liflerinin bağlantı uzantısına göre yapılan sınıflandırılmasının bukkal frenulum için kullanılması, ayrıca bundan farklı olarak bukkal frenulumun lokasyona göre sınıflandırılmasının yapılması planlanmıştır. Yapılan sınıflandırmaya göre 2 farklı görüntüleme yönteminde (OPG ve KIBT) mental indeks, Misch kemik yoğunluğu sınıflandırılması ve fraktal analiz yöntemi kullanılarak frenulum bölgelerindeki kemik yoğunluğu ve kalitesi değerlendirilmiştir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Frenulum

Frenulum, maksilla ve mandibulada, dudak ve yanağı alveolar mukozaya, diş etine ve periosta bağlayan mukoza kıvrımıdır (5). Frenulum fibröz doku bandı olarak da tanımlanabilir ve kasların yüzeyinde yer alır (2).

Frenulumlar çoğunlukla maksilla ve mandibulanın vestibüler mukozasında orta hatta ve kanin – premolar bölgede bulunur (17). Oral vestibülün orta hattında alt ve üst olmak üzere 2 labial frenulum bulunmaktadır. Genellikle alt labial frenulum alt alveol kret tepesinin altına, üst labial frenulum ise üst alveol kret tepesinin üstüne bağlanmaktadır (18). Maksilla ve mandibuladaki kanin ve premolar bölgelerde oral vestibülün bukkal mukozasını diş arkına bağlayan 4 adet bukkal frenulum bulunmaktadır (17, 19). Bu frenulumlardan farklı olarak oral kavite içerisinde bir de lingual frenulum bulunmaktadır. Lingual frenulum orta hatta, dilin alt tarafını ağız tabanına bağlayan mukoza kıvrımıdır (20, 21). Lingual frenulum normalden kısa olduğunda, ankiloglossi olarak da bilinen dilin ağız tabanına yapışık olduğu durum ortaya çıkmaktadır (22). Literatürde ankiloglossi duumunun konuşma, emme, çiğneme ve yutkunma zorluğuna neden olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır (23, 24). Şekil 2.1.a’da ve Şekil 2.1.b’de sırasıyla bukkal frenuluma ve labial frenuluma örnek gösterilmektedir.

**Şekil 2.1** Bukkal ve Labial Frenulum Görselleri



**a.** Bukkal Frenulum (3)

**b.** Labial Frenulum (17)

Histolojik olarak labial frenulum incelendiğinde epitel ve kas liflerinin varlığı görülmüştür (25). Incisivus labii superioris (ILS) kasının alt kısmı arasındaki bağ dokusu üst labial frenuluma karşılık gelmekte olup, ILS'nin alt kısmının kapsamı ise üst alveolar mukozanın kıvrımlarına karşılık gelmektedir. Mentalis kasının (MT) üst kısmı arasındaki bağ dokusu, alt labial frenulumuna karşılık gelmekte olup, MT'nin üst kısmının kapsamı ise alt alveolar mukozanın kıvrımlarına karşılık gelmektedir (26).

Maksillanın bukkal frenulumu kanin bölgesi çevresinde oluştuğunda, ILS'nin alt kısmının yan sınırına karşılık gelmektedir. Maksillanın bukkal frenulumu premolar bölgede oluştuğunda buksinatörün ön sınırına karşılık gelmektedir. Kanin bölgesi çevresinde oluşan mandibulanın bukkal frenulumu, MT ve incisivus labii inferiorisin (ILI) üst kısmının yan sınırına karşılık gelmektedir. Premolar bölgede oluşan mandibulanın bukkal frenulumu, buccinator kasının ön sınırına karşılık gelmektedir (3).

### 2.1.1 Frenulum Sınıflandırılmaları

1974’de Placek ve arkadaşları (27) labial frenulumu bağlantı liflerinin uzantısına bağlı olarak şu şekilde sınıflandırmaktadır;

- Mukozal: Frenulum lifleri mukogingival birleşmeye bağlandıklarında; (Şekil 2.2.a)
- Gingival: Frenulum lifleri yapışık diş etine yerleştiğinde; (Şekil 2.2.b)
- Papiller: Frenulum lifleri interdental papillaya uzandıklarında; (Şekil 2.2.c)
- Papiller penetre: Frenulum lifleri alveolar prosesi geçerek palatinal ve lingual papillaya uzandıklarında. (Şekil 2.2.d)

**Şekil 2.2** Labial Frenulum Bağlantı Uzantısı Çeşitlerine Ait Görseller



**a. Mukozal Bağlantı (17)**



**b. Gingival Bağlantı (17)**



**c. Papiller Bağlantı (17)**



**d. Papiller Penetre Bağlantı (17)**

Maksiller labial frenulum varyasyonlar ve anomaliler göstermektedir (28). 1971’de Sewerin ve arkadaşları (29) frenulumda morfolojik varyasyonları şu şekilde sınıflandırmıştır;

- Bifid labial frenulum
- Multiple labial frenulum
- Double labial frenulum
- Appendiksli labial frenulum
- Nodüllü labial frenulum
- Wider labial frenulum

**şekil 2.3** Maksiller Labial Frenulumun Morfolojik Varyasyonlarına Ait Görseller



**a.** Bifid Labial Frenulum (30)



**b.** Multiple Labial Frenulum (30)



**c.** Double Labial Frenulum (30)



**d. Appendiksli Labial frenulum (30)**



**e. Nodüllü Labial Frenulum (30)**



**f. Wider Labial Frenulum (30)**

1977’de Popovich ve arkadaşları (31), frenulumu yerleşme bölgesine göre sınıflandırmışlardır;

- Frenulumlar kalın ve ince olmak üzere iki ana gruba ayrılmış olup, bu frenulumlar alveolar mukozaya bağlanıyor ise yüksek bağlantılı, yapışık diş etine bağlanıyor ise orta bağlantılı, marjinal diş etine bağlanıyor ise düşük bağlantılı olarak sınıflandırılmıştır.

Benzer şekilde Rui ve arkadaşları (32), yerleşme bölgesine göre bir frenulum sınıflandırması önermişlerdir;

- (a) **Tip I:** Alveoler mukozaya bağlandıklarında;
- (b) **Tip II:** Diş etine bağlandıklarında;
- (c) **Tip III:** İnterdental papillaya bağlandıklarında;
- (d) **Tip IV:** Transpapiller bölgeye bağlandıklarında.

Kotlow ve arkadaşları (33), 8 ay ile 3 yaş arası çocuklarda 100'den fazla maksiller labial frenulumu inceledikten sonra maksiller labial frenulumu değerlendirirken kullanılacak olan bir sınıflandırma geliştirmişlerdir;

**Sınıf 1:** Normal frenulum. (Şekil 2.4.a)

**Sınıf 2:** Dişlerin üzerine yerleşen frenulum. (Şekil 2.4.b)

**Sınıf 3:** Dişler arasına yerleşen frenulum. (Şekil 2.4.c)

**Sınıf 4:** Palatinala yerleşen frenulum. (Şekil 2.4.d)

**Şekil 2.4** 8 Ay – 3 Yaş Arasında Çocuklarda Maksiller Labial Frenulum Sınıflandırması



**a.Sınıf 1** (33)

**b.Sınıf 2** (33)

**c.Sınıf 3** (33)

**d.Sınıf 4** (33)

Santa Maria ve arkadaşları (34), yenidoğanlarda maksiller labial frenulumu Kotlow'un yaptığı sınıflandırmayı basitleştirmeye çalışarak 3 şekilde sınıflandırmışlardır. Bu sınıflandırılmaya Stanford üst labial frenulum sınıflandırılması adı verilmektedir. Bu sınıflandırılma şu şekildedir;

**Tip 1:** Frenulum tutunduğu yer mukogingival birleşkeye yakındır. (Şekil 2.5.a)

**Tip 2:** Frenulum yapışık diş etine yerleşmiştir. (Şekil 2.5.b)

**Tip 3:** Frenulum alveol papillanın alt kenarına yerleşmiştir. Palatine doğru da uzanabilmektedir. (Şekil 2.5.c)

**Şekil 2.5** Yeni Doğanlarda Maksiller Labial Frenulum Sınıflandırması



**a.** Tip 1 (34)

**b.** Tip 2 (34)

**c.** Tip 3 (34)

### 2.1.2 Yüksek Frenulum Bağlantı Sorunları

Frenulum, kasların yüzeyinde yer aldığı için yüz yapısının değişimini düzenleyerek, özellikle dudaklar ve yanaklar için doğru destek ve stabiliteyi sağlamaktadır (35).

Frenulumdaki olası değişiklikler diastemaya, kas çekişine bağlı kemik kaybına, dudak ve yanak hareketlerinde kısıtlılığa ve diş eti çekilmesine neden olabilir (36).

Placek ve arkadaşlarının (27) bağlantı liflerinin uzantısına bağlı olarak yaptığı sınıflandırmada yer alan papiller ve papiller penetre bağlantı patolojik kabul edilmiş olup, bu bağlantıların diş eti çekilmesine, papilla kaybına, fırçalama zorluğuna, dişlerin dizilişinde bozukluğa aynı zamanda protez uyumuna ve tutuculuğuna zarar vererek psikolojik rahatsızlıklara neden olduğu düşünülmektedir. Marjinal diş etine bağlantı yapan frenulumlar diş eti oluğunu genişleterek plak birikimine, periodontal hastalığın ilerlemesine, periodontal tedavi sonrası nükse neden olmaktadır (17).

Kalın bir üst labial frenulumun, premaksillanın gelişiminde gecikmeye neden olduğu öngörülmektedir (33, 37, 38). Alveol kret genişlediğinde ve maksilla anterior dişler sürmeye başladığında frenulum yapışma yeri incelmekte ve apikale doğru yönelmektedir (39-41).

Alt dudak frenulumu yüksek düzeyde tutunduğunda, alt dudağın distraksiyonu sırasında serbest diş etinin diş yüzeyinden ayrılmasıyla birlikte diş eti kenarında çekilmeye neden olabileceğini bilmek önemlidir (27). Serbest diş etinin ayrılması sorunu doku iskemisiyle birlikte çekme sendromu (pull sendrom) için bir işarettir (17, 27, 42, 43). Çekme sendromu hem üst hem de alt çenede yaygındır, ancak alt çenede kuvvetlerin vektörü daha zararlıdır (27).

Literatürde çekme sendromu ile diş eti çekilmesi arasında spesifik bir korelasyon gösteren veya pediatrik hastalarda diş eti çekilmesinin başlangıcına ilişkin karşılaştırılabilir epidemiyolojik verileri gösteren herhangi bir çalışma bulunmamaktadır (44). Çocukların yaklaşık %20'sinin diş eti çekilmesinden etkilendiği görülmekte olup, çekilme genellikle 10 yaş civarında diş eti olgunlaşması tamamlanmadan teşhis edilememektedir (45).

Diş eti çekilmesinin labial frenulumun yüksek bağlantılı olması gibi birçok belirleyici veya predispozan faktöre bağlı olduğu bilinmekte ve bu problemin

görölme sıklığı yaş, ölke, ırk ve ağız sağılığı koşullarına göre değışmektedir (46, 47). Bukkal frenulumdaki anormal bağılantı da, diş eti çekilmesinin olası nedenlerinden biridir (3). Toker ve Özdemir'e göre yüksek bukkal frenulum diş eti çekilmesine neden olmakta ve diş eti çekilmesi mandibulada maksillaya göre anlamlı ölçüde daha fazla görölmektedir (48).

Bazı sendromlarda frenulumlarda farklı varyasyonlar görölmektedir (17). Oro - facial digital sendromda diş etinde fazla sayıda frenulum nedeniyle yarık izlenmektedir (49). İnfantil hipertrofik pilor stenozu sendromunun tespitinde mandibular frenulumun yokluğu ve hipoplazisi teşhiş için oldukça önemlidir. (50). Holoprozensefali sendromunda labial frenulum yokluğu karakteristik bir özelliktir (51).

Ellis-van Creveld (EvC) sendromu, maksiller ve mandibular alveoler krette, çentikli veya submukoz yarıklar ve distrofik filtrumlu sürekli veya geniş labial frenulum ile kendini gösterir (52). Ehler Danlos sendromunda, inferior labial ve lingual frenulumun yokluğu tarif edilmiştir (53). Pallister-Hall sendromunda bukkal mukozadan alveol sırtına kadar uzanan anormal fazla sayıda frenulum izlenmektedir (54). Opitz C sendromunda frenulum anomalileri Pallister-Hall sendromuyla benzer olarak izlenmektedir (55).

Ortognatik ve diğler cerrahi işlemler sonrası oluşın komplikasyonun nedeni olarak anormal frenulum bağılantıları karşımıza çıkmaktadır. Yüksek frenulum bağılantılarının osteotomi yapılacak alandaki dikey kesiler sonucu periodontal problemler yaratacağı tahmin edilmektedir (56).

## 2.2 Kemik

### 2.2.1 Kemik Dokuyu Oluşturan Hücreler

Kemik yapı 4 tip hücreden oluşan bağ dokusu olarak tanımlanmaktadır (57, 58); Osteoblast, osteoklast, kemik astar hücreleri ve osteosit. Kemiğin yapısal bileşenleri arasında hücre dışı matriks (daha çok mineralize yapı) ve kollajenler de bulunmaktadır. Kortikal ve trabeküler kemik olmak üzere iki tip kemik mevcuttur. Bu iki kemik yapının kimyasal özellikleri aynı olmakla birlikte makroskobik ve mikroskobik özellikleri farklıdır (59).

Kemik, osteoklastlar tarafında yıkılan, osteoblastlardan tarafından yeniden şekillendirilen dinamik bir yapıdır (58). Kemiğin yeniden şekillendirilmesi olayı eski kemiğin yeni kemikle değiştirildiği bir süreçtir (60). İlk olarak osteoklastlar ile gerçekleşen aktivasyon aşaması sonrasında, osteoblastlar tarafından gerçekleştirilen geri dönüşüm ve oluşum aşaması görülmektedir. Bu olay kemiğin yeniden şekillenme döngüsü olarak tanımlanmaktadır (61).

### 2.2.2 Kemik Kalitesi ve Yoğunluğu

Kemik kalitesi ve gücü kemiğin boyutuna, şekline ve kemik mineral yoğunluğuna (bone mineral density) (BMD) göre belirlenmektedir (62). Çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisi (DXA), kemik mineral yoğunluğunu (BMD) kabul edilebilir hataları ve tekrarlanabilir olması nedeniyle ölçmek için referans yöntem olarak kabul edilmektedir (63). Kemik kalitesi ve densitesini ölçmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Dansitometri ve yüksek çözünürlüklü görüntüler (radyografi, bilgisayarlı tomografi) kemiğin geometrisini ve mikro mimarisini ölçebilmektedir. Doku mineralizasyonu ve bileşimi, mikroradyografi, Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi veya Raman mikrospektroskopisi kullanılarak değerlendirilebilir (64).

Yaşlanma, yaralanma ve çevresel değişiklikler nedeniyle kemik yapı içerisindeki hücreler arasındaki etkileşimler bozulduğunda birincil ve ikincil kemik hastalıkları gelişebilir (65). Bunlardan biri osteoporoz olup, düşük kemik mineral densitesi (BMD), kemik yapısında bozulma ve kemik kırılabilirliğinin artmasıyla karakterize sistemik bir hastalıktır (66). Tanısının DXA ile yapılması önerilmektedir (67). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kriterlerine göre BMD değerleri şu tanısal kılavuzlara ayrılır: normal (T-skor  $\geq -1,0$ ), osteopeni (T-skor  $-1,0$  ile  $-2,5$  arasında) ve

osteoporoz (T-skor)  $\leq -2,5$ ) (68). Osteoporoz sistemik bir hastalık olduğu için çene kemiklerinde de kemik mineral densitesinde değişikliğe neden olmaktadır. Çeşitli makalelerde osteoporoz teşhisi için dental radyografilerin de yardımcı bir araç olarak kullanıldığından bahsedilmektedir (69, 70). Geraets ve arkadaşları (67) yaptıkları çalışmada, dental radyografilerde yapılan ölçümlerin kalça ve omurganın kemik mineral densitesinin tahminine katkısını incelemeyi amaçlamış ve sonucun olumlu olduğunu görmüşlerdir.

### **2.2.3 Diş Hekimliğinde Kemik Yoğunluğunun Önemi**

Maksillofasiyal bölgedeki kemik yoğunluğu ve kalitesinin bilinmesi, dental araştırmalar ve klinik uygulamalar için çok sayıda avantaj sağlamaktadır. Bu özelliklerin bilinmesi implant yerleştirme yerlerinin planlanması ve implantolojide kemik iyileşmesinin belirlenmesinin yanı sıra ortodontik diş hareketinin değerlendirilmesi için de faydalı olmaktadır (71).

Dental implant, boşluk alanların doldurulmasında güvenilir yöntem olarak kabul görmektedir. İmplant tedavisinin başarısının temel faktörü ise birincil stabilitedir. Bazı araştırmalar alveol kemiğin kalitesinin implantın birincil stabilitesinde en önemli husus olduğunu vurgulamaktadır (72, 73).

Çok sayıda çalışmada ortodontik tedavi sırasında kemiğin yeniden şekillenmesine bağlı olarak alveol kemik yoğunluğunda değişiklik olduğu gösterilmektedir (74-77). Kemiğin yeniden şekillenmesi aşamasında oluşan yeni kemik yapı eski kemik yapıya kıyasla az mineralizedir ve alveol kemik yoğunluğunda değişim buna bağlanmaktadır (78). Farklı alveolar kemik yoğunlukları ve kemik yeniden modelleme süreçleri diş kökündeki gerilimi etkilemekte dolayısıyla ortodontik diş hareketi sürecini ve zararlı bir ikincil etki olarak eksternal apikal kök rezorpsiyonu oluşumunu etkilemektedir (79).

## **2.2.4 Diş Hekimliğinde Kemik Yoğunluğunun Değerlendirilmesi**

### **Radyomorfometrik İndeksler**

Kemik densitometrisi yapılması plananan yüksek riskli osteoporoz hastalarından alınan ortopantomografi (OPG) görüntülerinde yapılan radyomorfometrik indekslerin bu hastaların kemik yapısının taranması açısından uygun maliyetli bir yöntem olduğu düşünülmektedir (80-83). Radyomorfometrik indeks ile kemik mineral densitesi (BMD) arasındaki korelasyonu gösteren çalışmalar, rutin diş hekimi ziyareti sırasında hastalara erken tanı konulabilmesi nedeniyle bu yöntemin tanısal önemini vurgulamaktadır (80, 84, 85). Bazı araştırmacılar ise yaptıkları çalışmalarda DXA ile belirlenen BMD ile OPG 'de yapılan radyomorfometrik indeksler arasında korelasyon olmadığını görmüşlerdir (86, 87).

### **Mandibular Kortikal İndeks**

Mandibular Kortikal İndeks (MCI), Klemetti İndeksi (KI) ve Basit Görsel Tahmini (SVE) olarak da bilinmektedir. Bu indeks, mental foramenin distalindeki mandibular kortikal morfolojinin sınıflandırılmasıyla değerlendirilen niteliksel bir göstergedir.

Mandibular kortikal indeks (MCI) ve Klemetti İndeksi (KI): Mandibula alt korteksinin görünümü şu şekilde sınıflandırılmaktadır;

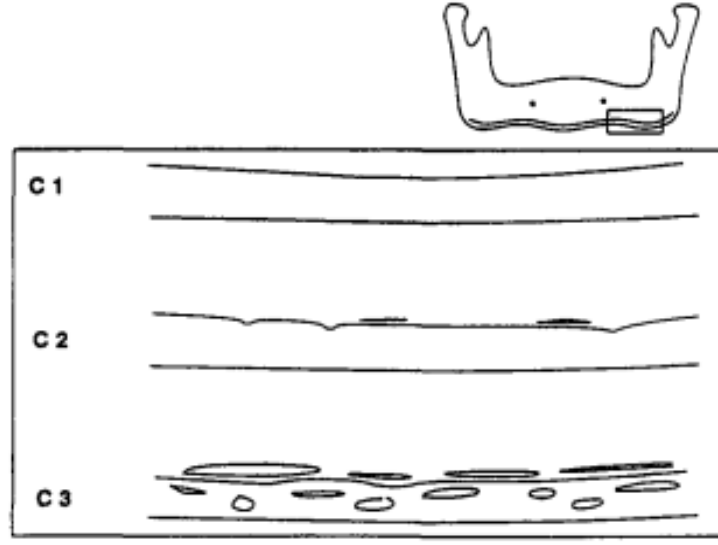
**C1:** Korteksin endosteal marjini düzgün ve keskin olduğunda;

**C2:** Endosteal marjinde yarım ay defektleri mevcut olduğunda veya endosteal kortikal kalıntılar oluşturduğunda;

**C3:** Kortikal katman, ağır endosteal kortikal kalıntılar oluşturduğunda ve açıkça gözenekler olduğunda (88).

Bu sınıflandırma görsel olarak Şekil 2.6'da ve Şekil 2.7.a, 2.7.b ve 2.7.c'de yer almaktadır.

**Şekil 2.6.** Mandibular Kortikal İndeksin Şematik Gösterimi

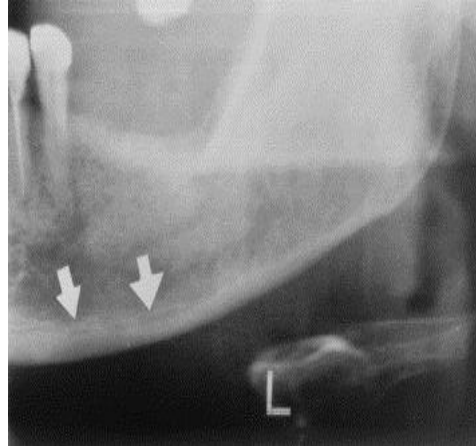


Klemetti İndeksi veya Mandibular Kortikal İndeks (89)

**Şekil 2.7** Mandibular Kortikal İndeks Sınıflandırmasının Panoramik Radyografide Gösterimi



**a. C1 (10)**



**b. C2 (10)**



c. C3 (10)

Yapılan çalışmalarda kemik mineral densitesinin (BMD) T skoru  $< -1$  olduğu durumlarda mandibular kortikal indeks veya Klemetti İndexinde C2 ve C3 sınıfının gözlenmesi %32 ile % 95 arasında değişmektedir (90).

Horner ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, mandibula korpusunun DXA ile ölçülen kemik mineral densitesi (BMD) ile mandibula kortikal indeksi ile arasında korelasyon olduğunu bildirmişlerdir (91).

Klemetti ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, mandibular korteksteği değişikliklerin, bukkal korteksin kemik mineral densitesi (BMD) ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu bulmuşlardır (89).

Zlatic ve arkadaşları yaptıkları çalışmada mandibular korteksteği değişiklikleri, ölçülen tüm mandibular kemik mineral densite (BMD) değerleriyle anlamlı düzeyde ilişkili bulmuşlardır. Mandibular kortikal indeks sınıfı C3 olarak ölçülen tüm bölgelerde anlamlı derecede düşük kemik mineral yoğunluğu bulunmaktadır. (10).

### **Basit Görsel Tahmini (SVE)**

Mandibular kortikal indeksin basitleştirilmiş halidir. Mandibular korteks niteliksel olarak alt korteksin genişliğine göre basit görsel tahminlere dayanan üç kategoriye ayrılmaktadır; normal, orta ve ince (92).

### **Antegonial İndeks**

Antegonial indeks (AI), yükselen ramustan alt çenenin alt kenarına kadar ön sınır boyunca oluşturulan en uygun çizgi boyunca ölçülen kortikal genişliktir (93). Antegonial indeks ölçümü Şekil 2.8’de gösterilmiştir.

**Şekil 2.8** Antegonial İndeksin Panoramik Radyografide Gösterimi



**Antegonial İndeks (92)**

Leita ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, antegonial indeksin osteoporozun belirleyicisi olarak kullanılamayacağından bahsetmişlerdir (94).

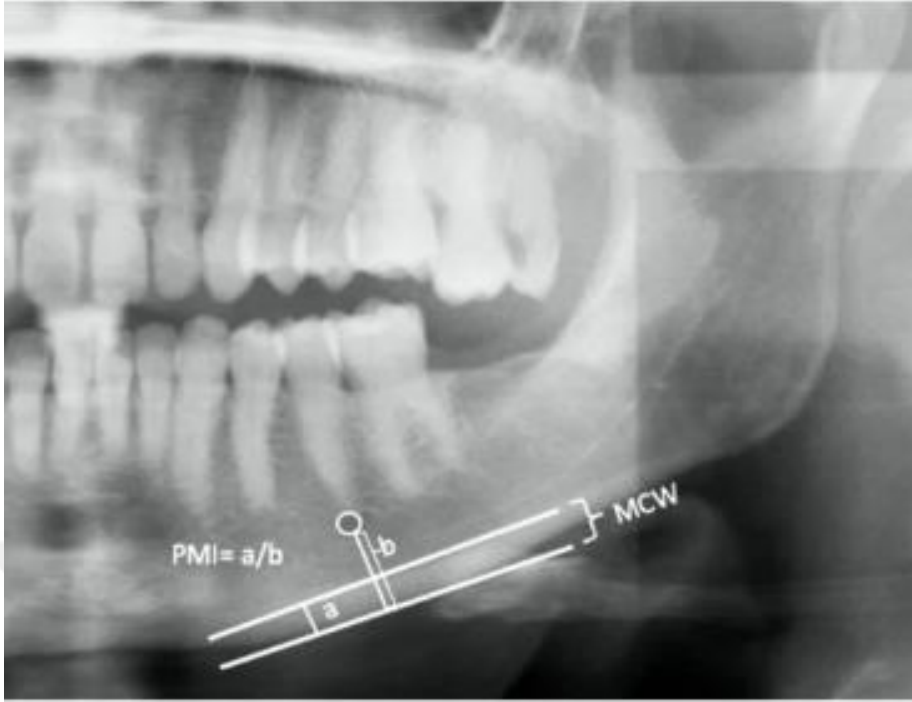
Dutra ve arkadaşları çalışmalarında, antegonial indeksin tekrarlanır bir şekilde ölçmenin zor olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda yaş ve dişlilik durumu etkileşimi de antegonial indekste görülmektedir. Bunun için osteoporoz riski taşıyan hastaların tespitinde kullanılamayacağından bahsetmişlerdir (95).

Vijay ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, AI ve MI’nın osteoporotik hastaların tanısında güvenilir olmadığı sonucuna varmışlardır (96).

### **Panoramik Mandibular İndeks (PMI)**

Mandibular kortikal genişliğin (MCW), mental foramenin üst veya alt kenarı ile mandibular korteksin alt kenarı arasındaki mesafeye oranıdır. 1991’de Benson tarafından tanımlanmıştır (97). PMI Şekil 2.9’ da panoramik radyografide gösterilmiştir.

**Şekil 2.9** Panoramik Mandibular İndeksin Panoramik Radyografide Gösterimi



**a.** Mandibular Kortikal Genişlik **b.** Mental Foramenin Alt Sınırı İle Mandibula Korteksinin Alt Sınırı Arasındaki Mesafe (98)

Hastar ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında panoramik mandibular indeksin, osteoporozu olan ve olmayan hastalar arasında anlamlı bir farklılık gösterdiğinden bahsetmişlerdir (99).

Klemetti ve arkadaşları kemik mineral densitesi (BMD) ve panoramik mandibular indeks (PMI) arasındaki korelasyondan bahsetmişlerdir (100).

**Mandibular Kortikal Genişlik (MCW)**

Mandibula alt kortikal kısmının niceliksel bir ölçüsüdür. Mandibula alt kenarına teğet çizilip bu teğete bir dik çizilir. Bu dik çizgi boyunca mandibuladaki mental foramen ile mandibula alt sınırı arasındaki mesafenin ölçümleri kullanılır (80). Mandibular kortikal genişlik ölçümü Şekil 2.10’da gösterilmiştir.

### Şekil 2.10 Mandibular Kortikal Genişliğin Panoramik Radyografide Gösterimi



#### Mandibular Kortikal Genişlik (101)

Ledgerton ve arkadaşları İngiliz kadınlar üzerinde yaptıkları çalışmalarda mandibular kortikal genişliğin, 25 yaşından itibaren azalmaya başladığını ve 60 yaşından sonra ise bu azalmanın daha belirgin hale geldiğini belirtmişlerdir (93).

Arifin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada omurganın kemik mineral densitesi (BMD) ile mandibular kortikal genişlik arasında korelasyon bulmuşlardır (102).

#### Mental İndeks (MI)

Mental foremen bölgesindeki kortikal genişliktir. Mental indeks ölçümü Ledgerton ve arkadaşlarının bildirdiği şekilde yapılmıştır. Mental foramenin ortasından geçen çizgi mandibula alt sınırından geçen teğet ile birbirine dik olmalıdır. Tam kesiştikleri noktadaki kortikal kalınlık mental indeksi vermektedir (93). Mental indeks ölçümü Şekil 2.11’da gösterilmiştir.

### Şekil 2.11 Mental İndeksin Panoramik Radyografide Gösterimi



Mental İndeks (92)

Dutra ve arkadaşları yaptıkları çalışmada MI'in diğer radyomorfometrik indeksler arasında en çok araştırılan indeks olduğunu ve dişlilik durumundan etkilenmediğini bildirmişlerdir (95).

Devlin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada radyomorfometrik indeksler arasında yalnızca mental indeksin osteoporoz tanısına katkıda bulunduğuna değinmişlerdir (80).

Gaur ve arkadaşları (103) yaptıkları çalışmada MI ile düşük kemik yoğunluğu olan hastaları ayırt edebilmişlerdir. Mahl ve arkadaşları (104) yaptıkları çalışmada da buna benzer bir sonuca varmışlardır.

### Radyomorfometrik İndeksler Dışındaki Sınıflandırmalar

#### Linkow sınıflandırması (1970)

Linkow ve arkadaşları (105), kemik yoğunluğunu 3 kategoride sınıflandırmıştır;

**Sınıf 1:** Eşit aralıklı trabeküllerden oluşan kemik yapısı.

**Sınıf 2:** Trabeküller arası boşluk daha fazla olan kemik yapısı

**Sınıf 3:** Trabeküller arası geniş boşluklar bulunan kemik yapısı.

### **Leckholm ve Zarb Sınıflandırılması (1985)**

Leckholm ve Zarb (106), çene kemiği yoğunluğunu kortikal ve trabeküler kemik miktarına göre olarak sınıflandırmıştır (107). Bu sınıflandırma geleneksel radyografiye ve histolojik bileşenlerin incelenmesine dayanmaktadır (108).

**Tip 1:** Homojen kortikal kemik

**Tip 2:** Ortada ilik boşluğu olan kalın kortikal kemik

**Tip 3:** İnce kortikal kemik ile birlikte güçlü trabeküler kemik

**Tip 4:** Çok ince kortikal kemik ile birlikte zayıf trabeküler kemik

Leckholm ve Zarb çalışmalarında implant cerrahisi için en uygun hastaların tip 2 ve tip 3 kemik yapısına sahip hastalar olduğunu bildirmişlerdir. (106)

### **Misch Sınıflandırması (1988)**

Misch ve arkadaşları (109), kemiğe yapılan cerrahi işlem sırasında klinisyenin subjektif değerlendirmesine bağlı olarak kemik yoğunluğunu 4 ayrı sınıfta ele almaktadır;

**D1:** Yoğun kortikal kemik

**D2:** Alveol kret tepesinde kalın gözenekli kortikal kemik ile birlikte kalın trabeküler kemik

**D3:** Alveol kret tepesinde ince gözenekli kortikal kemik ile birlikte ince trabeküler kemik

**D4:** Minimal ya da hiç krestal kortikal kemik yok

Bilgisayarlı tomografi (BT) kemik yoğunluğunu değerlendirmek için en ideal görüntüleme tekniklerinden biridir. Hounsfield birimleri, standart sıcaklık ve atmosferik basınç koşullarında su ve havanın yoğunluğuna bağlı bir ölçeğe dayalı olan ve dokunun yoğunluğunu belirlemeyi sağlayan bir skaladır (110). Hounsfield birimleri (HU) tarafından ölçülen doku yoğunluğu doğrudan doku zayıflama katsayısı ile ilişkilidir (111-113). İmplant cerrahisinde Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin (KIBT) kullanımının artması ile çok sayıda çalışmada KIBT ile kemik yoğunluğunun değerlendirilmesi sonucu oluşan verilerin güvenilirliği araştırılmıştır (114). KIBT’da kemik yoğunluğu için yapılan HU ölçümleri ile

cerrahi kemik kalitesinin dokunsal hissi arasında pozitif korelasyon olduğundan bahsedilmektedir (115-117).

Misch ve arkadaşları 1999 yılında Hounsfield birimlerinin (HU) sayısına dayalı olarak kemik yoğunluğunu 5 gruba ayırmaktadır (118).

**D1:** 1250 HU ‘dan daha büyük değerlere karşılık gelmektedir.

**D2:** 850 1250 HU arasındaki değerlere karşılık gelmektedir.

**D3:** 350 850 HU arasındaki değere karşılık gelmektedir.

**D4:** 150 350 HU arasındaki değere karşılık gelmektedir.

**D5:** 150 HU ‘dan küçük değerlere karşılık gelmektedir.

D1 kemik yoğunluğu daha çok mandibula anterior bölgede, D2 kemik yoğunluğu maksilla anterior ve mandibula posterior bölgede, D3 kemik yoğunluğu posterior maksilla ve mandibula bölgesinde, D4 kemik yoğunluğu ise maksillanın tüber bölgesinde izlenmektedir (119).

### **2.2.5 Kasın Kemik Üzerindeki Etkisi**

Kas ve kemik anatomik ve fonksiyonel olarak yakından bağlantılıdır. Kas kütleindeki değişikliklere bağlı olarak kemik yapıda değişiklikler oluşmaktadır. Bu değişiklikler biyomekanik uyarılar ve iskelete uygulanan stres ve gerilim ile ilişkilidir (120, 121).

Kas ve kemik arasındaki ilişkiyi araştıran bazı klinik çalışmalar, uzun süreli istirahat durumu, hareketsizlik, nöromusküler distrofiler gibi kas–iskelet sistemi aktivitesinin azaldığı durumlarda kemik ve kas dokuda nicelik olarak azalmanın eş zamanlı olduğunu bildirmişlerdir (122-125). Mekanik yüklenmeye bağlı olarak kemiğin yeniden şekillenmesi sürekli olan bir süreçtir. Uzay yolculuğu sırasında yer çekimi nedeniyle uzuvların kullanılmaması ve hareketsizlik nedeniyle kas kuvvetinde azalma buna bağlı olarak kemik yoğunluğunda hızlı kayba yol açar (126-128).

Osteoporoz kemik yoğunluğunun, sarkopeni ise kas kütlesinin azalması olarak bilinmektedir (129). 80 yaş üstündeki yaşlıların %30'undan fazlasında osteoporoz ve sarkopeni birlikte izlenmektedir. Kaji ve arkadaşları artan kas kütlesinin artan kemik yoğunluğu ve vertebral kırık insidansında azalma ile ilişkili olduğu göstermişlerdir (130).

Çiğneme fonksiyonunun yerine getirilmesi için mandibulanın hareketi oldukça önemlidir. Mandibulanın hareketi çiğneme kaslarının koordineli hareketi ve temporomandibular eklem (TME) ile sağlanmaktadır (131). Çiğneme sırasındaki kasların ve dişlerin mekanik uyarımı kemik yapı için oldukça önemlidir. Diş kaybı sonrası mekanik uyarım olmadığı için alveol krette rezorpsiyon izlenmektedir (132). Mandibuladaki kemik yoğunluğu (BMD) ve kortikal kemik kalınlığı çiğneme fonksiyonu ile ilişkilidir (133).

Temporomandibular eklem bozukluklarının geniş sınıflandırılmasında içerisinde çiğneme kası bozuklukları da yer almaktadır (134). Çiğneme kası bozukluklarında botulinum toksin (BTX) denilen Clostridium botulinum tarafından üretilen bir madde tedavi için kullanılmaktadır (135, 136). Bu madde asetilkolin salınımını inhibe edip, kasın denervasyonuna neden olur. Böylece kasta geçici fonksiyon kaybı oluşmaktadır (137). Çiğneme kaslarına yapılan BTX enjeksiyonu sonrası kraniofasial yapılarda negatif etkiler olduğu bildirilmiştir (138-140). Yapılan hayvan çalışmaları ve klinik çalışmalarda BTX enjeksiyonunun kondiler kemik hacminde ve kırıkta kalınlığında azalmalara, kondil kırıklarına ve TME dejenerasyonuna yol açabilecek etkileri rapor edilmiştir (141-143). Ratlar ile yapılan çalışmalarda bacak kasına enjekte edilen BTX sonrası 12 hafta sonunda bile kemik kaybının devam ettiği gözlenmiştir. Bu durum BTX'in osteoporotik etkilerinin kalıcı olabildiğini göstermektedir (144).

Kiliaridis ve arkadaşlarının deneysel hayvanlar üzerinde yaptıkları çalışmalarda çiğneme hipofonksiyonu olanlarda mandibular ramusun tüm yönlerde daha az geliştiğini bildirmişlerdir (145).

Yapılan bir tavşan çalışmasında tek taraflı masseter kasına BTX enjeksiyonu yapıldığında yapılan tarafta alveolar bölgede kemik kaybı olduğu bildirilmiştir (141).

### 2.3 Panoramik Radyografi

Panoramik radyografi (PAN, Ortopantomografi), 1961 yılından sonra diş hekimliğinde rutin muayene sırasında en çok kullanılan görüntüleme yöntemlerinden biri haline gelmiştir. (146-148). Panoramik radyografi, maksilla ve mandibuladaki dişler dahil tüm yapıların ve kraniofasial bölgedeki anatomik yapıların iyi bir şekilde görüntülenmesini sağlamaktadır (149, 150). Çekim standartlarına uygun alınan panoramik radyografiler, maksilla ve mandibuladaki patolojiinin tespitinde son derece güvenilir sonuçlar vermektedir (151). Çocuk hastalardan alınan panoramik radyografi, dişler sürmeden dişlerin konumlarını, şekillerini ve sürme doğrultularını incelemek için kullanılmakta olup böylece ileride oluşabilecek yer darlığının ve estetik problemlerin önlenmesini sağlamak için yol göstericidir (152). Panoramik radyografi osteoporoz gibi sistemik durumlarda kemik yoğunluğunu değerlendirmek için de kullanılmaktadır (153).

Panoramik radyografide, hastanın iki tarafına yerleştirilmiş ve ikisi de dönen X ışını jeneratörü ve dedektör sisteminin eş zamanlı olarak hastanın etrafında dönmesiyle görüntü oluşmaktadır (154-157). X-ışını yayan tüp sağdan sola hastanın omuzlarının arkasından geçerek 270 derecelik yay oluşturmaktadır. Sonuçta oluşan görüntü, maksillofasial bölgedeki görüntülerin rekonstrüksiyonu sonucu oluşmaktadır (158).

Panoramik radyografi ekstraoral bir görüntüleme yöntemidir (159). Panoramik radyografi, intraoral radyografilerden olan periapikal ve bite-wing radyografların birden fazla sayıda alınması gerekliliğini azaltmakta ve böylece radyasyon dozunu düşürmektedir (160).

Çekim standartlarına uygun alınan panoramik görüntüde mandibula “U” şeklinde, kondiller görüntü içerisinde ve filmin üst sınırının 1/3’ü kadar aşağıda konumlanmış olmalıdır. Okluzal düzlem hafif yukarı doğru olup, gülümseme çizgisi şeklinde olmalıdır. Üst ve alt çenedeki dişlerin kökleri net şekilde izleniyor olmalıdır (161). Yüksek kaliteli panoramik görüntülerde görüntü ayrıntılı olmalı, minimal distorsiyona sahip olmalı, yoğunluğu ve kontrastı yeterli olmalı, artefakt bulunmamalı, filmin çevrelenmesi iyi olmalıdır (162). Panoramik görüntülerde magnifikasyon %10 ile % 30 arasında değişmektedir (163).

Çekim sırasında X ışını reseptörü ve görüntü reseptörü hastanın başının etrafında dönerken hastalar uygun pozisyonda konumlandırılmalıdır ve ışınlama süresi dönüş sırasında bir görüntü oluşturmaya yetecek kadar olmalıdır (164, 165). Hastanın başı, gösterge ışıkları yardımı ile çekim sırasında çene, alın ve baş yan destekler ile birlikte sabitlenmelidir (157, 166). Hastayı panoramik çekim sırasında konumlandırmak için 4 adet anatomik düzlem bulunmaktadır; ala tragus düzlemi, frankfort düzlemi, kanin meatus düzlemi, median sagittal düzlem. Midsagittal düzlem cihazın orta hattında zemine dik olmalıdır. Frankfort düzlem ise (meatus acusticus eksternusun üst sınırından infraorbital kenara uzanan çizgi) horizontal ve zemine paralel olmalıdır (167-169). Çekim sırasında panoramik cihazın amacı ve hastaların yapmaları gerekenler hastalara dikkatlice anlatılmalıdır. En önemlisi hastalara ısırma çubuğunu çentikten ısırma, dudaklarını kapatmaları ve dil ucunu damağın en gerisine değdirmeleri öğretilmelidir (170). Isırma çubuğundaki çentik üst ve alt çenedeki dişlerin konumunu belirlemektedir (152, 171). Hastaların dil ucunu damağın en gerisine değdirmeleri üst dişlerin köklerine süperpoze olan hava boşluğunu temsil eden radyolüsent alanın oluşmasını önlemektedir (157, 166). Hastaların çekim sırasında boyunlarını olabildiğince uzun tutmaları, omuzlarını aşağıda konumlandırmaları, sırtlarını olabildiğince düz tutmaları ve ayakların bitişik dik olacak şekilde konumlanmaları gerekmektedir (172). Böylece servikal vertebralar ön dişler üzerine süperpoze olmaz ve fokal trough içinde konumlanırlar. Uzatılmış bir boyun ve düz bir omurga X ışını tüpünün kifoza olan hastaların da omuzlarına çarpma olasılığını azaltmaktadır (167-169).

Panoramik radyografide görüntü kalitesi hem hastanın konumlandırılmasına hem de çene kemiklerinin fokal trough (panoramik radyografide yapıların net olarak izlenebildiği üç boyutlu alan) içerisinde konumlanmasına bağlıdır (173). Fokal trough ya da odak düzleminin büyüklüğü sınırlıdır. Ön bölgede 6 ile 8 mm arasında değişirken arka bölgede ise 12 ile 16 mm arasında değişmektedir. Fokal trough merkezindeki yapılar en net görüntüye sahip iken, odağın dışındaki nesneler ise net olarak izlenememektedir. Fokal trough noktasının dışındaki dişler ve diğer anatomik yapılar kısalmış ve daralmış, magnifiye olmuş ve bulanıklaşmış olarak görünebilmektedir (169).

Panoramik radyografi, maksillofasiyal bölgedeki anatomik yapıların geometrik izdüşümü ile karakterize bir görüntüleme yöntemidir. Anatomik yapılarda X ışını

kaynağına uzaklığına bağlı olarak geometrik bozulmalar (geometrik distorsiyon) olmaktadır (152, 169, 171). Anterior dişler ısırma çubuğu ile stabilize olduğu için bu bölgede geometrik distorsiyon oranı düşük izlenirken, molar bölgede ise bunun tam tersi bir durum söz konusu olup, geometrik distorsiyon oranı daha yüksektir (168, 169).

Panoramik çekim sırasında en yaygın olarak yapılan hata hasta konumlandırılmasının yanlış yapılması ve hasta ile yeterli düzeyde iletişim kurulamamasından kaynaklanmaktadır (174). Yapılan bir çalışmada konumlandırma hatasına bağlı olarak % 4 oranında panoramik görüntünün kabul görmediği ve tekrar edildiği bildirilmiştir (175). Hastanın başının yatay yönde yanlış konumlandırılması yani midsagittal düzlemin dikkate alınmaması ile bir taraftaki anatomik yapılar genişlemiş diğer taraftaki anatomik yapılar ise daralmış olarak asimetrik görünebilmektedir (157, 158, 169, 171, 174). Hastanın başının vertikal yönde konumlandırılması sırasında yapılan hatalar okluzal düzlemin bozulmasına neden olmaktadır. Hastanın çenesi vertikal olarak daha üstte konumlandırıldığında sert damak üst çenedeki dişler üzerine süperpoze olmakta, kondiller ise posteriora doğru yer değiştirmiş olarak gözlenmektedir. Hastanın OPG görüntüsünde anteroposterior yönde oluşan hatalar daha çok ısırma çubuğunun çentikten ısırlanmamasından kaynaklanmaktadır. Hasta ısırma çubuğunun önünden ısırdığında ön dişler daralmış ve bulanık görülmektedir. (176). Bu aşamaların kurallara uygun bir şekilde yapılması hastaların tekrar X ışını radyasyonuna maruz kalmasına engel olmaktadır (174).

OPG’ de iyi bir görüntü elde etmek için genellikle 70-80 KV voltaja ve 8 ile 12 MA akım gücüne ihtiyaç vardır. Panoramik radyografda görüntü aşırı radyolüsent olduğunda tüp voltajının ve akım yoğunluğunun yüksek olabileceği ya da ekspoz süresinin de normalden fazla olabileceği düşünülmelidir (158). Dijital panoramik röntgenler, X-ışını ışın enerjisinin otomatik modülasyonunu mümkün kılarak görüntü kalitesini en üst düzeye çıkarmak ve hem aşırı/yetersiz ışınlama hem de radyasyon dozundan kaynaklanan teknik hataları sınırlamak için en uygun ışınlama kontrolünü sağlar (172). Dijital görüntülemeye, görüntünün son işleme ile kontrast ve parlaklık değiştirilerek tanı değeri artırılabilir (177, 178). Konvansiyonel grafilerde etkin doz cihaza bağlı olarak 15 ile 40  $\mu$ Sv arasında

değişim göstermektedir. Dijital grafide ise en düşük radyolojik ayarlar kullanıldığında etkin doz bu dozun yaklaşık yarısı kadardır (179, 180).

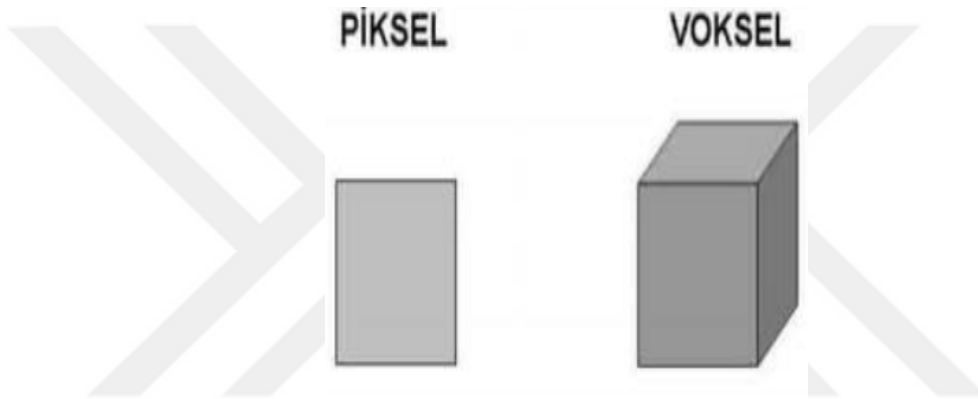
Diş kronları, hareketli protezler, küpe, kolye ve ortodontik teller vb. metal yapılar panoramik radyografide hayalet görüntü adı verilen metal artefaktına neden olmaktadır. Hastaların bu metal artefaktı engellemek için panoramik radyografi çekilirken baş boyun bölgesindeki metal eşyalarını çıkartmaları gerekmektedir (171).

Panoramik radyografi üç boyutlu bir alanın iki boyutlu temsilini sağlamaktadır. Panoramik radyografi 2 boyutlu görüntüleme yöntemi olduğu için cerrahi operasyonlardan önce yapılan planlamalarda yetersiz kalabilmektedir (181). Panoramik görüntülemelerde süperpozisyon olarak adlandırdığımız farklı densitesi olan yapıların birbiri üzerine binmesi durumu görüntüde yanlış yorumlamalara sebep olabilmektedir (182).

## 2.4 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT), merkezi iki boyutlu bir dedektör olan koni şeklinde bir X ışınına esas alan tıbbi görüntüleme yöntemidir. X ışını kaynağı ve dedektör nesnenin etrafında bir dönüş gerçekleştirir. Görüntüler Feldkamp ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen konik ışın algoritması kullanılarak 3 boyutlu veri setine rekonstrükt edilir (183). Yeniden yapılandırılan görüntüler hacimsel piksel de denilen voksellerden oluşur. Voksel boyutu azaltılarak görüntü çözünürlüğü artırılabilir (184). Piksel ve voksel farkı Şekil 2.12’de gösterilmiştir.

Şekil 2.12 Piksel ve Vokselin Şematize Gösterimi



Piksel ve Voksel (185)

KIBT’da görüntü, başı sabitlenen hastanın etrafında X ışını kaynağı ve dedektörün eş zamanlı olarak 360 derecelik hareketi ile sağlanmaktadır. Sabit aralıklarla temel görüntüler elde edilir. Her bir temel görüntü oluşur oluşmaz veri depolama alanına gönderilir. Böylece cihaz yeni temel görüntü oluşturacak duruma hazır hale gelir. Dönme işlemi tamamlandığında yaklaşık olarak 100 ile 600 arasında temel görüntü oluşmaktadır. Temel görüntüler projeksiyon verileri olarak da adlandırılmaktadır. Bu elde edilen görüntüler lateral sefalometrik görüntülere benzemektedir. Gelişmiş yazılım programları, aksiyel sagittal ve koronal düzlemde 3 boyutlu hacimsel bir veri oluşturmak için temel görüntülere yani projeksiyon verilerine uygulanır (186, 187).

KIBT görüntüleme yöntemi ilk kez 1982 yılında anjiyografi, mamografi ve radyoterapi alanında kullanılmıştır (186, 188). Baş ve boyun bölgesi için özel KIBT tarayıcısının öncülüğünü, 90’lı yılların sonlarına doğru Japonya da Arai ve

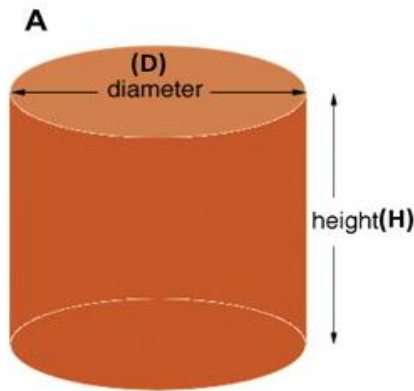
arkadaşları (189), İtalya’da ise Mozzo ve arkadaşları (190) yapmıştır. Diş hekimliğinin çeşitli branşlarında, yüksek kullanılabilirliği ve nispeten az yer kaplaması nedeniyle yaygın bir kullanım alanına sahip hale gelmiştir (191-195). Pedodontide ototransplantasyon, patoloji, dudak damak yarığı gibi durumların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (196). Ortodontide ortognatik ameliyat öncesi planlama yapmak ve belirli noktalar üzerinde ölçümler yapmak için kullanılmaktadır (197). Endodontide dentoalveolar travma sonrası ayrıntılı inceleme yapmak, kök kanal anatomisi karmaşık olan hastalarda tedavi öncesi kök kanallarının lokasyonunu ve şeklini belirlenmek, periradiküler cerrahi planan hastalarda işlem öncesi detaylı inceleme için kullanılmaktadır (198, 199). Periodontolojide furkasyon defektlerini değerlendirmek ve sınıflandırmak için kullanılmaktadır (200). İmplant cerrahisinde ise kemik boyutlarını ve yoğunluğunu değerlendirmek, implant planlanan bölgelerde anatomik yapı komşuluğunu değerlendirmek için kullanılmaktadır (201, 202).

KIBT cihazların şekilleri üretici firmalara göre farklılık göstermektedir (203). İlk KIBT cihazlarından olan NEWTOM 9000 sırt üstü uzanan hastayı tarayan bir ünite şeklindeydi. Sonraki zamanlarda daha küçük daha konforlu, sandalyeli veya ayakta durulabilen dental ofislere kolay girebilecek üniteler üretilmeye başlandı (187). KIBT cihazı markalarından birkaç tanesi şu şekildedir; CB MercuRay (Hitachi Medical Corp., Kashiwa-shi, Chiba-ken, Japan), 3D Accuitomo – XYZ Slice View Tomograph (J. Morita Mfg Corp., Kyoto, Japan), i-CAT (Xoran Technologies, Ann Arbor, Mich., and Imaging Sciences International, Hatfield, PA). Bu cihazlar x ışını dedektör tipine göre sınıflandırılabilir (204, 205). Bunlardan bir tanesi yoğunlaştırıcı tüp bağlantılı dedektörü bulunan cihaz (intensifier tube (IIT)–charge-coupled) bir diğeri ise düz panel görüntüleyici (flat panel imager (FPI)) bulunan cihazdır (206, 207). IIT ile oluşan görüntü FPI ile oluşan görüntüye göre daha fazla gürültüye neden olmaktadır. IIT ile oluşan görüntüde geometrik bozulmaları azaltmak için ön işlem yapılması gerekmektedir (204, 205). Günümüzde cihazların çoğunluğu, teşhis görevine göre değişen görüntü çözünürlüğünü, voksel boyutlarını ve ışınlama sürelerini değiştirerek ayarlayabilen görüntüleme protokolleri ile donatılmıştır. Cihazların değişen özelliklerine; KIBT’ın ışınlama ayarlarına, ışınlama süresine (s), kilovolta (kV), tüp akımına (mA), görüş alanının (FOV) boyutuna ve ışınlanan ilgili alana (ROI) bağlı olarak hastanın aldığı radyasyon dozu

27 ile 674  $\mu\text{Sv}$  arasında değişmektedir (208-210). Çok sayıda KIBT cihazlarının değişen özelliklerinden dolayı hastanın ve ilgili alanın nasıl optimize edileceği konusunda karışıklık mevcuttur (211). Cihazlardan farklı şartlar altında nasıl bir performans alındığını bulmanın yolu, görüntü kalitesinin kontrast-gürültü (contrast to noise ratio) (CNR) oranına bakılarak değerlendirilmesidir. Bu yöntem objektif bir değerlendirme yöntemidir. Görüntü kalitesinin gözlemci ile subjektif olarak değerlendirilmesi yerine CNR değerine bakılarak değerlendirilmesi daha sağlıklı bir değerlendirme olarak düşünülmektedir. Literatürde farklı cihazlarda oluşan CNR değeri farkı kullanılarak görüntü kalitesi karşılaştırılmıştır (212-217).

KIBT’da X ışını kaynağı tarafından taranan nesne hacminin boyutuna görüş alanı (field of view (FOV)) denmektedir (187). FOV hastaya özel yani endikasyon odaklı büyük, orta ve küçük olarak ayarlanabilir olmalıdır (196, 201, 210). Yapılan çalışmalarda FOV alanı genişledikçe alınan radyasyon dozunun arttığı gösterilmiştir (büyük FOV 52–1410  $\mu\text{Sv}$ , orta FOV 18–674  $\mu\text{Sv}$ , küçük FOV 11–252  $\mu\text{Sv}$ ) (209). Düz panel dedektörü bulunan cihazlarda FOV, X ışını kaynağı ile düz panel dedektör arasında cihazın merkezine yerleştirilmiş silindirik yapıdır. Şekil 2.13’ de silindirik şekilli FOV ve ölçüm özellikleri gösterilmiştir. Silindirik formda FOV’ların ölçüleri 3(D)x3(H) cm, 24(H)x16(D)cm ebatları arasındadır. FOV’ un boyutunu etkileyen faktörler arasında dedektörün tipi ve boyutu ve ışın kolimasyonunun miktarı yer almaktadır (187).

**Şekil 2.13** Düz Panel Dedektörlerde Bulunan Silindirik Şekilli FOV ve Ölçüm Özellikleri



Silindirik Şekilli FOV (187)

Yoğunlaştırıcı tüp bağlantılı dedektörü olan cihazlarda FOV küre şeklindedir. Bu cihazlarda FOV'un büyüklüğü inç cinsinden ifade edilir. Diş hekimliğinde kullanılan cihazlarda FOV genellikle üst ve alt çeneyi, orta yüzü ve kafa tabanını içermektedir. Kafatasının üst bölgelerini içeren geniş FOV'lar diş hekimliğinde gerekli görülmemektedir (187). Endodontik amaçlı alınacak görüntülerde küçük FOV' un kullanılması önerilmektedir. Bunun nedeni ise küçük FOV görüntülerinin çözünürlüğünün daha yüksek olmasıdır (218).

KIBT ile görüntülemeye alınan radyasyon dozu intraoral radyografi ve panoramik radyografiye göre daha fazla olmakla birlikte BT ile yapılan görüntülemeye göre alınan radyasyon dozu daha azdır (210, 219). KIBT ile görüntülemeye minimum alınan radyasyon dozu ( $11 \mu\text{Sv}$ ), panoramik görüntü çekimi sırasında alınan dozun 0,2-2 katı, sefalometrik çekimi sırasında alınan radyasyonun 1,5-5,5 katıdır (209). KIBT ile görüntülemeye maksimum alınan radyasyon dozu ( $1410 \mu\text{Sv}$ ) kafa için çekilen BT dozunun altındadır (220). Diş hekimliğinde görüntüleme yöntemlerinin bu kadar çok sık kullanılmasından dolayı radyasyondan korunma anlamlı hale gelmektedir (221). Radyasyon dozundan korunma yöntemlerinden en önemlilerinden biri Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (International Commission on Radiological Protection) (ICRP) tarafından 1977 yılında belirlenen ALARA (as low as reasonably achievable) (makul ölçüde elde edilebilecek kadar küçük) prensibinin uygulanmasıdır (222). 2014 yılında Radyasyondan Korunma ve Ölçümler Ulusal Konseyi (NCRP) tanısal görüntülemeye dozu optimize etmenin önemini vurgulamak için ALADA (as low as diagnostically acceptable) ( tanısal açıdan kabul edilebilir olduğu kadar düşük) prensibinin uygulanmasını önerdi (223). KIBT' da tek bir görüntüdeki birçok faktöre bağlı olan hastanın aldığı radyasyon dozu değişiklikleri nedeniyle gerekçelendirme yapılması oldukça önemlidir. Yani bu görüntülemenin hastanın zararından çok yararına olması gerekmektedir (201, 224). Endikasyonu olduğunda radyasyon tehlikesi olmayan ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemi KIBT yerine kullanılabilir. Büyük, orta, küçük FOV'a bağlı olmaksızın çekim sırasında tiroid korumasının kullanılması tiroidi ve yemek borusunun aldığı radyasyon dozunun 1/3 oranında azaltmaktadır (225). Çocukların ve gebelerin radyasyondan etkilenme durumları daha fazladır. Çocukların doz birim başına yaşam boyu kanser olma riski daha yüksektir (226).

KIBT görüntülerinin 3 boyutlu olması anatomik yapıların aksiyel, sagittal ve koronal eksenlerde ayrıntılı incelenmesini sağlar. Panoramik radyografide ise süperpozisyonlar ve hayalet görüntüler nedeniyle anatomik yapıların değerlendirilmesi sağlıklı olmayabilmektedir (227). KIBT görüntülerinde panoramik görüntülerde olan magnifikasyon ve distorsiyon yoktur ve böylece görüntüler üzerinde doğru ölçümler yapılabilmektedir (228).

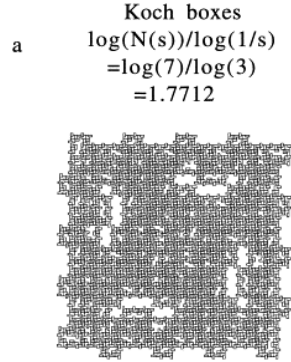
Metal restorasyonlar (kronlar, amalgam dolgular vs.), madde kaybı olan dişlere yerleştirilen postlar, kök kanal dolgu materyalleri, implantlar KIBT görüntülerinde artefakta neden olmaktadır (229). KIBT görüntüsünü oluşturmak için gerekli olan ışınlama süresi intraoral radyografi ve panoramik çekimi için gerekli süreden daha fazla olabilmektedir. Bu süre içinde hastanın stabil kalması gerekmektedir. Hasta hareket ettiğinde oluşan hareket artefaktı nedeni ile KIBT görüntüsünün tanısal değeri düşmektedir. Parkinson hastalarında, koordine olamayan yaşlı ve çocuk hastalarda bu durum sorun yaratmaktadır (184). Tarayıcı kalibrasyonunun kötü olması ve yetersiz örneklem sayısı KIBT görüntülerinin teşhis değerinin düşmesine neden olmaktadır (229-231). KIBT görüntülerinde düşük yumuşak doku kontrastı olduğundan yumuşak dokuların değerlendirilmesi kısıtlanmaktadır (229).

## 2.5 Fraktal Analiz

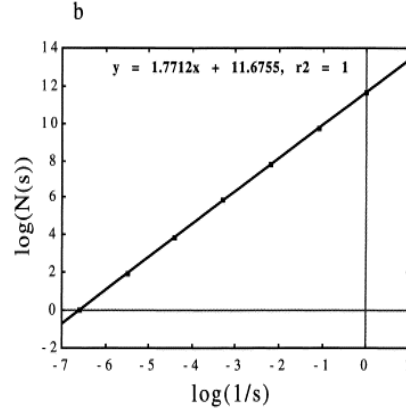
Fraktal kavramı Benoît Mandelbrot tarafından 80’li yılların sonlarında ilk kez kullanılmıştır (232). Bir “fraktal” bütünü’nün küçültülmüş hali olan, parçalara ayrılabilen kaba veya parçalı bir geometrik şekil olarak tanımlanmaktadır (233). Bu kavramın kullanılmasından sonra karmaşık nesnelerin değerlendirilmesi ve analiz edilmesi daha önemli hale gelmiştir (234). Fraktal analiz bu karmaşık nesnelerin analiz edilmesini sağlayan matematiksel bir yöntemdir (235). Matematiksel bir yöntem olan fraktal analiz sonucunda elde edilen sayısal değer fraktal boyut (fractal dimension) (FD) olarak adlandırılır (236-239). Fraktal boyut genellikle tam sayı değildir (232, 240, 241). Fraktal analizin en önemli özelliği, Öklid geometrisi tarafından açıklanamayan karmaşık yapının düzensizliğini tanımlamak için kullanılmasıdır (239).

Lineer fraktal görüntüler üretim sonucunda oluşmaktadır. Bu üretim sürecinin her adımı hesaplanabilmektedir. Koch kutuları lineer fraktal görüntülere örnektir. (Şekil 2.14.a ve Şekil 2.14.b’de) gösterilmiştir. Koch kutuları görüntülerinde yedi parça, üç kez üretim sürecine girdikten sonra her seferde önceki seferden daha küçük segmentler üretilmektedir (233).

**Şekil 2.14** Koch Kutuları Görüntüleri ve Grafikleri



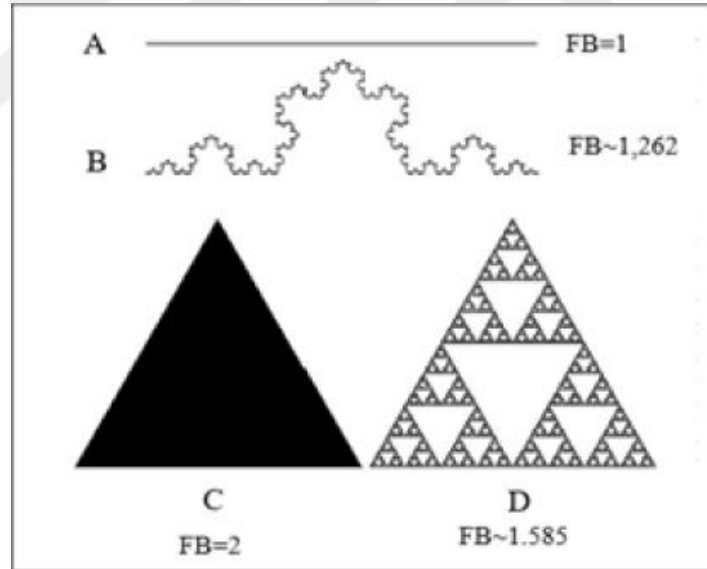
**Şekil 2.14.a** Koch Kutuları Görüntüleri (233)



**Şekil 2.14.b** Lineer Fraktalde İki Adımdan Sonra Fraktal boyut hesaplaması (233)

Lineer olmayan fraktalde matematiksel olmayan bir üretim süreci vardır. Üretim sürecindeki bilgiler kesin değildir (240, 242). Şekil 2.15’de ise sırasıyla çizgi, Koch eğrisi, üçgen ve Sierpinski üçgeninin fraktal değerleri şematize edilmiştir.

**Şekil 2.15** Bazı Şekillerin Fraktal Boyut Değerleri



**A.** Düz Bir Çizginin Fraktal Değeri **B.** Koch Eğrisi Fraktal Değeri **C.** Üçgenin Fraktal Değeri **D.** Sierpinski Üçgenin Fraktal Değeri (235)

Fraktal analizin yapılması fraktal boyutun doğru ölçümüne bağlıdır. Bunun için ise birden fazla teknik bulunmaktadır (243-247). Fraktal boyutun belirlenmesinde, iki nokta arası uzunluk ölçümüne bağlı olarak yapılan yöntemler ve hacimsel ölçüme bağlı olarak yapılan yöntemler olmak üzere iki ana yöntem vardır. En fazla kullanılan yöntem uzunluk ölçümüne bağlı olan yöntem olup, uzunluk birimi olarak pikselin bir kenar uzunluğu kullanılmaktadır (248).

Richarlison metodu uzunluk ölçümünü kullanan metotlardan bir tanesidir. Fraktal boyutu hesaplanacak fraktal yapının çevresi cetveller ile ölçülmektedir. Fraktal yapının çevresi ile ölçüm yapılan cetvelin çevresi arasında logaritmik tabanda bir grafik oluşturulmaktadır. Bu grafik ile lineer bir doğru elde edilmekte olup, bu doğrunun eğimi fraktal boyutu vermektedir (234, 248).

Flook (249) tarafından geliştirilen ve uzunluk ölçümünü esas olan piksel genişleme yöntemi olarak da bilinen dilatasyon yönteminde, öncelikle görüntünün ana hattı oluşturulur. İkinci basamakta ise ana hattı oluşturulan görüntünün sınırları dilate edilir. Bu işlem görüntünün içerisine rastgele olacak şekilde çeşitli çaplarda daireler yerleştirilerek yapılmaktadır. Görüntü çevresindeki dilatasyon miktarı ile görüntü içerisine yerleştirilen çeşitli çaplardaki daireler arasında logaritmik tabanda bir grafik oluşturulur. Bu grafikteki doğrunun eğimi fraktal boyutu vermektedir (15, 235, 250).

Fraktal analiz sırasında en fazla kullanılan yöntem olan kutu sayma yöntemi de (box counting) mesafe ölçümüne dayalı bir yöntemdir (239). Lineer olmayan fraktal görüntülerin boyutunu tahmin etmek için Mandelbrot ve arkadaşları kutu sayma yönteminin en uygun yöntem olduğu bildirmişlerdir (232). Kutu sayma yönteminin diğer yöntemlere nazaran basit olması, otomatik olarak yapıyor olması uygulanabilirliğini kolaylaştırmaktadır (251). Bu yöntemde her görüntü azalan boyutlardaki bir dizi ızgara ile kaplanır ve her ızgara için iki değer kaydedilir. Bu değerler ise görüntüde kesişen kare kutuların sayısı  $N(s)$  ve karelerin kenar uzunluğu  $s$ .  $\log(N(s))$ 'nin  $\log(1/s)$ 'ye karşı grafiğinin çizilmesiyle oluşturulan düz çizginin regresyon eğimi  $D$ , 1 ile 2 ( $1 \leq D \leq 2$ ) arasındaki karmaşıklık derecesini veya fraktal boyutu gösterir. Fraktal boyutu 2 olan bir görüntü tamamen düzensiz kabul edilmektedir. Fraktal yöntemi hesaplamak için kullanılan denklem;

$$\log(N(s)) = \log(K) + D \log(1/s),$$

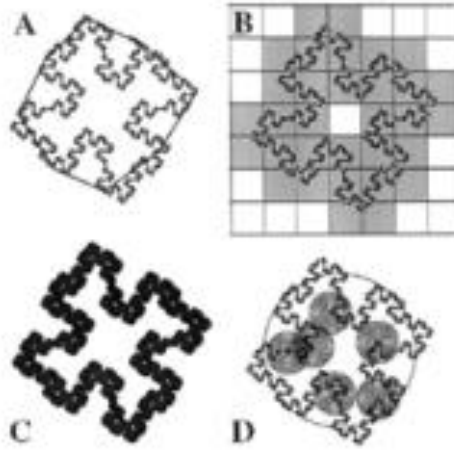
$K$  bir sabittir (232).

Bu yöntem trabeküler kemik ile kemik iliği değerlendirilmesinde ve trabeküler yapının niceliğinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemde, trabeküler kemik yapı üzerine kutular içeren, kenar uzunluğu piksel olan alan çizilir. Bu alan kılavuz olarak kullanılmaktadır. Bu alanların kenar uzunluğu 2 ile

64 piksel olarak değişmektedir (252, 253). Trabeküler kemik içeren kutu sayısı ile toplam kutu sayısı arasında logaritmik tabanda bir grafik oluşturulur. Bu grafiğin eğimi fraktal boyutu vermektedir. Fraktal boyutun büyük olması trabeküler kemik yapısının daha kompleks bir yapıya sahip olduğunu ve trabeküler kemik içerisinde boşlukların daha az olduğunu göstermektedir. Küçük fraktal boyut ise trabeküler kemik yapı içerisinde gözenekli alanların çok olduğunu göstermektedir (12, 248, 250, 254, 255).

Hacimsel ölçümü esas alarak fraktal boyut hesaplayan yöntemde hacim birimi olarak pikselin çevresi kullanılmaktadır. Bu yöntemde çeşitli çaplardaki daireler görüntü içerisine rastgele yerleştirilerek dairelerin içerisindeki görüntü sınırına ait pikseller sayılmaktadır. Bu yöntem “sandbox” olarak da bilinmekte olup, kutu sayma yöntemine benzerdir (248). Şekil 2.16’da fraktal analiz için kullanılan yöntemler gösterilmiştir.

**Şekil 2.16** Fraktal Analiz İçin Kullanılan Yöntemlerin Şematik Gösterimi



**A.**Richarlison Yöntemi **B.** Kutu Sayma Yöntemi **C.** Dilatasyon Yöntemi **D.** Hacimsel Ölçüm Yapan Yöntem (248)

Fraktal analiz malzeme bilimi, jeoloji ve bilgisayarda görüntü işleme, tıbbi görüntüleme gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (256-259). Doğa (deniz kıyısı, dağlar, nehirler) küre ve silindir gibi normalde var olan nesnelerden daha çok fraktallere uyum sağlarlar (241).

Dental radyografilerin sıkça kullanılması ve araştırmacıların tıbbi görüntülemeye ilgisinden dolayı diş hekimliğinde fraktal analiz yaygın olarak kullanılmaktadır (235). Diş hekimliğinde araştırmacılar en çok alveol kemiğin fraktal analizi ile ilgilenmişlerdir (15, 260). Alveol kemiğin dış tarafı kortikal kemik, iç tarafı ise süngerimsi yani trabeküler kemikten oluşmaktadır (261). Trabeküler kemik yenilenme olasılığı yüksek bir kemik yapı olduğu için fraktal analizin bu kemik yapı üzerinde yapılmasına olanak sağlamaktadır (262, 263). Kemik dokusu karmaşık bir yapıya sahip olup, fraktal analiz ile kemik yapının içeriği değerlendirilmektedir (264). Periapikal ve panoramik radyografilerde radyografiler üzerinde belirlenen fraktal boyut değeri trabeküler kemiğin yoğunluğunu mikroyapısını ve karmaşıklığını göstermektedir (15, 250, 265). Çene kemiklerinde fraktal boyut değeri, kemik yapıda mineral değişikliği, yaş ve hastalıklar ile değişmektedir (266, 267).

Fraktal analiz sağlıklı hastaların osteoporozu olan hastalardan ayrılmasında kullanılan bir metot olarak kullanılmaktadır. (268-271). Doyle ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında dental radyografilerde trabeküler kemik üzerinde yapılan fraktal analizin osteoporozlu hastaların tespitinde kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir (272).

Southard ve arkadaşları alveol kemik yapının yoğunluğu ile fraktal boyut arasında pozitif bir korelasyondan bahsetmişlerdir (273).

Wojtowicz ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında, fraktal analiz metodu kullanarak bebeklerin maksillasındaki kemik yapı büyüdükçe trabeküler kemik yapıdaki karmaşıklığın arttığını bildirmişlerdir (274).

Nair ve ark.(275) ve Heo ve ark.(276) kemik iyileşme sürecinde fraktal boyutun arttığını bildirmişlerdir.

Ağız Diş ve Çene Radyolojisi'nde fraktal analiz kemik yoğunluğunu değerlendirmek için kullanılmaktadır. Fraktal analiz yapılırken daha çok literatürde periapikal radyografiler kullanılmaktadır (277). Periapikal radyograflar trabeküler kemik yapıyı panoramik radyografiye göre daha detaylı göstermektedir. Panoramik radyografların çözünürlüğü periapikal radyografiye göre daha düşük olabilmektedir (250, 278). Bollen ve arkadaşları (250) panoramik radyografilerde periapikal

radyografilere göre daha düşük fraktal boyut değerleri bildirmişlerdir. Jolley ve arkadaşları periapikal radyografilerin çeşitli hastalıklarda alveol kemik yoğunluğunu değerlendirmede daha güvenilir olduğunu savunmuşlardır (263). Buna karşılık Wilding ve arkadaşları fraktal analizi, implant cerrahisi sonrası kemiğin yeniden şekillenmesi sonucu oluşan trabeküler yapıyı değerlendirmek için panoramik radyografide uygulamışlardır (279). İbrahim ve arkadaşları ise konik ışınlı bilgisayarlı tomografide yaptıkları fraktal ölçümlerin, iki boyutlu radyografilerde yapılan fraktal ölçümlere göre daha doğru sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (280).

Ortodontide fraktal analiz alveol kemiğin mikro yapısını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu yöntem ile alveol kemiği değerlendirmek, tedavi süresi hakkında fikir vermektedir (281). Aynı zamanda literatürde ortodontik apareylerin midpalatal suturun olgunlaşması üzerindeki etkisini değerlendirmek için fraktal analiz metodunu kullanmışlardır (282-285). Fraktal analiz ortognatik cerrahi sonrası kemik yapının değerlendirilmesi için kullanılmakta olup, bununla ilgili literatürde çalışmalar bulunmaktadır (265, 276).

Updike ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, periodontitisi olan hastaların ve sağlıklı hastaların periapikal radyografları üzerinde fraktal analiz metodu uygulamışlar ve sonuçta periodontitisten etkilenen hastaların ortalama fraktal boyutunun sağlıklı gruba göre düşük olduğunu görmüşlerdir (286). Soltani ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, periodontitisi olan hastalar ile klinik ataçman kaybı olmayan olmayan sağlıklı hastaların kemik yapısının fraktal analiz metodu ile rahatlıkla ayırt edilebilmekte olduğunu bildirmişlerdir. (287).

Fraktal analiz, cerrahide maksilla ve mandibulada kemik yapının rejenerasyonu sonucu oluşan trabeküler kemik yapının değerlendirilmesi için kullanılmaktadır (288). Aynı zamanda malign ve premalign lezyonların teşhisinde kullanılmaktadır (289). Wilding ve arkadaşları fraktal analiz metodu kullanarak yaptıkları çalışmada, implant cerrahisi yapıldıktan sonra daha çok implantın boyun kısmında kemik yapının değiştiğinden bahsetmişlerdir. Bu değişikliği ise trabeküler kemik yapının karmaşıklığının artması olarak bildirmişlerdir (279). Wojtowicz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, kaza sonrası üst dişleri avülse olan ve kret kaybı olan hastada sağlam kemiğin trabeküler kemik yapısı ile kazada zarar gören bölgedeki rejener

olan kemik yapısını karşılaştırmışlar ve fraktal boyutun rejenere kemik yapısında daha düşük bir değerde olduğunu bildirmişlerdir (290). Koca ve arkadaşları kistlerini opere ettikleri 10 hastada yaptıkları çalışmada, 18 ay sonra kist alanında oluşan kemik yapı ile opere edilmeden önceki kemik yapıyı karşılaştırmışlar ve opere edilmeden önceki fraktal boyutun daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (265). Goutzanis ve arkadaşları (291) histolojik kesitlerde yaptıkları çalışmalarda oral skuamöz hücreli karsinomu olan hastaların dokularındaki çekirdeklerinin fraktal boyutunun sağlıklı epiteli bulunan hastaların dokularındaki çekirdeklerinin fraktal boyutundan büyük olduğunu belirtmişlerdir. Chiappelli ve arkadaşları (292) oral lezyonlardan biyopsi ile alınan parçanın CD3+ T hücrelerinin fraktal değerinin, normal sağlıklı mukozadan biyopsi ile alınan parçanın CD3+ T hücrelerinin fraktal değerine göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.

Endodontide fraktal analiz, kök kanal tedavisi veya periradiküler cerrahi sonrası kökteki lezyonun iyileşmesi sonucu oluşan trabeküler kemik yapıyı değerlendirmek için kullanılmaktadır (293, 294). Chen ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, apikal lezyonu olan kökün kanal tedavisi yapılmadan önce alınan periapikal radyografisinde lezyon alanında kutu sayma methodu ile hesaplanan fraktal boyutun, başarılı kanal tedavisi sonrası aynı bölgeden 3 ay sonra alınan periapikal radyografisinde hesaplanan lezyon bölgesindeki fraktal boyuttan düşük olduğunu bildirmişlerdir (252).

Umemori ve arkadaşları (295) çürük ve fissürlerdeki renklemelerin çevresindeki fraktal boyutun, çürüğün ve renklemenin derinliği ile pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bazı çalışmalar fraktal analizin artefakt, ışınlama süresi, akım, voltaj gibi parametrelerden etkilendiği bildirmişlerdir (250, 296). Literatürde bazı çalışmalar ise bunun tam tersi olarak bu parametrelerin fraktal boyutu etkilemediğini belirtmişlerdir (255, 280, 297, 298).

Corpas ve arkadaşları (299) kemik yapıdaki değişikliğin histolojik incelemesiyle kemik yapıda radyografiler üzerinde yapılan fraktal ölçümlerin eşleşmediğinden bahsetmişlerdir.

Literatürde dişlilik durumunun dental radyografilerde fraktal boyutu etkilediği belirtilmiştir (298).

Trabeküler kemik yapıyı değerlendirmede düzlemsel ROI seçiminin başarı oranını arttırdığı belirtilmiştir (300). Fraktal ölçümün ROI'nin uygulandığı bölgeden ve boyutundan etkilendiği düşünülmektedir ancak bununla ilgili fikir birliği yoktur (301). Shrout ve arkadaşları kadavra üzerinde yaptıkları çalışmada, mandibula molar bölgeden alınan radyografilerde ROI yerleşimin fraktal boyu etkilemediğini bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar kökü içeren ROI ile kökü içermeyen ROI seçiminde fraktal boyutun değiştiğini bildirmişlerdir (302).



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Şubat 2024- Nisan 2024 tarihleri arasında çeşitli dental şikayetler nedeniyle Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi kliniğine başvuran hem OPG hem de KIBT endikasyonu olan 146 hastanın öncesinde yapılan rutin klinik muayenelerinde hastaların maksilla ve mandibulada bulunan bukkal frenulumları, liflerin bağlantı uzantısına ve lokasyonlarına göre gözlem yapıp, sınıflandırılıp kaydedilmiştir. Bukkal frenulum liflerinin bağlantı uzantısına ve lokasyonuna göre sınıflandırılması yapılan hastalar, çalışma metodu dahilinde kaydedilip, bu hastaların retrospektif olarak KIBT VE OPG görüntülerinde bukkal frenulum bağlantı noktalarındaki kemik kalitesi ve yoğunluğu, mental index, Misch kemik yoğunluğu sınıflandırılması ve fraktal analiz metodu kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu tez çalışması için Abant İzzet Baysal Üniversitesi Girişimsel olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 06.02.2024 tarihinde 2024/03 karar numarası ile etik kurul onayı alınmıştır **(EK-1)**.

Araştırmanın örneklem hesabı yapılırken 108 kişi ile yapılan periodontitisin neden olduğu trabeküler değişikliği tespit etmek için dental radyografilerde yapılan fraktal analiz çalışmasına güç analizi uygulandığında, Tip 1 hata %5 ve hedeflenen testin gücü %90 iken gerekli olan örneklem sayısı 51 olarak belirlenmiştir.

### 3.1 Çalışma Grubunun Oluşturulması

Çalışmada 146 hastanın (74 kadın, 72 erkek hastanın) 4 kadranındaki bukkal frenulumları belirlenen iki sınıflandırma yöntemiyle değerlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır. Değerlendirme yapılırken hastaların maksilla ve mandibulada bukkal frenulum bölgelerinde periodontal ve dental apse bulunan ve kret seviyesi aşırı yetersiz olduğunda frenulumların izlenemediği taraflar çalışma dışı bırakılmıştır. 584 taraf içinden apse veya kret yetersizliği sebebiyle bukkal frenulumları net olarak izlenemeyen 11 taraf çalışma dışı bırakılmıştır. 725 bukkal frenulum sınıflandırmaya dahil edilmiştir.

Mandibulada bukkal frenulumların değerlendirilemediği tarafların OPG’ de mental indeks ölçümleri yapılmamış ve bu taraflar çalışma dışı bırakılmıştır.

Maksilla ve mandibulada bukkal frenulumların değerlendirilemediği tarafların KIBT’da Misch kemik yoğunluğu değerlendirilmesi yapılmamıştır.

Maksilla ve mandibulada bukkal frenulumların değerlendirilemediği tarafların KIBT görüntülerinde fraktal analiz yapmak için gerekli kesitsel görüntüleri oluşturulmamıştır.

Fraktal analiz için görüntü oluştururken artefakt olan görüntüler çalışma dışı bırakılmıştır.

Fraktal analiz için gerekli görüntüyü oluşturma aşamasında, maksilla ve mandibulada 3 ile 4 veya 4 ile 5 numaralı dişlerin arasına denk gelen gömülü dişlerden dolayı “line” işlemi ile oluşan kesitsel görüntülerde gömülü dişin kronunun ve kökünün dahil olmadığı sadece alveol kretin olduğu bir görüntü oluşturulamayan taraflar çalışma dışı bırakılmıştır.

Fraktal analiz için ROI seçimi yapılırken, görüntülerde alveol kret uzunluğu 25x10 piksel ROI yerleşimi için yeterli değil ise bu görüntüler çalışma dışı bırakılmıştır. ROI seçimi yapılacak alanda mandibulada bukkolingual maksillada ise bukkopalatinal alveol kret genişliği, 25x10 piksel boyutlarından dar ise bu görüntüler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Tüm kriterler göz önünde bulundurulduğunda, 625 kesitsel görüntüde bukkal frenulum lokasyon noktalarının trabeküler kemik yapısı fraktal analiz metoduyla değerlendirilmiştir.

### **3.2 Bukkal Frenulum Sınıflandırılması**

Hastaların bukkal frenulumları Placek ve arkadaşlarının (27) labial frenulumların bağlantı liflerinin uzantısı için yaptığı sınıflandırma kullanılarak sınıflandırılmıştır;

Mukozal: Frenulum lifleri mukogingival birleşmeye bağlandıklarında;

Gingival: Frenulum lifleri yapışık diş etine yerleştiğinde;

Papiller: Frenulum lifleri interdental papillaya uzandıklarında;

Papiller penetre: Frenulum lifleri alveolar prosesi geçerek palatinal ve lingual papillaya uzandıklarında.

Çalışmada papiller penetre grubunda yeterli sayıda örnek olmadığı için papiller penetre grubu papiller grup içerisinde değerlendirilmiştir.

### Şekil 3.1 Bukkal Frenulumun Bağlantı Uzantısına Göre Sınıflandırılması



**a. Mukozal Bağlantı**



**b. Gingival Bağlantı**



**a. Papiller Bağlantı**

Aynı zamanda bukkal frenulumlar için literatürde yapılan anatomik çalışmalardan da yola çıkarak lokasyonuna göre tek bağlantılı veya çift bağlantılı olmasına göre yeni bir sınıflandırma yapılmıştır. Bukkal frenulumlar genellikle kanin ve premolar bölgeden bağlanmaktadır (17, 19). Bu lokasyon sınıflandırması şu şekilde yapılmıştır;

Kanin bölgesinde tek frenulum bağlantı varsa “K”, çift sayıda frenulum bağlantı varsa “KK” olarak sınıflandırmıştır. Yine aynı şekilde premolar bölgede tek frenulum bağlantı varsa “P” çift frenulum bağlantısı varsa “PP” olarak sınıflandırılmıştır.

Maksilla bukkal frenulum konumu

KANİN: K

KANİN ÇİFT BAĞLANTI: KK

PREMOLAR: P

PREMOLAR ÇİFT BAĞLANTI: PP

Mandibula bukkal frenulum konumu

KANİN: K

KANİN ÇİFT BAĞLANTI: KK

PREMOLAR: P

PREMOLAR ÇİFT BAĞLANTI: PP

**Şekil 3.2** Bukkal Frenulumun Bağlantı Lokasyonuna Göre Sınıflandırılması



**a.** Kanin Bağlantı



**b.** Premolar Bağlantı



**c.** Kanin Kanin Bağlantı



**d.** Premolar Premolar Bağlantı

Hastaların bukkal frenulumları sınıflandırılması yapılırken hastalar 3, 4 ve 5 numaralı dişlerinin varlığına/yokluğuna göre de sınıflandırılmıştır. Böylece dişlilik

durumu ile frenulum bağlantı liflerinin uzantısına göre yapılan sınıflandırma arasında korelasyon değerlendirilmiştir.

### 3.3 Çalışmamızda Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri

Mental indeks hesaplanırken kullanılan panoramik radyograflar, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı'nda olan panoramik cihazlar (Soredex, Cranex Novus, Tuusula, Finlandiya) ile elde edilmiştir. Çekim sırasında standart olarak ekspoz süresi 8 sn, akım gücü 10Ma, voltaj gücü ise 70 kVp olarak belirlenmiştir. Işınlama sırasında hastanın başının vertikal, horizontal ve anteroposterior olarak doğru konumlanmasına dikkat edilmiştir. Baş boyun bölgesinde artefakta neden olacak tüm materyaller çıkartılmıştır. Standartlara uygun alınan panoramik radyograflar METASOFT (Metasoft Bilgi Teknolojileri Anonim Şirketi, Eskişehir, TÜRKİYE) yazılım programına aktarılmıştır.

**Şekil 3.3** Çalışmada Kullanılan Panoramik Cihaz Ünitesi



Panoramik Cihaz Ünitesi

Fraktal analiz ve Misch kemik yoğunluğu değerlendirmesi için KIBT görüntüleri kullanılmıştır. KIBT görüntüleri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği

Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda bulunan amorf silikon düz panele (23,8 cm genişlik x 19,2 cm yükseklik) sahip, i-CAT 3D Görüntüleme Sistemi (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa, USA) kullanılarak alınmıştır. Tüm görüntülerin çekimi sırasında standart olarak voksel kesiti 0.3 mm, akım gücü 5 mA, voltaj gücü 120 kVp ekspoz süresi ise 8,9 sn olarak ayarlanmıştır. KIBT görüntüleri hasta oturur pozisyonda, başı sabitlenmiş ve çenesi desteklenmiş olarak alınmıştır. Hastanın başının konumlandırılmasında rehber lazer çizgileri kullanılmıştır. Dikey çizgi hastanın başının orta hattından geçirilmiş, yatay çizgi ise dudakların komissuralarında konumlandırılmıştır. KIBT görüntüleri i-CAT Vision yazılım programı ile incelenmiştir ve bu program aracılığıyla başın konumu, aksiyel, sagittal ve koronal kesitlerde doğal baş pozisyonunda olacak şekilde yönlendirilebilmektedir.

**Şekil 3.4** Çalışmada Kullanılan KIBT Ünitesi Modeli



KIBT Ünitesi Modeli

### **3.4 Mental İndeks Değerinin Belirlenmesi**

Panoramik radyografide saptanabilen mental indeks değeri mental foramen bölgesindeki kortikal kemik genişliğini ifade etmektedir. Mental foramen mandibuladaki bukkal frenulumların bağlantı noktalarına (kanin veya premolar bölgeye) yakın olduğu için 146 hastanın panoramik radyografisinde mandibulanın

her iki tarafında mental indeks değeri belirlenmiştir. Mental indeks Metasoft programında Ledgerton ve arkadaşlarının (93) belirttiği şekilde ölçülmüştür. Mental foramenin merkezinden geçen çizgi mandibula alt sınırından teğet geçen çizgiye dik olacak şekilde çekilmiştir. Çizgilerin birleştiği noktadaki kortikal kalınlık ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Mental indeks değeri ile mandibuladaki frenulum bağlantı liflerinin uzantısına ve lokasyonuna göre yapılan sınıflandırmalar karşılaştırılmıştır. Mental indeks ölçümü Şekil 3.5’de kırılmış panoramik radyografide gösterilmiştir.

**Şekil 3.5 Kırılmış Panoramik Radyografide Mental İndeks Ölçümü**

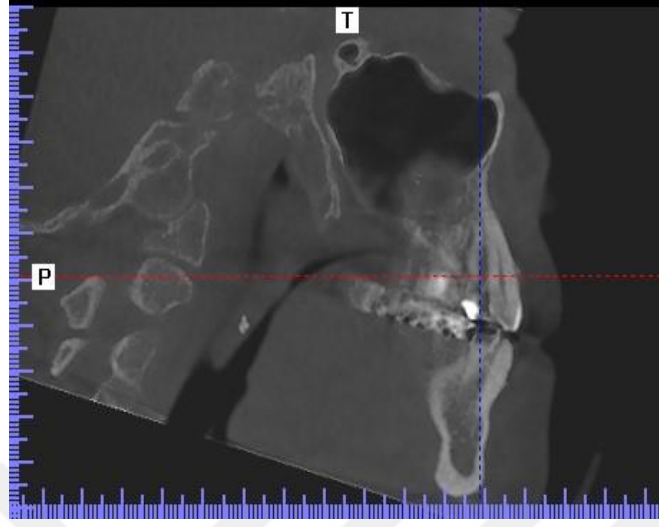


**Mental İndeks**

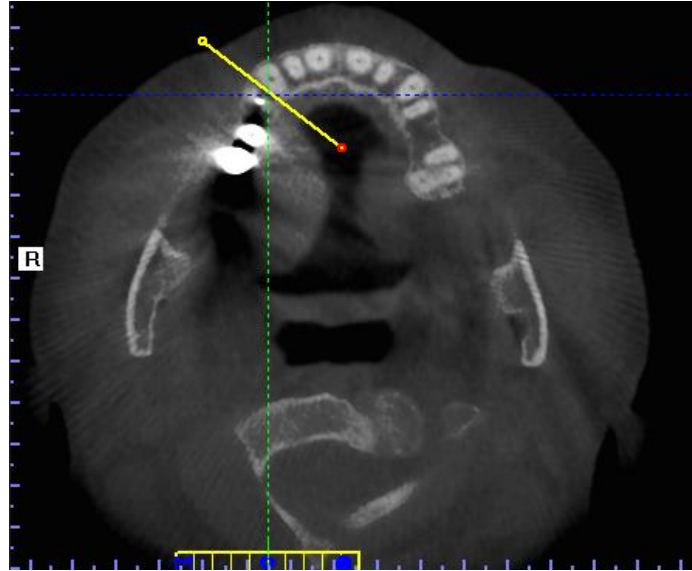
### 3.5 Fraktal Analiz Yöntemiyle Kemik Yapının Değerlendirilmesi

Çalışma metodu dahilinde kaydedilen hastaların bukkal frenulumlarının bağlantı noktasında kemik yapının değerlendirilmesi için fraktal analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu metodun uygulanması için gerekli görüntüler i-CAT Vision programında MPR ekranından oluşturulmuştur. Oluşturulan görüntüler ise hastanın bukkal frenulumun hangi lokasyondan (premolar veya kanin) bağlantı yaptığına göre belirlenmiştir. Hastanın bukkal frenulumu kanin bölgesinden bağlandıysa 3 numaralı dişler ile 4 numaralı dişlerin kökleri yatay düzleme dik olacak şekilde sagittal ekseninde başın konumu oryante edilmiştir. 3 ile 4 numaralı dişler arasında sagittal düzlemde işaretleme yapıldıktan sonra aksiyel düzleme geçip iki kök arasından ‘line’ işlemi ile görüntüye köklerin dahil olmadığı bir kesit oluşturulmuştur. Bu kesitlerin görüntüleri kaydedilmiştir. Hastanın bukkal frenulumu premolar bölgede ise 4 numaralı dişler ile 5 numaralı dişlerin kökleri yatay düzleme dik olacak şekilde sagittal ekseninde başın konumu oryante edilmiştir. 4 ile 5 numaralı dişler arasında sagittal düzlemde işaretleme yapıldıktan sonra aksiyel düzleme geçip iki kök arasında “line” işlemi ile görüntüye köklerin dahil olmadığı bir kesit oluşturulmuştur. Çalışmada bazı hastaların bukkal frenulumları hem kanin hem premolar bağlantı yaptığı için o hastaların hem 3 ile 4 numaralı dişlerinin hem de 4 ve 5 numaralı dişlerin kökleri arasından köklerin dahil edilmediği kesitler oluşturulmuştur. Bu görüntüler hangi çeneden hangi taraftan ve hangi bağlantı lokasyonu için alındıysa o şekilde kaydedilmiştir. Bu aşamada yapılan işlemler sırası ile Şekil 3.6.a, Resim 3.6.b ve Resim 3.6.c’ de gösterilmiştir.

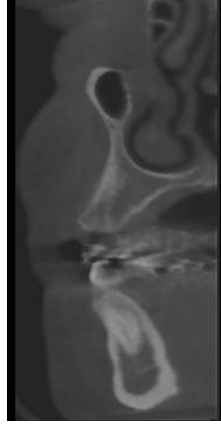
**Şekil 3.6** Fraktal Analiz Öncesi Görüntü Oluşturma Aşamaları



**Şekil 3.6.a** Maksilla sağ tarafında kanin bağlantılı bir hastanın i-CAT Vision programında MPR ekranında sagittal düzlemde başın oryantasyonu ile 3 ile 4 numaralı dişlerinin köklerinin yere dik hale getirilmesi ve 3 ile 4 numaralı diş arasında bir noktanın belirlenmesi



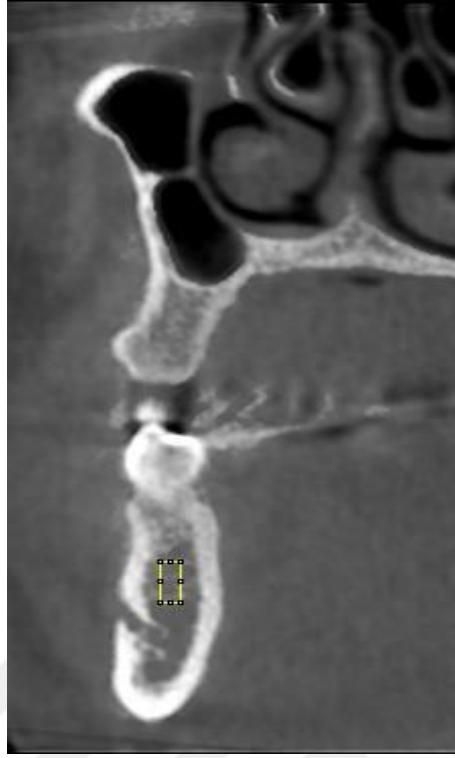
**Şekil 3.6.b** 3 ile 4 numaralı dişlerin kökleri sagittal düzlemde oryante edildikten sonra kökler arasından aksiyel kesitte “line” işlemi yapılması



**Şekil 3.6.c** “Line” işlemi ile 3 ile 4 numaralı dişler arasında köklerin dahil olmadığı kesitsel alveol kret görüntüsü

Kaydedilen görüntüler NIH Image yazılımının bir sürümü olan ImageJ v1.54g programına aktarılmıştır. Bu program <http://imagej.nih.gov/ij/download.html> adresinden indirilmiştir. Bu programa aktarılan görüntülerde ROI seçimi yapılmıştır. Her görüntüde kökün dahil olmadığı alveol kretin ortasından standart olarak 25x10 piksel boyutlarında ROI seçimi yapılmıştır. ROI sadece trabeküler kemiği içine alacak şekilde belirlenmiştir. Mandibulada premolar bağlantılı hastalarda 4 ile 5 numaralı dişler arasından “line” işlemi ile alınan kesitsel görüntü de mental foramen görüntüye dahil olmaktadır. Alt çenede premolar bölgede ROI seçimi yaparken mental foramen dahil edilmemiş olup, mental foramenin üstünden 25x10 piksel boyutlarında ROI belirlenmiştir. Şekil 3.7’de premolar bölgede ROI seçimi gösterilmiştir.

**Şekil 3.7** Alveol Krette ROI Seçimi



**Mandibula Premolar Bölgede ROI Seçimi**

ROI seçimi yaparken görüntülerde alveol kret uzunluğu 25x10 piksel ROI yerleşimi için yeterli değil ise bu görüntüler çalışma dışı bırakılmıştır. ROI seçimi yapılacak alanda mandibula da bukkolingual maksillada ise bukkopalatinal alveol kret genişliği, 25x10 piksel boyutlarından dar ise bu görüntüler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu seçilen ve kaydedilen ROI görüntülerine fraktal analiz yapılmak üzere İmageJ (Ulusal Sağlık Enstitüleri, Bethesda, MD, ABD) v1.54 sürümü kullanarak White ve Rudolph (303) tarafından geliştirilen ve kutu sayma methoduna dayalı aşağıdaki işlemler uygulanmıştır;

- İlk basamakta belirlenen ROI görüntüleri kopyalanmıştır.
- Kopyalanan ROI “Gaussian Blur” filtresi uygulanarak bulanıklaştırılmıştır. Bu işlem ile kemiğin üzerindeki yumuşak doku kalınlığına bağlı oluşan parlak bölgeler bulanıklaştırılır.
- Bulanık görüntü gerçek görüntüden çıkarılır.

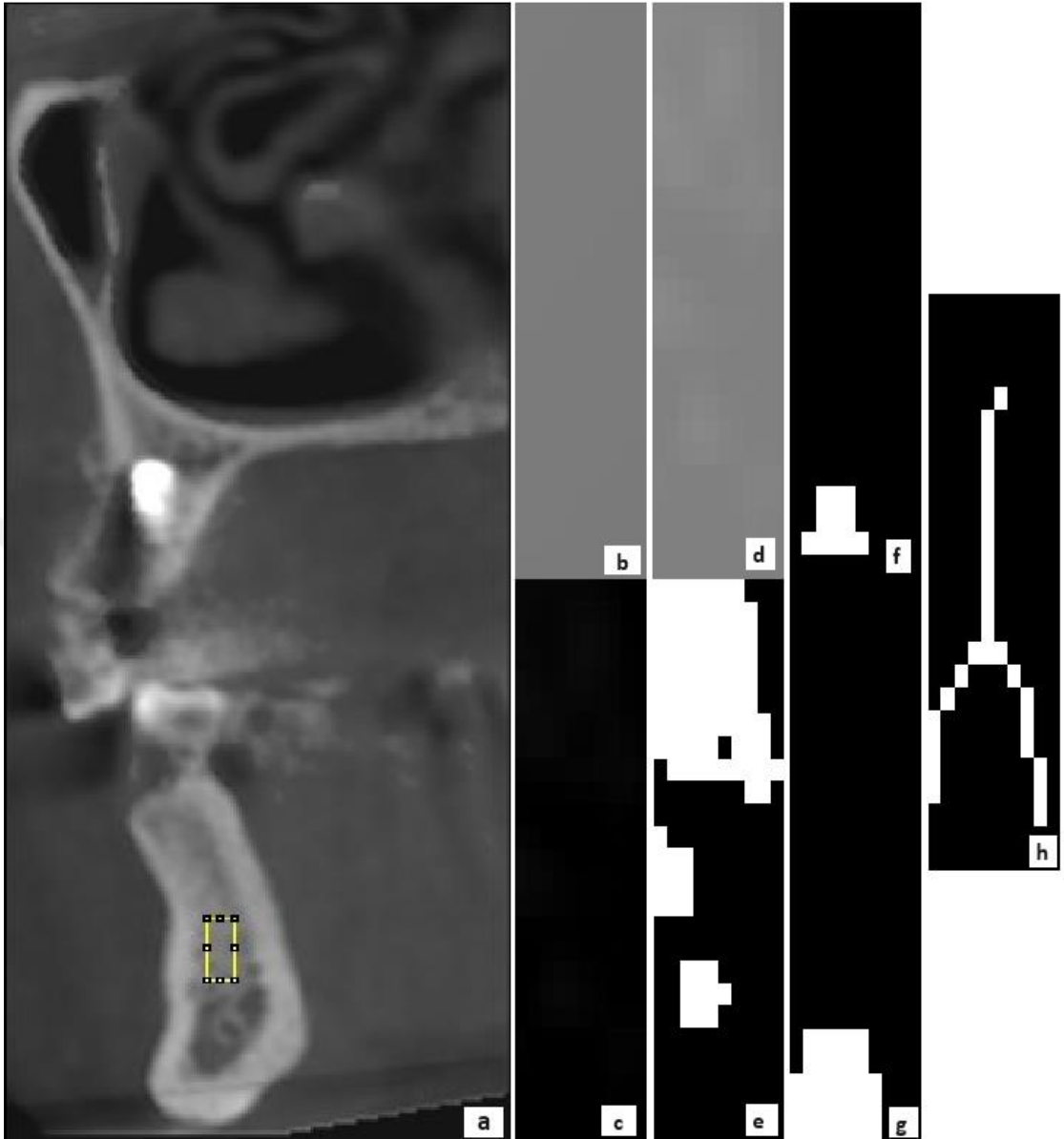
- Elde edilen görüntüye 128 gri tonu ilave edilir. Farklı parlaklıklarda alanlar oluşarak kemik iliği ve trabeküler kemik yapının kolay ayırt edilmesini sağlar.
- “Binary” ile görüntü 2 renkli hale getirilir. Kemik iliği ve trabeküler yapının ana hatları belirlenir.
- “Erode” aşamasında gürültü kirliliği azaltılmaktadır. “Dilate” aşamasında ise alanlar genişletilerek görüntü daha belirgin hale gelmektedir.
- “Invert” seçeneği ile beyaz alanlar siyaha, siyah alanlar beyaz çevrilmektedir. Bu aşamada trabeküler kemiğin ana hatlarının ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.
- “Skeletonize” seçeneğiyle iskeletsel olarak trabeküler kemiğin ana hatları belirlenir.
- “Fractal Box Count” seçeneği ile görüntü, boyutları 2,3,4,6,8,12,16,32,64 piksel olan karelere bölünür.

Her farklı boyuttaki pikseller için, trabeküllerin bulunduğu kareler ve görüntüdeki toplam kare sayısı hesaplanır. Hesaplanan kutu sayısı, toplam kutu sayısı ile karşılaştırılacak şekilde logaritmik tabanda grafik haline getirilir. Bu grafikte lineer bir doğru oluşur. Doğrunun eğimi, yapının fraktal değerini vermektedir.

Tüm veriler elde edildikten sonra frenulum bağlantı uzantısı ile fraktal analiz sonucunda elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

Şekil 3.8’de çalışmada yapılan fraktal analiz metodunun aşamaları gösterilmiştir.

**Şekil 3.8** Fraktal Analiz Aşamaları



**a.** ROI'nin seçimi **b.** Gaussian blur uygulanmış görüntü **c.** Bulanık görüntünün gerçek görüntüden çıkarılması (Subtraction) **d.** Her piksele 128 gri tonun eklenmesi **e.** Görüntünün iki renkli hale getirilmesi (Binary) **f.** Gürültü kirliliğinin azaltılması (Erode) **g.** Alanı genişletme aşaması (Dilate) **h.** İskeletsel olarak ana hattın belirlenmesi (Skeletonize)

### 3.6 Misch Kemik Yoğunluğu ile Kemik Yapının Değerlendirilmesi

KIBT ile alınan görüntüler i-CAT Vision programında implant ekranındaki kesitsel görüntülerde frenulum bağlantısı olan bölgeler (3 ile 5 numaralı dişler arasında) değerlendirilmiş olup; Misch kemik yoğunluğu (109) esas alınarak niteliksel bir sınıflandırma yapılmıştır;

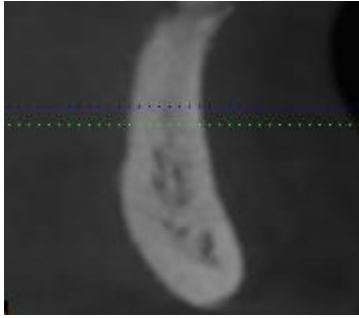
**D1:** Yoğun kortikal kemik

**D2:** Alveol kret tepesinde kalın gözenekli kortikal kemik ile birlikte kalın trabeküler kemik

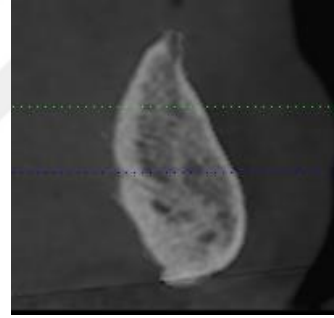
**D3:** Alveol kret tepesinde ince gözenekli kortikal kemik ile birlikte ince trabeküler kemik

**D4:** Minimal ya da hiç krestal kortikal kemik yok

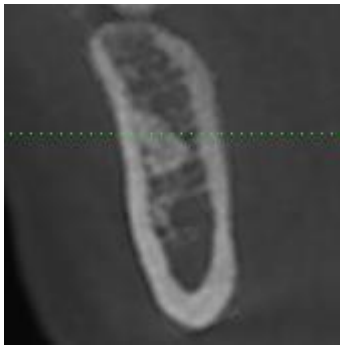
**Şekil 3.9** Misch Kemik Sınıflandırması



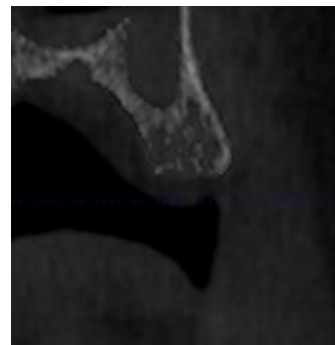
**a.** D1 Kemik Yapısı



**b.** D2 Kemik Yapısı



**c.** D3 Kemik Yapısı



**d.** D4 Kemik Yapısı

### 3.7 Verilerin istatistiksel analizi

Yapılan ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler, ortalama, standart sapma (SD), sayı ve % frekanslar olarak hesaplanmıştır. Ölçümle elde edilen sayısal türdeki özelliklerin normal dağılıma uyumu Shapiro-Wilks testi ile incelenmiş ve tüm değişkenlerin normal dağılımla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ölçümle elde edilen özellikler açısından çeşitli grupların karşılaştırılmasında one-way ANOVA modeli kullanılmış ve anlamlı düzeyde farklı olan gruplar Scheffe testi ile belirlenmiştir. Ölçümle elde edilen özellikler arası korelasyonlar Pearson korelasyon analizi ile, kategorik yapıdaki özellikler arası ilişkiler ise Pearson ki-kare analizi veya Fisher-Freeman-Halton exact testi ile incelenmiştir. İstatistik anlamlılık düzeyi  $P < 0.05$  kabul edilmiştir. Hesaplamalarda SPSS (ver. 23) programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Demografik Veriler

Çalışmaya dahil edilen 146 hastanın yaş ve cinsiyetlere göre dağılımı Tablo 4-1’ de verilmiştir. Çalışmaya dahil edilen 146 hastanın 72’si (%49,3) erkek, 74’ü (%50,7) kadın hastadır. Hasta popülasyonun en küçüğü 12 yaşında iken en büyüğü ise 85 yaşındadır. Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ortalaması 44,64 ( $\pm 15,769$ ) olarak belirlenmiştir.

**Tablo 4-1** Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Cinsiyetlerine ve Yaşlarına Ait Sayısal ve % Değerleri

|       | N (%)      | Ort. Yaş $\pm$ SS  | Min. | Max. |
|-------|------------|--------------------|------|------|
| Kadın | 74 (%50,7) | 42,1 $\pm$ 16,06   | 12   | 85   |
| Erkek | 72 (%49,3) | 47,3 $\pm$ 14,89   | 13   | 67   |
| Total | 146        | 44,64 $\pm$ 15,769 | 12   | 85   |

### 4.2 Bukkal Frenulum Lokasyon Bağlantı Çeşitleri

Çalışmada bukkal frenulum lokasyona göre kanin bağlantı (K), çift kanin bağlantı (KK), premolar bağlantı (P), çift premolar bağlantı (PP) olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmanın maksilla ve mandibulada cinsiyete ve yaşa göre tanımlayıcı istatistik verileri sırasıyla Tablo 4-2 ve Tablo 4-3’ de yer almaktadır. Her iki çenede toplamda 725 bukkal frenulum değerlendirildi. Bu frenulumların 273 tanesi kanin bağlantılı (K), 227 tanesi kanin kanin bağlantılı (KK), 179 tanesi premolar bağlantılı (P), 46 tanesi ise premolar premolar (PP) bağlantılı olarak bulundu. Maksillada lokasyon çeşitlerinin her iki cinsiyette benzer dağılım gösterdiği, buna karşın mandibulada P bağlantısının erkeklerde, PP bağlantısının kadınlarda anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görüldü ( $p=0.002$ ;  $p<0,005$ ). Maksillada ve mandibulada lokasyon bağlantı çeşitleri ile yaş bakımından anlamlı fark bulunmadığı görüldü ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4-2** Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Lokasyon Bağlantı Çeşitleri ile Cinsiyet Arasındaki İlişki

|                                               |    | Cinsiyet        |      |                 |      |              |
|-----------------------------------------------|----|-----------------|------|-----------------|------|--------------|
|                                               |    | Erkek           |      | Kadın           |      |              |
|                                               |    | n               | %    | n               | %    | P            |
| Maksilla bukkal frenulum lokasyon bağlantısı  | K  | 63              | 32,8 | 66              | 36,3 | 0.697        |
|                                               | KK | 58              | 30,2 | 52              | 28,6 |              |
|                                               | P  | 62              | 32,3 | 52              | 28,6 |              |
|                                               | PP | 9               | 4,7  | 12              | 6,6  |              |
| Mandibula bukkal frenulum lokasyon bağlantısı | K  | 75              | 42,9 | 69              | 39,2 | <b>0.002</b> |
|                                               | KK | 54              | 30,9 | 63              | 35,8 |              |
|                                               | P  | 41 <sub>a</sub> | 23,4 | 24 <sub>b</sub> | 13,6 |              |
|                                               | PP | 5 <sub>a</sub>  | 2,9  | 20 <sub>b</sub> | 11,4 |              |

**Tablo 4-3** Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Lokasyon Bağlantı Çeşitleri ile Yaş Arasındaki İlişki

|                                               |    | Yaş |          |        |         |          | P     |
|-----------------------------------------------|----|-----|----------|--------|---------|----------|-------|
|                                               |    | N   | Ortalama | SD     | Minimum | Maksimum |       |
| Maksilla bukkal frenulum lokasyon bağlantısı  | K  | 129 | 44,12    | 15,648 | 13      | 77       | 0.547 |
|                                               | KK | 110 | 43,47    | 15,472 | 12      | 69       |       |
|                                               | P  | 114 | 46,28    | 14,114 | 13      | 77       |       |
|                                               | PP | 21  | 45,57    | 20,762 | 13      | 85       |       |
| Mandibula bukkal frenulum lokasyon bağlantısı | K  | 144 | 43,94    | 14,841 | 13      | 85       | 0.537 |
|                                               | KK | 117 | 44,56    | 16,572 | 13      | 85       |       |
|                                               | P  | 65  | 41,51    | 16,705 | 12      | 66       |       |
|                                               | PP | 25  | 41,04    | 19,424 | 14      | 77       |       |

Maksilla ve mandibulada bukkal frenulumların lokasyon bağlantı çeşitlerinin dağılımı Tablo 4-4'te gösterilmiştir. Premolar lokasyon bağlantı çeşidi maksillada mandibulaya kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla sayıda bulundu ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 4-4** Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Lokasyon Bağlantı Çeşitlerinin Dağılımı

|       | Maksilla     | Mandibula    | Total        | p             |
|-------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| K     | 129 (%34,49) | 144 (%41,03) | 273 (%37,66) | 0.071         |
| KK    | 110 (%29,41) | 117 (%33,33) | 227 (%31,31) | 0.254         |
| P     | 114 (%30,48) | 65 (%18,52)  | 179 (%24,69) | <b>0.0002</b> |
| PP    | 21 (%5,62)   | 25 (%7,12)   | 46 (%6,34)   | 0.406         |
| Total | 374          | 351          | 725          |               |

### 4.3 Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısı Çeşitleri

Çalışmada yapılan bir diğer sınıflandırma bukkal frenulumun bağlantı uzantısına göre sınıflandırılmasıdır. Bağlantı uzantıları mukozal bağlantı (M), gingival bağlantı (G), papiller- papiller penetre (P+PP) şeklinde sınıflandırıldı. 725 frenulum bağlantı uzantısına göre değerlendirildiğinde 431 mukozal bağlantı (M), 250 gingival bağlantı (G) 44 papiller ve papiller penetre (P+PP) bağlantı bulundu. Bu sınıflandırmanın maksilla ve mandibulada cinsiyete ve yaşa göre tanımlayıcı istatistik verileri sırasıyla Tablo 4-5 ve Tablo 4-6’ da yer almaktadır. Hem maksilla bağlantı uzantı çeşitleri hem de mandibula bağlantı uzantı çeşitlerinin dağılımı açısından cinsiyetler arasında anlamlı farka rastlanmadı ( $p>0,05$ ). Maksilla bağlantı uzantı çeşitleri arasında yaş bakımından anlamlı farka rastlanmaz iken, mandibulada M tipi bağlantı uzantısında yaş ortalaması P+PP tipindekilerden anlamlı düzeyde daha düşük bulundu ( $p=0.031$ ;  $p<0,05$ ). Bunun dışında anlamlı farka rastlanmadı.

**Tablo 4-5** Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısına Göre Yapılan Sınıflandırma ile Cinsiyet Arasındaki İlişki

|                                             |        | Cinsiyet |      |       |      |       |
|---------------------------------------------|--------|----------|------|-------|------|-------|
|                                             |        | Erkek    |      | Kadın |      |       |
|                                             |        | n        | %    | n     | %    | P     |
| Maksilla bukkal frenulum bağlantı uzantısı  | M      | 127      | 66,1 | 117   | 64,3 | 0.819 |
|                                             | G      | 58       | 30,2 | 56    | 30,8 |       |
|                                             | P + PP | 7        | 3,6  | 9     | 4,9  |       |
| Mandibula bukkal frenulum bağlantı uzantısı | M      | 85       | 48,6 | 102   | 58,0 | 0.201 |
|                                             | G      | 74       | 42,3 | 62    | 35,2 |       |
|                                             | P + PP | 16       | 9,1  | 12    | 6,8  |       |

**Tablo 4-6** Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısına Göre Yapılan Sınıflandırma ile Yaş Arasındaki İlişki

|                                             |      | Yaş |                     |        |         |          | P            |
|---------------------------------------------|------|-----|---------------------|--------|---------|----------|--------------|
|                                             |      | N   | Ortalama            | SD     | Minimum | Maksimum |              |
| Maksilla bukkal frenulum bağlantı uzantısı  | M    | 244 | 43,85               | 15,079 | 13      | 77       | 0.374        |
|                                             | G    | 114 | 46,18               | 16,235 | 12      | 85       |              |
|                                             | P+PP | 16  | 46,38               | 15,427 | 14      | 67       |              |
| Mandibula bukkal frenulum bağlantı uzantısı | M    | 187 | 41,64 <sup>a</sup>  | 16,563 | 13      | 85       | <b>0.031</b> |
|                                             | G    | 136 | 44,85 <sup>ab</sup> | 15,937 | 12      | 85       |              |
|                                             | P+PP | 28  | 49,18 <sup>b</sup>  | 11,741 | 25      | 67       |              |

Maksilla ve mandibulada bukkal frenulum bağlantı uzantısı çeşitlerinin dağılımı Tablo 4-7’de gösterilmiştir. Mukozal bağlantı tipi maksillada mandibulaya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla sayıda bulundu ( $p=0.001$ ;  $p<0,05$ ). Gingival bağlantı tipi ise mandibulada maksillaya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ( $p=0.019$ ;  $p<0,05$ ). Papiller ve papiller penetre bağlantı tipi ise mandibulada maksillaya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. ( $p =0.037$ ;  $p<0,05$ ).

**Tablo 4-7** Maksilla ve Mandibulada Bağlantı Uzantısı Çeşitlerinin Dağılımı

|      | Maksilla     | Mandibula    | P            |
|------|--------------|--------------|--------------|
| M    | 244 (%65,24) | 187 (%53,28) | <b>0.001</b> |
| G    | 114 (%30,48) | 136 (%38,75) | <b>0.019</b> |
| P+PP | 16 (%4,28)   | 28 (%7,97)   | <b>0.037</b> |

Hastaların bukkal frenulum sınıflandırılması yapılırken maksilla ve mandibulada dişlilik durumu (3, 4 ve 5 numaralı dişlerin varlığı/yokluğu) ile bukkal frenulum bağlantı uzantısına göre yapılan sınıflandırma arasındaki ilişki Tablo 4-8’de gösterilmiştir.

- Maksillada mukozal bağlantı uzantısı (M) oranı “3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut” olduğu durumda anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Bunu “3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik” olanlar takip etti. Gingival bağlantı uzantısı (G) oranı “3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut” olduğu durumlarda anlamlı düzeyde düşük bulundu. “3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbirisi yok” olduğu durumda ise en yüksek oranda gözlemlendi. Ayrıca papiller ve papiller penetre bağlantı uzantısı (P+PP) oranı “3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbirisi yok” olanlarda “3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut” olanlardan anlamlı düzeyde yüksek oranda bulundu.
- Mandibula mukozal bağlantı (M) oranı, “3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut” olanlarda anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Bunu “3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik” olanlar takip etti. Papiller ve papiller penetre bağlantı uzantısı (P+PP) oranı ise “3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut” olanlar anlamlı düzeyde düşük bulundu. Bunu “3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik” olanlar takip etti. Gingival bağlantı uzantısı (G) oranı açısından ise anlamlı farka rastlanmadı.

**Tablo 4-8** Maksilla ve Mandibulada Dişlilik Durumu ile Bukkal frenulum Bağlantı Uzantısı Sınıflandırılması Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

|                                             |      | Maksilla dişlilik durumu              |      |                                                  |      |                                        |      |       |
|---------------------------------------------|------|---------------------------------------|------|--------------------------------------------------|------|----------------------------------------|------|-------|
|                                             |      | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbiri yok |      | 3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik |      | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut |      |       |
|                                             |      | n                                     | %    | n                                                | %    | n                                      | %    | P     |
| Maksilla bukkal frenulum bağlantı uzantısı  | M    | 17 <sub>a</sub>                       | 37,0 | 76 <sub>b</sub>                                  | 67,3 | 103 <sub>c</sub>                       | 79,2 | 0.001 |
|                                             | G    | 25 <sub>a</sub>                       | 54,3 | 34 <sub>b</sub>                                  | 30,1 | 25 <sub>c</sub>                        | 19,2 |       |
|                                             | P+PP | 4 <sub>a</sub>                        | 8,7  | 3 <sub>a, b</sub>                                | 2,7  | 2 <sub>b</sub>                         | 1,5  |       |
|                                             |      | Mandibula dişlilik durumu             |      |                                                  |      |                                        |      |       |
| Mandibula bukkal frenulum bağlantı uzantısı | M    | 6 <sub>a</sub>                        | 22,2 | 39 <sub>b</sub>                                  | 45,3 | 103 <sub>c</sub>                       | 60,9 | 0.001 |
|                                             | G    | 12                                    | 44,4 | 36                                               | 41,9 | 62                                     | 36,7 |       |
|                                             | P+PP | 9 <sub>a</sub>                        | 33,3 | 11 <sub>b</sub>                                  | 12,8 | 4 <sub>c</sub>                         | 2,4  |       |
|                                             |      |                                       |      |                                                  |      |                                        |      |       |

#### 4.4 Mental İndeks Değerleri

Mandibulada yapılan bukkal frenulum lokasyon sınıflandırılması (K, KK, P, PP) ile panoramik radyografide ölçülen mental indeks değerleri arasındaki ilişki değerlendirildi (Tablo 4-9). Mandibula lokasyon bağlantı çeşitleri arasında mental indeks açısından anlamlı fark olmadığı görüldü ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4-9** Mandibula Lokasyon Bağlantısı Çeşitleri ile Mandibula Mental İndeks Ölçümleri Arasındaki İlişki

|       | Mental indeks |          |                |         |          |       |
|-------|---------------|----------|----------------|---------|----------|-------|
|       | N             | Ortalama | Standart sapma | Minimum | Maksimum | P     |
| K     | 144           | 2,7194   | ,50111         | 1,57    | 4,20     | 0.758 |
| KK    | 117           | 2,7650   | ,47243         | 1,81    | 4,14     |       |
| P     | 17            | 2,6935   | ,72967         | 1,62    | 3,72     |       |
| PP    | 6             | 2,5833   | ,70185         | 1,71    | 3,45     |       |
| Total | 284           | 2,7337   | ,50820         | 1,57    | 4,20     |       |

Mandibulada yapılan bukkal frenulumların bağlantı uzantısına göre sınıflandırılması (M, G, P+PP) ile panoramik radyografide ölçülen mental indeks değerleri arasındaki ilişki değerlendirildi (Tablo 4-10). Mandibula bağlantı uzantı çeşitleri arasında mental indeks açısından anlamlı fark olmadığı görüldü ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4-10** Mandibula Bağlantı Uzantı Sınıflandırılması ile Mandibula Mental İndeks Ölçümleri Arasındaki İlişki

|                                             |      | Mental İndeks |          |                |         |          | P     |
|---------------------------------------------|------|---------------|----------|----------------|---------|----------|-------|
|                                             |      | N             | Ortalama | Standart sapma | Minimum | Maksimum |       |
| Mandibula bukkal frenulum bağlantı uzantısı | M    | 150           | 2,7174   | ,48699         | 1,57    | 4,20     | 0.436 |
|                                             | G    | 110           | 2,7283   | ,55639         | 1,62    | 4,14     |       |
|                                             | P    | 24            | 2,8608   | ,39443         | 2,24    | 3,60     |       |
|                                             | + PP |               |          |                |         |          |       |

Hem sağ hem de sol tarafta, mandibulada dişlilik durumuna göre mental indeks değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4-11’de sunuldu. Mental indeks değerleri açısından dişlilik durumları arasında anlamlı fark olmadığı görüldü.

**Tablo 4-11** Dişlilik Durumuna göre Mental İndeks Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

|                               |                                                  | Sağ Mental İndeks |          |                |      |      |       |
|-------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|----------|----------------|------|------|-------|
|                               |                                                  | N                 | Ortalama | Standart sapma | Min  | Maks | P     |
| Sağ mandibula dişlilik durumu | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbiri yok            | 16                | 2,6988   | ,37676         | 2,03 | 3,43 | 0.721 |
|                               | 3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik | 39                | 2,6087   | ,42081         | 1,92 | 3,67 |       |
|                               | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut           | 87                | 2,6741   | ,50137         | 1,57 | 4,14 |       |
|                               |                                                  | Sol Mental İndeks |          |                |      |      |       |
|                               |                                                  | N                 | Ortalama | Standart sapma | Min  | Maks | P     |
| Sol mandibula dişlilik durumu | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbiri yok            | 11                | 2,8945   | ,52573         | 2,08 | 3,70 | 0.832 |
|                               | 3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik | 47                | 2,7864   | ,55074         | 1,77 | 4,00 |       |
|                               | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut           | 82                | 2,8138   | ,54185         | 1,62 | 4,20 |       |

#### 4.5 Fraktal analiz

Maksilla ve mandibulada yapılan bukkal frenulum lokasyon sınıflandırılmaları ile bu bölgelerden elde edilen fraktal analiz değerleri arasındaki ilişki incelendi. (Tablo 4-12). Maksilla lokasyon bağlantı çeşitleri arasında maksilla fraktal değeri açısından anlamlı fark bulunmaz iken, mandibula lokasyon bağlantı çeşitleri arasında sadece PP bağlantısındaki mandibula fraktal değeri, K ve KK bağlantılarından anlamlı düzeyde düşük bulundu ( $p=0.046$ ;  $p<0,05$ ). Bunun dışında anlamlı fark bulunamadı. İstatistiksel olarak anlamlılık olmasa da fraktal değerler maksilla posterior bağlantı durumunda daha yüksek bulundu. Buna karşın mandibulada anterior bağlantı durumunda fraktal değer daha yüksek bulundu.

**Tablo 4-12** Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Lokasyon Çeşitleri ile Fraktal Analiz Değerleri Arasındaki İlişki

| Lokasyon bağlantısı                          |    | Maksilla fraktal analiz değeri  |                      |         |       |       |              |
|----------------------------------------------|----|---------------------------------|----------------------|---------|-------|-------|--------------|
|                                              |    | N                               | Ortalama             | SD      | Min   | Maks. | P            |
| Maksilla bukkal frenulum bağlantı lokasyonu  | K  | 119                             | 1,29620              | ,081323 | ,957  | 1,745 | 0.714        |
|                                              | KK | 103                             | 1,30191              | ,064876 | ,886  | 1,634 |              |
|                                              | P  | 107                             | 1,30287              | ,080363 | ,844  | 1,745 |              |
|                                              | PP | 19                              | 1,31611              | ,017496 | 1,278 | 1,365 |              |
|                                              |    | Mandibula fraktal analiz değeri |                      |         |       |       |              |
|                                              |    | N                               | Ortalama             | SD      | Min   | Maks. | P            |
| Mandibula bukkal frenulum bağlantı lokasyonu | K  | 137                             | 1,31117 <sup>a</sup> | ,068997 | ,870  | 1,615 | <b>0.046</b> |
|                                              | KK | 113                             | 1,31736 <sup>a</sup> | ,062881 | 1,056 | 1,745 |              |
|                                              | P  | 58                              | 1,29986 <sup>a</sup> | ,046313 | 1,056 | 1,334 |              |
|                                              | PP | 24                              | 1,27896 <sup>b</sup> | ,095493 | ,957  | 1,349 |              |

Cinsiyet grupları kendi içlerinde değerlendirildiğinde fraktal değerler ve bukkal frenulum bağlantı lokasyonları arasında hem maksilla hem mandibulada istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmedi. (Tablo 4-13). Hem kadın hem de erkeklerde ve ayrıca hem mandibula hem de maksillada lokasyon bağlantı çeşitleri arasında fraktal değerler açısından anlamlı farka rastlanmadı.

**Tablo 4-13** Kadın ve Erkek Hastalarda Bukkal Frenulum Lokasyon Sınıflandırılması ile Fraktal Analiz Değerleri Arasındaki İlişki

| Lokasyon bağlantısı           |       |    | Maksilla fraktal analiz değeri  |          |         |       |       | P     |
|-------------------------------|-------|----|---------------------------------|----------|---------|-------|-------|-------|
|                               |       |    | N                               | Ortalama | SD      | Min   | Maks. |       |
| Maksilla frenulum bağlantısı  | Erkek | K  | 56                              | 1,28882  | ,077053 | ,995  | 1,363 | 0.220 |
|                               |       | KK | 54                              | 1,29633  | ,068096 | ,886  | 1,349 |       |
|                               |       | P  | 56                              | 1,31596  | ,070867 | 1,073 | 1,745 |       |
|                               |       | PP | 7                               | 1,30871  | ,014762 | 1,278 | 1,321 |       |
|                               | Kadın | K  | 63                              | 1,30276  | ,085012 | ,957  | 1,745 | 0.471 |
|                               |       | KK | 49                              | 1,30806  | ,061238 | 1,121 | 1,634 |       |
|                               |       | P  | 51                              | 1,28849  | ,088114 | ,844  | 1,479 |       |
|                               |       | PP | 12                              | 1,32042  | ,018083 | 1,282 | 1,365 |       |
|                               |       |    | Mandibula fraktal analiz değeri |          |         |       |       | P     |
|                               |       |    | N                               | Ortalama | SD      | Min   | Maks  |       |
| Mandibula frenulum bağlantısı | Erkek | K  | 72                              | 1,30922  | ,079685 | ,870  | 1,529 | 0.152 |
|                               |       | KK | 52                              | 1,32313  | ,037808 | 1,214 | 1,463 |       |
|                               |       | P  | 36                              | 1,30550  | ,033339 | 1,180 | 1,333 |       |
|                               |       | PP | 5                               | 1,26240  | ,124434 | 1,040 | 1,321 |       |
|                               | Kadın | K  | 65                              | 1,31332  | ,055346 | 1,118 | 1,615 | 0.233 |
|                               |       | KK | 61                              | 1,31244  | ,078182 | 1,056 | 1,745 |       |
|                               |       | P  | 22                              | 1,29064  | ,061852 | 1,056 | 1,334 |       |
|                               |       | PP | 19                              | 1,28332  | ,090083 | ,957  | 1,349 |       |

Maksilla ve mandibulada yapılan bukkal frenulum bağlantı uzantısına göre yapılan sınıflandırmalar ile fraktal analiz değerleri arasındaki ilişki değerlendirildi (Tablo 4-14). Hem maksilla hem de mandibula bağlantı uzantı çeşitleri arasında fraktal değer açısından anlamlı fark olmadığı görüldü.

**Tablo 4-14** Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısına Göre Yapılan Sınıflandırma ile Fraktal Değerler Arasındaki İlişki

| Bağlantı uzantısı                           |      | Maksilla fraktal analiz değeri  |          |         |       |       |       |
|---------------------------------------------|------|---------------------------------|----------|---------|-------|-------|-------|
|                                             |      | N                               | Ortalama | SD      | Min.  | Maks. | P     |
| Maksilla bukkal frenulum bağlantı uzantısı  | M    | 139                             | 1,29286  | ,083715 | ,844  | 1,634 | 0.729 |
|                                             | G    | 109                             | 1,29989  | ,060567 | ,995  | 1,479 |       |
|                                             | P+PP | 23                              | 1,29974  | ,045164 | 1,162 | 1,349 |       |
|                                             |      | Mandibula fraktal analiz değeri |          |         |       |       |       |
|                                             |      | N                               | Ortalama | SD      | Min.  | Maks. | P     |
| Mandibula bukkal frenulum bağlantı uzantısı | M    | 174                             | 1,30073  | ,060449 | ,908  | 1,371 | 0.331 |
|                                             | G    | 74                              | 1,31531  | ,094843 | ,870  | 1,745 |       |
|                                             | P+PP | 12                              | 1,30133  | ,026207 | 1,234 | 1,321 |       |

Cinsiyet grupları kendi içlerinde değerlendirildiğinde fraktal değerler ve bukkal frenulum bağlantı uzantıları arasında hem maksilla hem mandibulada istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmedi (Tablo 4-15).

**Tablo 4-15** Kadın ve Erkeklerde Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısına Göre Yapılan Sınıflandırma ile Fraktal Analiz Değerleri Arasındaki İlişki

| Bağlantı uzantısı                           |       |      | Maksilla fraktal analiz değeri  |          |         |       |       |       |
|---------------------------------------------|-------|------|---------------------------------|----------|---------|-------|-------|-------|
|                                             |       |      | N                               | Ortalama | SD      | Min.  | Maks. | P     |
| Maksilla bukkal frenulum bağlantı uzantısı  | Erkek | M    | 66                              | 1,29147  | ,075483 | ,886  | 1,363 | 0.879 |
|                                             |       | G    | 55                              | 1,29325  | ,069761 | ,995  | 1,349 |       |
|                                             |       | P+PP | 11                              | 1,30318  | ,039517 | 1,214 | 1,349 |       |
|                                             | Kadın | M    | 73                              | 1,29411  | ,091023 | ,844  | 1,634 | 0.640 |
|                                             |       | G    | 54                              | 1,30665  | ,049238 | 1,149 | 1,479 |       |
|                                             |       | P+PP | 12                              | 1,29658  | ,051353 | 1,162 | 1,349 |       |
|                                             |       |      | Mandibula fraktal analiz değeri |          |         |       |       |       |
|                                             |       |      | N                               | Ortalama | SD      | Min.  | Maks  | P     |
| Mandibula bukkal frenulum bağlantı uzantısı | Erkek | M    | 84                              | 1,30651  | ,054025 | ,908  | 1,371 | 0.830 |
|                                             |       | G    | 37                              | 1,30241  | ,088475 | ,870  | 1,383 |       |
|                                             |       | P+PP | 5                               | 1,28960  | ,035781 | 1,234 | 1,321 |       |
|                                             | Kadın | M    | 90                              | 1,29533  | ,065727 | ,957  | 1,356 | 0.086 |
|                                             |       | G    | 37                              | 1,32822  | ,100350 | 1,056 | 1,745 |       |
|                                             |       | P+PP | 7                               | 1,30971  | ,014454 | 1,290 | 1,321 |       |

Her iki çenede bukkal frenulum bağlantı uzantısı çeşidine göre yapılan sınıflandırmada mukozal bağlantı tipinde kadın ve erkek hastalarda elde edilen fraktal değerlerin ortalaması benzer çıkmış olup, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4-16) (Tablo 4-17).

Her iki çenede bukkal frenulum bağlantı uzantısı çeşidine göre yapılan sınıflandırmada gingival bağlantı tipinde kadın ve erkek hastalarda elde edilen fraktal değerlerin ortalaması benzer çıkmış olup, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4-16) (Tablo 4-17).

Her iki çenede bukkal frenulum bağlantı uzantısı çeşidine göre yapılan sınıflandırmada papiller ve papiller penetre bağlantı tipinde kadın ve erkek hastalarda elde edilen fraktal değerlerin ortalaması benzer çıkmış olup, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4-16) (Tablo 4-17).

**Tablo 4-16** Cinsiyete Göre Maksilladaki Bukkal Frenulumların Bağlantı Uzantısı Noktalarındaki Fraktal Değerlerinin Karşılaştırılması

| Maksilla | Kadın | Erkek | T Testi | P      |
|----------|-------|-------|---------|--------|
| M        | 73    | 66    | 0,0235  | 0,9813 |
| G        | 54    | 55    | 0,1157  | 0,9801 |
| P+PP     | 12    | 11    | 0,0343  | 0,9730 |

**Tablo 4-17** Cinsiyete Göre Maksilladaki Bukkal Frenulumların Bağlantı Uzantısı Noktalarındaki Fraktal Değerlerinin Karşılaştırılması

| Mandibula | Kadın | Erkek | T Testi | P      |
|-----------|-------|-------|---------|--------|
| M         | 90    | 84    | 0,1221  | 0,9030 |
| G         | 37    | 37    | 0,1763  | 0,8605 |
| P+PP      | 7     | 5     | 0,1360  | 0,8945 |

Maksilla ve mandibulada dişlilik durumuyla fraktal değerler arasındaki ilişki Tablo 4-18 gösterilmiştir. Dişlilik durumu ile fraktal değerler arasında hem maksilla hem mandibulada istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmemiştir.

**Tablo 4-18** Dişlilik Durumu ile Fraktal Analiz Değerleri Arasındaki İlişki

|                           |                                                  | Maksilla fraktal analiz değeri  |          |         |       |       | P     |
|---------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------|----------|---------|-------|-------|-------|
|                           |                                                  | N                               | Ortalama | SD      | Min.  | Maks. |       |
| Dişlilik durumu maksilla  | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbiri yok            | 43                              | 1,28716  | ,075953 | ,995  | 1,349 | 0.249 |
|                           | 3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik | 105                             | 1,29448  | ,056151 | 1,058 | 1,349 |       |
|                           | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut           | 121                             | 1,30650  | ,084275 | ,886  | 1,745 |       |
|                           |                                                  | Mandibula fraktal analiz değeri |          |         |       |       | P     |
|                           |                                                  | N                               | Ortalama | SD      | Min.  | Maks. |       |
| Dişlilik durumu mandibula | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbiri yok            | 27                              | 1,31659  | ,032947 | 1,214 | 1,418 | 0.631 |
|                           | 3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik | 84                              | 1,31813  | ,071417 | 1,058 | 1,745 |       |
|                           | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut           | 162                             | 1,31020  | ,064070 | ,870  | 1,529 |       |

Fraktal değer ve yaş arasındaki korelasyon her bir bağlantı uzantısı için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Maksillada mukozal bağlantı (M) uzantısında yaş arttıkça fraktal değerlerin anlamlı düzeyde azaldığı görüldü. Bunun dışında anlamlı bir ilişki bulunmadı (Tablo 4-19).

**Tablo 4-19** Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısı Noktalarındaki Fraktal Analiz Değerlerinin Yaş ile Korelasyonu

|                                                |        |     | Maksilla fraktal analiz<br>değeri  |             |     |
|------------------------------------------------|--------|-----|------------------------------------|-------------|-----|
|                                                |        |     | r                                  | P           | N   |
| Maksilla bukkal frenulum bağlantı<br>uzantısı  | M      | Yaş | -,161                              | <b>,015</b> | 228 |
|                                                | G      | Yaş | -,022                              | ,827        | 105 |
|                                                | P + PP | Yaş | -,005                              | ,985        | 15  |
|                                                |        |     | Mandibula fraktal analiz<br>değeri |             |     |
|                                                |        |     |                                    |             |     |
| Mandibula bukkal frenulum bağlantı<br>uzantısı | M      | Yaş | -,040                              | ,603        | 173 |
|                                                | G      | Yaş | -,070                              | ,426        | 131 |
|                                                | P + PP | Yaş | ,242                               | ,215        | 28  |

#### 4.6 Misch sınıflandırması

Misch kemik yoğunluğu ile bukkal frenulum lokasyon bağlantısına göre yapılan sınıflandırma arasındaki ilişki değerlendirilmiştir (Tablo 4-20). Hem maksilla hem de mandibula lokasyon bağlantı çeşitleri arasında Misch kemik yoğunluğu açısından anlamlı fark olmadığı görüldü.

**Tablo 4-20** Maksilla ve Mandibulada Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırılması ile Bukkal Frenulum Lokasyon Sınıflandırılması Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

|                                                   |    | Maksilla bukkal frenulum lokasyonu  |      |    |      |    |      |    |      |       |   |
|---------------------------------------------------|----|-------------------------------------|------|----|------|----|------|----|------|-------|---|
|                                                   |    | K                                   |      | KK |      | P  |      | PP |      |       | P |
|                                                   |    | n                                   | %    | n  | %    | n  | %    | n  | %    |       |   |
| Maksilla Misch kemik yoğunluğu sınıflandırılması  | D1 | 0                                   | 0,0  | 1  | 0,9  | 0  | 0,0  | 0  | 0,0  | 0.458 |   |
|                                                   | D2 | 61                                  | 47,3 | 46 | 41,8 | 13 | 34,2 | 6  | 50,0 |       |   |
|                                                   | D3 | 55                                  | 42,6 | 52 | 47,3 | 24 | 63,2 | 6  | 50,0 |       |   |
|                                                   | D4 | 13                                  | 10,1 | 11 | 10,0 | 1  | 2,6  | 0  | 0,0  |       |   |
|                                                   |    | Mandibula bukkal frenulum lokasyonu |      |    |      |    |      |    |      |       |   |
|                                                   |    | K                                   |      | KK |      | P  |      | PP |      |       | P |
|                                                   |    | n                                   | %    | n  | %    | n  | %    | n  | %    |       |   |
| Mandibula Misch kemik yoğunluğu sınıflandırılması | D1 | 13                                  | 9,1  | 10 | 8,6  | 0  | 0,0  | 1  | 16,7 | 0.768 |   |
|                                                   | D2 | 90                                  | 62,9 | 83 | 71,6 | 14 | 82,4 | 4  | 66,7 |       |   |
|                                                   | D3 | 39                                  | 27,3 | 22 | 19,0 | 3  | 17,6 | 1  | 16,7 |       |   |
|                                                   | D4 | 1                                   | 0,7  | 1  | 0,9  | 0  | 0,0  | 0  | 0,0  |       |   |

Cinsiyet grupları kendi aralarında, maksilla ve mandibulada ayrı ayrı misch kemik yoğunluğu ile bukkal frenulum bağlantı lokasyonları arasındaki ilişkiler değerlendirildi (Tablo 4-21). Her iki cinsiyette de hem maksilla hem de mandibula lokasyon bağlantı çeşitleri arasında kemik yoğunluğu açısından anlamlı fark olmadığı görüldü.

**Tablo 4-21** Kadın ve Erkeklerde Ayrı Ayrı Olmak Üzere Bukkal Frenulum Bağlantı Lokasyon Çeşitleri ile Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırılması Arasındaki İlişki

|                                          |       |    | Maksilla bukkal frenulum<br>lokasyonu  |      |    |      |    |      |    |       | P     |
|------------------------------------------|-------|----|----------------------------------------|------|----|------|----|------|----|-------|-------|
|                                          |       |    | K                                      |      | KK |      | P  |      | PP |       |       |
|                                          |       |    | n                                      | %    | n  | %    | n  | %    | n  | %     |       |
|                                          |       |    |                                        |      |    |      |    |      |    |       |       |
| Maksilla<br>Misch<br>kemik<br>yoğunluğu  | Erkek | D2 | 14                                     | 36,8 | 22 | 59,5 | 18 | 48,6 | 2  | 33,3  | 0.172 |
|                                          |       | D3 | 17                                     | 44,7 | 14 | 37,8 | 17 | 45,9 | 3  | 50,0  |       |
|                                          |       | D4 | 7                                      | 18,4 | 1  | 2,7  | 2  | 5,4  | 1  | 16,7  |       |
|                                          | Kadın | D1 | 0                                      | 0,0  | 0  | 0,0  | 0  | 0,0  | 1  | 12,5  | 0.164 |
|                                          |       | D2 | 22                                     | 52,4 | 12 | 36,4 | 10 | 29,4 | 4  | 50,0  |       |
|                                          |       | D3 | 16                                     | 38,1 | 19 | 57,6 | 21 | 61,8 | 3  | 37,5  |       |
|                                          |       | D4 | 4                                      | 9,5  | 2  | 6,1  | 3  | 8,8  | 0  | 0,0   |       |
|                                          |       |    | Mandibula bukkal frenulum<br>lokasyonu |      |    |      |    |      |    |       | P     |
|                                          |       |    | K                                      |      | KK |      | P  |      | PP |       |       |
|                                          |       |    | n                                      | %    | n  |      | n  |      | n  |       |       |
|                                          |       |    |                                        |      |    |      |    |      |    |       |       |
| Mandibula<br>Misch<br>kemik<br>yoğunluğu | Erkek | D1 | 5                                      | 10,2 | 4  | 12,9 | 0  | 0,0  | 0  | 0,0   | 0.395 |
|                                          |       | D2 | 30                                     | 61,2 | 19 | 61,3 | 20 | 80,0 | 4  | 100,0 |       |
|                                          |       | D3 | 14                                     | 28,6 | 7  | 22,6 | 5  | 20,0 | 0  | 0,0   |       |
|                                          |       | D4 | 0                                      | 0,0  | 1  | 3,2  | 0  | 0,0  | 0  | 0,0   |       |
|                                          | Kadın | D1 | 6                                      | 12,2 | 2  | 5,0  | 1  | 7,1  | 0  | 0,0   | 0.901 |
|                                          |       | D2 | 31                                     | 63,3 | 29 | 72,5 | 10 | 71,4 | 8  | 66,7  |       |
|                                          |       | D3 | 11                                     | 22,4 | 9  | 22,5 | 3  | 21,4 | 4  | 33,3  |       |
|                                          |       | D4 | 1                                      | 2,0  | 0  | 0,0  | 0  | 0,0  | 0  | 0,0   |       |

Maksilla ve mandibulada bağlantı uzantısına göre yapılan bukkal frenulum sınıflandırması ile misch kemik yoğunluğu grupları arasındaki ilişki değerlendirildi. Hem maksilla hem de mandibula bağlantı uzantı çeşitleri arasında kemik yoğunluğu açısından anlamlı fark olmadığı görüldü. (Tablo 4-22).

**Tablo 4-22** Maksilla ve Mandibulada Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısı Sınıflandırılması ile Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırılması Arasındaki İlişki

|                        |       |       |    | Maksilla bukkal frenulum bağlantı<br>uzantısı  |      |    |      |        |      |       |   |
|------------------------|-------|-------|----|------------------------------------------------|------|----|------|--------|------|-------|---|
|                        |       |       |    | M                                              |      | G  |      | P + PP |      |       | P |
|                        |       |       |    | n                                              | %    | n  | %    | n      | %    |       |   |
| Maksilla<br>yoğunluğu  | Misch | kemik | D1 | 1                                              | 0,5  | 0  | 0,0  | 0      | 0,0  | 0.095 |   |
|                        |       |       | D2 | 94                                             | 48,0 | 27 | 32,1 | 5      | 55,6 |       |   |
|                        |       |       | D3 | 88                                             | 44,9 | 47 | 56,0 | 2      | 22,2 |       |   |
|                        |       |       | D4 | 13                                             | 6,6  | 10 | 11,9 | 2      | 22,2 |       |   |
|                        |       |       |    | Mandibula bukkal frenulum<br>bağlantı uzantısı |      |    |      |        |      |       |   |
|                        |       |       |    | M                                              |      | G  |      | P + PP |      |       | P |
|                        |       |       |    | n                                              | %    | n  | %    | n      | %    |       |   |
| Mandibula<br>yoğunluğu | Misch | kemik | D1 | 9                                              | 6,1  | 14 | 12,7 | 1      | 4,2  | 0.177 |   |
|                        |       |       | D2 | 106                                            | 71,6 | 71 | 64,5 | 14     | 58,3 |       |   |
|                        |       |       | D3 | 31                                             | 20,9 | 25 | 22,7 | 9      | 37,5 |       |   |
|                        |       |       | D4 | 2                                              | 1,4  | 0  | 0,0  | 0      | 0,0  |       |   |

Cinsiyet grupları kendi aralarında, maksilla ve mandibulada misch kemik yoğunluğu ile bukkal frenulum bağlantı uzantına göre yapılan sınıflandırma arasındaki korelasyon değerlendirildi (Tablo 4-23). Her iki cinsiyette de mandibula bağlantı uzantı çeşitleri arasında kemik yoğunluğu açısından anlamlı fark olmadığı görüldü. Ayrıca erkeklerde maksilla bağlantı uzantı çeşitleri arasında da kemik yoğunluğu açısından anlamlı fark bulunmadı. Buna karşın kadınlarda D2 kemik yoğunluğu gingival bağlantıda (G) anlamlı düzeyde düşük, D3 kemik yoğunluğu ise gingival bağlantıda (G) anlamlı düzeyde yüksek oranda gözlendi.

**Tablo 4-23** Kadın ve Erkeklerde Ayrı Ayrı Olmak Üzere Bukkal Frenulum Bağlantı Uzantısı Sınıflandırması ile Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırması Arasındaki İlişki

|                                 |       |    | Maksilla bukkal frenulum bağlantı uzantısı  |      |                 |      |                |      |       |
|---------------------------------|-------|----|---------------------------------------------|------|-----------------|------|----------------|------|-------|
|                                 |       |    | M                                           |      | G               |      | P + PP         |      |       |
|                                 |       |    | n                                           | %    | n               | %    | n              | %    |       |
| Maksilla Misch kemik yoğunluğu  | Erkek | D2 | 44                                          | 46,3 | 24              | 54,5 | 1              | 33,3 | 0.478 |
|                                 |       | D3 | 43                                          | 45,3 | 15              | 34,1 | 1              | 33,3 |       |
|                                 |       | D4 | 8                                           | 8,4  | 5               | 11,4 | 1              | 33,3 |       |
|                                 | Kadın | D1 | 1                                           | 1,0  | 0               | 0,0  | 0              | 0,0  | 0.001 |
|                                 |       | D2 | 50 <sub>a</sub>                             | 49,5 | 3 <sub>b</sub>  | 7,5  | 4 <sub>a</sub> | 66,7 |       |
|                                 |       | D3 | 45 <sub>a</sub>                             | 44,6 | 32 <sub>b</sub> | 80,0 | 1 <sub>a</sub> | 16,7 |       |
|                                 |       | D4 | 5                                           | 5,0  | 5               | 12,5 | 1              | 16,7 |       |
|                                 |       |    |                                             |      |                 |      |                |      |       |
|                                 |       |    | Mandibula bukkal frenulum bağlantı uzantısı |      |                 |      |                |      |       |
|                                 |       |    | M                                           |      | G               |      | P + PP         |      |       |
|                                 |       |    | n                                           | %    | n               | %    | n              | %    |       |
| Mandibula Misch kemik yoğunluğu | Erkek | D1 | 6                                           | 9,0  | 10              | 17,2 | 1              | 6,7  | 0.140 |
|                                 |       | D2 | 52                                          | 77,6 | 33              | 56,9 | 10             | 66,7 |       |
|                                 |       | D3 | 9                                           | 13,4 | 15              | 25,9 | 4              | 26,7 |       |
|                                 | Kadın | D1 | 3                                           | 3,7  | 4               | 7,7  | 0              | 0,0  | 0.243 |
|                                 |       | D2 | 54                                          | 66,7 | 38              | 73,1 | 4              | 44,4 |       |
|                                 |       | D3 | 22                                          | 27,2 | 10              | 19,2 | 5              | 55,6 |       |
|                                 |       | D4 | 2                                           | 2,5  | 0               | 0,0  | 0              | 0,0  |       |
|                                 |       |    |                                             |      |                 |      |                |      |       |

Her iki çenede de dişlilik durumu ile Misch kemik yoğunluğu arasındaki ilişki değerlendirildi (Tablo 4-24). Mandibulada D1 kemik yoğunluğunun sıklığı “3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik” olanlarda anlamlı düzeyde yüksek bulundu. D2 kemik yoğunluğunun sıklığı “3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut” olanlarda anlamlı düzeyde yüksek bulundu. D3 kemik yoğunluğunun sıklığı “3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbirisi yok” olanlarda anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu. D4 kemik yoğunluğu açısından anlamlı farka rastlanmadı. Maksillada D1 kemik yoğunluğu

açısından anlamlı farka rastlanmadı. D2 kemik yoğunluğunun sıklığı “3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut” olanlarda anlamlı düzeyde yüksek bulundu. D3 kemik yoğunluğunun sıklığı “3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbirisi yok” ve “3, 4, 5 numaralı dişlerin biri ya da ikisi eksik” olanlarda anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlemlendi. D4 kemik yoğunluğunun sıklığı ise “3, 4, 5 numaralı dişlerin hiçbirisi yok” olanlarda anlamlı düzeyde yüksek bulundu.

**Tablo 4-24** Dişlilik Durumu ile Her İki Çenede Misch Kemik Yoğunluğu Arasındaki Korelasyon

|                       |    | Mandibula dişlilik durumu              |      |                                                 |      |                                        |      |       |
|-----------------------|----|----------------------------------------|------|-------------------------------------------------|------|----------------------------------------|------|-------|
|                       |    | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hiç biri yok |      | 3, 4, 5 numaralı dişlerin biri yada ikisi eksik |      | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut |      |       |
|                       |    | n                                      | %    | n                                               | %    | n                                      | %    |       |
| Mandibula             | D1 | 2 <sub>a</sub>                         | 7,4  | 13 <sub>b</sub>                                 | 15,1 | 9 <sub>a</sub>                         | 5,3  | 0.006 |
| Misch kemik yoğunluğu | D2 | 13 <sub>a</sub>                        | 48,1 | 52 <sub>a</sub>                                 | 60,5 | 126 <sub>b</sub>                       | 74,6 |       |
|                       | D3 | 12 <sub>a</sub>                        | 44,4 | 20 <sub>b</sub>                                 | 23,3 | 33 <sub>b</sub>                        | 19,5 |       |
|                       | D4 | 0 <sub>a</sub>                         | 0,0  | 1                                               | 1,2  | 1                                      | 0,6  |       |
|                       |    | Maksilla dişlilik durumu               |      |                                                 |      |                                        |      |       |
|                       |    | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hiç biri yok |      | 3, 4, 5 numaralı dişlerin biri yada ikisi eksik |      | 3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut |      |       |
|                       |    | n                                      | %    | n                                               | %    | n                                      | %    |       |
| Maksilla Misch        | D1 | 0                                      | 0,0  | 1                                               | 0,9  | 0                                      | 0,0  | 0.001 |
| kemik yoğunluğu       | D2 | 8 <sub>a</sub>                         | 17,4 | 36 <sub>a</sub>                                 | 31,9 | 82 <sub>b</sub>                        | 63,1 |       |
|                       | D3 | 26 <sub>a</sub>                        | 56,5 | 68 <sub>a</sub>                                 | 60,2 | 43 <sub>b</sub>                        | 33,1 |       |
|                       | D4 | 12 <sub>a</sub>                        | 26,1 | 8 <sub>b</sub>                                  | 7,1  | 5 <sub>b</sub>                         | 3,8  |       |

Maksillada her bir bağlantı uzantısı için yaş ile Misch kemik yoğunluğu arasındaki ilişkiler incelendiğinde, maksillada G bağlantı uzantısında D2 kemik yoğunluğunda yaş ortalaması D3 ve D4 kemik seviyelerindeki bireylerden anlamlı düzeyde düşük bulundu. Bunun dışında anlamlı ilişki bulunamadı (Tablo 4-25).

**Tablo 4-25** Maksillada Her Bir Bağlantı Uzantı Noktalarındaki Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırmasının Yaşa Bağlı Dağılımı

| Maksilla bukkal frenulum bağlantı uzantısı |    | N  | Ortalama           | SD     | Minimum | Maksimum | P            |
|--------------------------------------------|----|----|--------------------|--------|---------|----------|--------------|
| M                                          | D1 | 1  | 47,00              | .      | 47      | 47       | 0.461        |
|                                            | D2 | 94 | 42,27              | 17,123 | 13      | 77       |              |
|                                            | D3 | 88 | 43,49              | 13,001 | 14      | 66       |              |
|                                            | D4 | 13 | 49,31              | 11,108 | 36      | 67       |              |
| G                                          | D2 | 27 | 39,41 <sup>a</sup> | 20,663 | 12      | 67       | <b>0.003</b> |
|                                            | D3 | 47 | 50,00 <sup>b</sup> | 13,563 | 22      | 85       |              |
|                                            | D4 | 10 | 58,30 <sup>b</sup> | 11,036 | 39      | 69       |              |
| P + PP                                     | D2 | 5  | 39,80              | 23,774 | 14      | 61       | 0.850        |
|                                            | D3 | 2  | 49,00              | 11,314 | 41      | 57       |              |
|                                            | D4 | 2  | 45,50              | 6,364  | 41      | 50       |              |

Mandibulada her bir bağlantı uzantısı için yaş ile Misch kemik yoğunluğu arasındaki ilişkiler incelendiğinde, mandibulada G bağlantı uzantısında D2 kemik yoğunluğunda yaş ortalaması D1 kemik yoğunluğundaki bireylerden anlamlı düzeyde düşük bulundu. Bunun dışında anlamlı ilişki bulunamadı (Tablo 4-26).

**Tablo 4-26** Mandibulada Her Bir Bağlantı Uzanlı Noktalarındaki Misch Kemik Yoğunluğu Sınıflandırmasının Yaşa Bağlı Dağılımı

| Mandibula<br>frenulum bağlantı uzantısı |    | N   | Ortalama            | SD     | Minimum | Maksimum | P            |
|-----------------------------------------|----|-----|---------------------|--------|---------|----------|--------------|
| M                                       | D1 | 9   | 53,22               | 9,189  | 42      | 63       | 0.235        |
|                                         | D2 | 106 | 42,59               | 17,176 | 13      | 85       |              |
|                                         | D3 | 31  | 41,94               | 10,853 | 22      | 65       |              |
|                                         | D4 | 2   | 37,50               | 2,121  | 36      | 39       |              |
| G                                       | D1 | 14  | 58,36 <sup>a</sup>  | 11,875 | 45      | 85       | <b>0.001</b> |
|                                         | D2 | 71  | 41,13 <sup>b</sup>  | 15,865 | 12      | 68       |              |
|                                         | D3 | 25  | 47,92 <sup>ab</sup> | 13,515 | 22      | 67       |              |
| P + PP                                  | D1 | 1   | 50,00               | .      | 50      | 50       | 0.885        |
|                                         | D2 | 14  | 49,43               | 11,680 | 25      | 67       |              |
|                                         | D3 | 9   | 51,78               | 10,158 | 26      | 61       |              |

Fraktal analiz değerleri ile mental index arasındaki korelasyonlar incelendiğinde, anlamlı bir ilişkinin olmadığı görüldü (Tablo 4-27).

**Tablo 4-27** Mental indeks ile fraktal analiz değerleri arasındaki korelasyon

|                                     | Sağ Mental İndeks |      |     | Sol Mental İndeks |      |     |
|-------------------------------------|-------------------|------|-----|-------------------|------|-----|
|                                     | r                 | P    | N   | r                 | P    | N   |
| Sağ mandibula fraktal analiz değeri | ,029              | ,736 | 138 | ,142              | ,099 | 135 |
| Sol Mandibula fraktal analiz değeri | -,014             | ,876 | 134 | -,106             | ,223 | 135 |

Mandibulada mental indeks değerleri açısından Misch kemik yoğunlukları arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, anlamlı bir ilişkinin olmadığı görüldü. (Tablo 4-28).

**Tablo 4-28** Misch Kemik Yoğunluğu ile Mental İndeks Arasındaki Korelasyon

|                                 |    | Mental İndeks |          |        |      |      | P     |
|---------------------------------|----|---------------|----------|--------|------|------|-------|
|                                 |    | N             | Ortalama | SD     | Min  | Maks |       |
| Mandibula misch kemik yoğunluğu | D1 | 24            | 2,7679   | ,48737 | 2,10 | 4,00 | 0.416 |
|                                 | D2 | 191           | 2,7527   | ,52455 | 1,57 | 4,14 |       |
|                                 | D3 | 65            | 2,6832   | ,46868 | 1,77 | 4,20 |       |
|                                 | D4 | 2             | 2,2450   | ,55861 | 1,85 | 2,64 |       |

Maksilla ve mandibulada Misch kemik yoğunlukları arasında fraktal analiz değerleri bakımından farklılıklar incelendiğinde, anlamlı farkın olmadığı görüldü (Tablo 4-29).

**Tablo 4-29** Misch Kemik Yoğunluğu ile Fraktal Analiz Arasındaki Korelasyon

| Misch kemik yoğunluğu sınıflandırması |    | Maksilla fraktal analiz değeri  |          |         |       |       |       |
|---------------------------------------|----|---------------------------------|----------|---------|-------|-------|-------|
|                                       |    | N                               | Ortalama | SD      | Min   | Maks  | P     |
| Maksilla Misch kemik yoğunluğu        | D1 | 1                               | 1,28200  | .       | 1,282 | 1,282 | 0.897 |
|                                       | D2 | 117                             | 1,29511  | ,093297 | ,886  | 1,745 |       |
|                                       | D3 | 126                             | 1,30115  | ,057246 | 1,030 | 1,634 |       |
|                                       | D4 | 25                              | 1,30396  | ,024879 | 1,248 | 1,332 |       |
|                                       |    | Mandibula fraktal analiz değeri |          |         |       |       |       |
|                                       |    | N                               | Ortalama | SD      | Min   | Maks. | P     |
| Mandibula Misch kemik yoğunluğu       | D1 | 24                              | 1,31146  | ,033396 | 1,219 | 1,383 | 0.996 |
|                                       | D2 | 182                             | 1,31313  | ,071495 | ,870  | 1,745 |       |
|                                       | D3 | 65                              | 1,31412  | ,050800 | 1,118 | 1,615 |       |
|                                       | D4 | 2                               | 1,32100  | ,000000 | 1,321 | 1,321 |       |

## 5. TARTIŞMA

Literatürde çok sayıda labial frenulum sınıflandırılması ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Ancak en çok Placek (27) ve arkadaşlarının labial frenulumlar için bağlantı uzantısına göre yaptığı sınıflandırma kullanılmaktadır. Bu sınıflandırmada papiller ve papiller penetre bağlantı yüksek labial frenulum bağlantısı (patolojik) olarak kabul edilmektedir. Yüksek labial frenulum ataçmanlarının diastemaya, periodontal ataçman kaybına, dental plak birikimine ve kas çekişine bağlı olarak kemik yapıda kayba neden olduğundan bahsedilmektedir (36).

Bukkal frenulum maksiller ve mandibular arkın her iki yanında ve yanağa bakan taraflarında, kasların yüzeyinde bulunan bir bağ doku katlantısıdır (19). Yüksek bağlantılı bukkal frenulumların da labial frenulumlarda olduğu gibi dezavantajlara sebep olabileceği öngörülmektedir. Literatürde bukkal frenuluma ait herhangi bir sınıflandırma bulunmamaktadır.

İmplant cerrahisi ya da kemikte yapılacak herhangi bir cerrahi işlemde, kemik kalitesi ve yoğunluğu önem arz etmektedir. Bukkal frenulumlar, kasların üzerinde yer alan bağ dokusu katlantıları olduklarından, bağlantı noktalarında kemik yapı üzerinde değişimler yapabileceği düşünülmüştür. Bukkal frenulum kanin ve premolar bölgede lokalize olduğu için, bu bölgede yapılacak kemik cerrahilerinin başarısının frenulumun bağlantı uzantısı ve lokasyonu ile ilişkili olabileceği öngörülmektedir.

Literatürde bukkal frenulumların lokasyon olarak kanin veya premolar bölgede konumlandığından bahsedilmiş (17, 19) ancak frenulumların lokasyon bölgesi ile ilgili bir sınıflandırma yapılmamıştır. Bu çalışmada Iwanaga (3) ve arkadaşlarının yaptığı anatomik çalışmadan yola çıkarak bukkal frenulumlar için yeni bir sınıflandırma olan lokasyon sınıflandırması yapıldı. Bu lokasyon sınıflandırması yapılırken bağlantıların tek veya çift bağlantı olduğu da dikkate alındı. Yapılan çalışmada her iki çenede toplamda 725 frenulum değerlendirildi. Bu frenulumların 273 tanesi kanin bağlantılı (K), 227 tanesi kanin kanin bağlantılı (KK), 179 tanesi premolar bağlantılı (P), 46 tanesi ise premolar premolar (PP) bağlantılı olarak bulundu. Erkek hastalarda mandibulada P bağlantısı daha fazla görülürken, PP

bağlantısı ise kadınlarda daha fazla sayıda bulundu. Lokasyon çeşitleri ile yaş arasında her iki çenede de bir korelasyon görülmedi.

Literatürde labial frenulumların bağlantı uzantıları ve morfolojileri için çeşitli çalışmalar mevcuttur. Kotlow (33) ve arkadaşları, Placek (27) ve arkadaşları, Popovich (31) ve arkadaşları, Rui (304) ve arkadaşları ve Santa Maria (34) ve arkadaşları tarafından bağlantı uzantılarına göre çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Sewerin (29) ve arkadaşları ise labial frenulumları morfolojik olarak sınıflandırmıştır.

Elizabeth ve arkadaşları, 1 ile 18 yaş arasındaki 226 çocuk üzerinde yaptıkları çalışmalarında labial frenulum bağlantı uzantılarını Placek (27) ve arkadaşlarının belirttiği şekilde sınıflandırmışlar ve gingival bağlantı %41,6, papiller penetre bağlantı %26,1, papiller bağlantı %22,1 ve mukozal bağlantı %10,2 olarak bulunmuştur (305).

Bervian ve arkadaşları 304 yetişkin üzerinde yaptıkları çalışmada, labial frenulum bağlantı uzantılarını Placek (27) ve arkadaşlarının belirttiği şekilde sınıflandırmıştır. Yaptıkları çalışmada gingival bağlantı %51, mukozal bağlantı %21,4, papiller bağlantı %21, ve papiller penetre %6,6 oranında tespit edilmiştir (306).

Jańczuk ve Banach, Polonyalı gençler üzerinde yaptıkları çalışmada Placek (27) ve arkadaşlarını belirttiği sınıflandırmayı kullanılarak labial frenulumları bağlantı uzantısına göre sınıflandırmışlardır. En yaygın olan bağlantı tipinin mukozal bağlantı (%39) olduğunu en az görülen bağlantı tipinin ise papiller penetre (%5) olduğunu bildirmişlerdir (307).

Santa Mariana ve arkadaşları Kaliforniya Standford Üniversitesi'nde 100 yeni doğan üzerinde yaptıkları çalışmada, kendilerinin belirlediği Stanford sınıflandırmasını kullanmışlardır. 100 yeni doğanın 6'sında tip 1 (mukogingival birleşmeye yakın), 83'ünde tip 2 (dış etine yerleşmiş), 11'inde tip 3 (papillanın alt kenarına yada palatine doğru uzanan) bağlantı tipi bulunmuştur (34).

Bu tez çalışmasında, Placek (27) ve arkadaşlarının labial frenulum bağlantı uzantısına göre yaptığı sınıflandırma bukkal frenulumun bağlantı uzantısı sınıflandırması için kullanıldı. 725 frenulum bağlantı uzantısına göre

değerlendirildiğinde 431 (%59,4) mukozal bağlantı (M), 250 (%34,5) gingival bağlantı (G) 44 (%6,1) papiller ve papiller penetre (P+PP) bulundu. Labial frenulum sınıflandırmaları ile ilgili birçok çalışmada mukozal ve gingival bağlantı tipi papiller ve papiller penetre bağlantı tipine göre daha fazla sayıda bulunmuştur. Bu tez çalışması bukkal frenulum sınıflandırmaları ile ilgili ilk çalışma olup, görülme sıklılıkları bakımından labial frenulum ile ilgili yapılan birçok çalışmaya benzerlik göstermektedir. Literatürde çocuklarda ve yenidoğanlarda yapılan çalışmalarda papiller ve papiller penetre bağlantı tipinin fazla sayıda olması, diş etinin ve alveol kretin gelişiminin henüz tamamlanmamasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Yetişkinler üzerinde yapılan bazı çalışmalarda ise bu çalışmadan farklı olarak gingival bağlantı mukozal bağlantıya göre daha yüksek oranda bulunmuştur. Bu durum ise bu çalışmada bukkal frenulumların, literatürdeki çalışmalarda ise labial frenulumların değerlendirilmesine ve çalışma grubunun farklı olmasına bağlanmıştır. Mandibulada mukozal tip bağlantının yaş ortalaması, papiller ve papiller penetre tipi bağlantıya göre daha düşük bulundu. Bağlantı uzantısı ile cinsiyet arasında her iki çenede bir korelasyon görülmedi.

Her iki çenede frenulumların bağlantı uzantısına göre yapılan sınıflandırma ile bu bölgelere yakın konumlanan 3, 4 ve 5 numaralı dişlerin varlığı arasındaki ilişki değerlendirildi. Her iki çenede de 3, 4, 5 numaralı dişlerin hepsi mevcut olduğu durumlarda, mukozal bağlantı yapan frenulumların oranı anlamlı derecede yüksek bulundu. Maksillada 3, 4 ve 5 numaralı dişlerinin hepsi mevcut olduğu durumda gingival bağlantı yapan frenulum oranı en düşük bulundu. Buna karşın maksillada 3,4 ve 5 numaralı dişlerin hiçbirinin olmadığı durumda gingival bağlantı yapan frenulum oranı en yüksek bulundu. Yine maksillada papiller ve papiller penetre yapan frenulum 3, 4 ve 5 numaralı dişlerin hiçbirinin olmadığı durumda, bu dişlerin hepsinin bulunduğu duruma göre daha fazla sayıda bulundu. Hem maksilla hem mandibulada 3, 4 ve 5 numaralı dişlerin tamamı olmayan hastalarda mukozal ve gingival bağlantı tipinin, parsiyel olarak bu dişlerin eksik olduğu ya da bu dişlerinin tamamının ağız içinde bulunduğu hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunması kret rezorpsiyonu ile ilişkilendirilmiştir.

Diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan panoramik radyografilerde, radyomorfometrik ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümler, diş hekimleri tarafından osteoporotik veya düşük BMD'ye sahip hastalara ön tanı konulması açısından önemlidir (86, 308-310)

Radyomorfometrik ölçümlerden biri olan mental indeks, literatürde birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. (311-313).

Benson ve arkadaşları mental indeks değerinin yaşla birlikte azaldığını ve azalmanın daha çok kadınlarda olduğunu bildirmişlerdir (97).

Kribbs ve arkadaşları, 112 sağlıklı ve osteoporozlu kadın bireyler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, osteoporozlu olanların mental indeks değerlerinin sağlıklı olanlara göre daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir (314).

Dağıstan ve arkadaşları, 20 sağlıklı ve 20 osteoporozlu erkek hasta üzerinde yaptıkları çalışmada radyomorfometrik ölçümler ile karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada mental indeks değerinin osteoporozlu hastalarda daha düşük çıktığı bildirilmiştir (315).

Bajoria ve arkadaşları mental indeks ölçümünün osteoporozun ön tanısı için yararlı olabileceğinin bildirmişlerdir (316).

Hastar ve arkadaşları, sağlıklı ve osteoporozlu 487 kişide yaptıkları çalışmada, mental indeks değerinin osteoporozlu hastalarda daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (99).

Kas ve kemik fonksiyonel olarak yakından bağlantılı iki yapıdır (317). Frenulumların da kaslar üzerinde bir bağ dokusu katlantısı olmasından yola çıkarak frenulumların bağlantı lokasyonlarının ve tiplerinin çenedeki trabeküler ve kortikal kemik yapısını etkileyebileceği düşünüldü. Bu tez çalışmasında mandibula bulunan frenulumların bağlantı uzantısı ve lokasyon çeşitlerine göre mental indeks değerleri karşılaştırıldı. Yapılan iki farklı sınıflandırılma ile ölçülen mental indeks değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Mandibulada dişlilik durumu ile sağ ve sol taraf ayrımı yapılarak ayrı ayrı ölçülen mental indeks değerleri arasında bir korelasyon gözlenmedi. Literatürde osteoporozlu olan hastalarda panoramik radyografide mental indeks ile yapılan birçok çalışmada anlamlı sonuçlar çıkmasına karşın bizim çalışmamızda mental indeks verilerinde anlamlı sonuçlar çıkmaması, bukkal frenulumların kortikal kemik yapıya nazaran trabeküler kemik yapısını etkilediğini düşündürmüştür.

Trabeküler kemik, fraktal özellikler sergileyen bir dallanma özelliğine sahiptir. Trabeküler kemiğin kompleks yapısını belirlemek için fraktal analiz metodu kullanılmaktadır (15, 254, 318). Diş hekimliğinde fraktal analiz metodu, çene kemiğinin zaman içindeki morfolojik yapısının değişimini görmek için kullanılmaktadır (319). Bazı araştırmacılar fraktal analizi, osteoporotik hastaları sağlıklı bireylerden ayırmada umut verici bir uygulama olarak görmektedir (268, 269).

Bazı çalışmalarda, kemik mineral yoğunluğunun azalması ile trabekül kemik yapının karmaşıklığının arttığından ve fraktal değerin de buna bağlı artış gösterdiğinden bahsedilmiştir (250, 320). Buna karşın bazı araştırmacılar ise kemik mineral yoğunluğunun azalması ile fraktal değerde ciddi bir düşüş olacağından bahsetmişlerdir (321, 322).

Tosoni ve arkadaşları osteoporoz ile trabeküler kemik yapısındaki değişimi incelemek için panoramik radyografide fraktal analiz metodunu kullanmışlardır. Bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmadığını bildirmişlerdir (267).

Jolley ve arkadaşları alveol kretteki trabeküler kemik yapının değişimini değerlendirmede, periapikal radyografilerde yapılan fraktal boyut analizinin güvenilir sonuçlar verdiğini savunmuşlardır (263).

Shrout ve arkadaşları sağlıklı ve orta dereceli periodontal hastalar arasında arasındaki trabeküler kemik yapıda farklılıklarını karşılaştırmak için fraktal analizi kullanmışlardır (323).

Updike ve arkadaşları, çalışmalarında Güney Kaliforniya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ndeki 108 hastayı sağlıklı, orta ve şiddetli periodontitis olmak üzere 3 gruba ayırmışlardır. Bu hastaların periapikal radyografilerinde fraktal analiz metodu kullanılmıştır. Sağlıklı periodontal dokulara sahip hastalarda daha yüksek fraktal analiz değerleri ölçülmüştür (286).

Yu ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, 30 hastaya kök kanal tedavisi yapıldıktan 6 ay sonra fraktal boyutun önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir (293).

Jung ve arkadaşları çalışmalarında, 35 implantı olan 12 hastanın implant yerleştirmeden önce ve yerleştirdikten sonra fraktal analiz metodu kullanarak trabeküler kemik yapılarını değerlendirmişlerdir (324).

Bu tez çalışmasında frenulum bağlantı uzantısı çeşitlerinin ve lokasyon çeşitlerinin çene kemiklerindeki trabeküler kemik yapıyı etkileyebileceği düşünüldü. Her iki çenede bukkal frenulumların lokasyon çeşitleri ile fraktal analiz değerleri karşılaştırıldı. Mandibulada premolar-premolar bağlantısındaki fraktal değeri kanin ve kanin-kanin bağlantılarındaki fraktal değere göre daha düşük olarak bulundu. Lokasyon bağlantı çeşitleri ile fraktal analiz değerleri kadın ve erkeklerde ayrı ayrı değerlendirildi ve her iki çenede de anlamlı bir fark bulunamadı.

Maksilla ve mandibulada bukkal frenulumların bağlantı uzantısına göre yapılan sınıflandırması ile fraktal analiz değerleri karşılaştırıldı. Hem maksilla hem de mandibula bağlantı uzantı çeşitleri arasında fraktal değer açısından anlamlı fark olmadığı görüldü. Bukkal frenulum bağlantı uzantısı sınıflandırması ile fraktal analiz değerleri kadın ve erkeklerde ayrı ayrı değerlendirildi ve her iki çenede de anlamlı bir fark bulunamadı. Her iki çenede dişlilik durumu ile fraktal değerler karşılaştırıldığında herhangi bir ilişki tespit edilmedi.

Bukkal frenulumların her bağlantı uzantısı tipi için yaş ile fraktal değer arasında korelasyon değerlendirildi. Maksillada mukozal bağlantı uzantısı tipinde yaş ile birlikte fraktal değer azaldığı bulundu. Bukkal frenulumun mukozal bağlantı tipinde alveol kretin mukogingival birleşkesine bağlantı yapıldığı için alveol kret kasların yüzeyinde bulunan frenulum tarafından yeterince desteklenmemektedir. Kas tarafından yeterince desteklenmeyen alveol kemikte trabeküler yapının karmaşıklığının azalabileceği düşünülmüştür. Yine yaş artışı ile birlikte trabeküler kemik yoğunluğunun azalabileceği düşünülmüştür. Fraktal değerdeki azalma bu iki duruma bağlanmıştır.

Misch, kortikal ve trabeküler kemik yapı özelliklerine dayanarak D1, D2, D3 ve D4 olmak üzere 4 tip kemik yoğunluğu önermiştir (325).

He ve arkadaşları implant cerrahisindeki başarısızlıkların %2'sinin D1 ve D2 kemik yapısında, %9'unun ise D3 ve D4 kemik yapısında olduğunu bildirmişlerdir (326).

Goiato ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, toplamda 12.465 implantı bulunan 3937 hastada çenelerdeki kemik yoğunluğuna göre implantların başarılı olma durumlarını araştırmışlardır. Bu çalışmada implantların başarı oranları D1 kemik sınıfında %97,6, D2 kemik yapısında %96,2, D3 kemik yapısında %96,5, D4 kemik yapısında ise %88,8 olarak belirlenmiştir (327).

Bu tez çalışmasında Misch kemik yoğunluğu sınıflandırmasından yola çıkarak, bukkal frenulumların bağlantı noktalarındaki kemik yapısı KIBT kullanılarak subjektif olarak değerlendirildi. Bukkal frenulum bağlantı lokasyon çeşitleri ile KIBT kullanarak subjektif olarak değerlendirilen kemik yapılar (D1, D2, D3 ve D4) arasında korelasyon bulunmadı. Hastalar kadın erkek olarak ayrı ayrı değerlendirildiğinde, bukkal frenulum bağlantı lokasyon sınıflandırması ile subjektif olarak değerlendirilen kemik yapısı arasında bir korelasyon görülmedi.

Bukkal frenulumların bağlantı uzantısına göre yapılan sınıflandırması ile KIBT kullanarak subjektif olarak değerlendirilen kemik yapılar arasında (D1, D2, D3 ve D4) arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Hastalar kadın erkek olarak ayrı ayrı değerlendirildiğinde, bukkal frenulum bağlantı uzantısı ile KIBT’ da değerlendirilen kemik yapı arasında mandibulada her iki cinsiyette de anlamlı bir ilişki bulunmadı. Kadın hastalarda maksillada D2 kemik yoğunluğu gingival bağlantıda (G) anlamlı düzeyde düşük, D3 kemik yoğunluğu ise gingival bağlantıda (G) anlamlı düzeyde yüksek oranda gözlemlendi.

Her iki çenede dişlilik durumu ile KIBT ile subjektif olarak değerlendirilen kemik yapı arasındaki ilişki incelendiğinde, kemik yapı ile dişlilik durumu arasında anlamlı farklar bulundu. Bukkal frenulumların bağlantı noktalarına yakın konumlanan 3, 4 ve 5 dişlerin parsiyel eksikliğinde mandibulada frenulum bölgesinde D1 kemik yoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Buna karşın maksillada D1 kemik yoğunluğu açısından anlamlı farka rastlanmadı. 3,4 ve 5 numaralı dişlerin tamamının ağızda mevcut olduğu durumda mandibulada ve maksillada frenulum bölgesinde D2 kemik yoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Bukkal frenulum bağlantı bölgelerinde D3 kemik yoğunluğu ise mandibulada 3,4 ve 5 numaralı dişlerin total eksikliğinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Maksilla ise dişlerin hem total

hem parsiyel eksikliğinde D3 kemik yoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bukkal frenulum bağlantılarının maksilla ve mandibuladaki kemik yapıya etkisinin değerlendirildiği bu tez çalışması, Türk subpopulasyonu üzerinde gerçekleştirildi.

Bu tez çalışmasının sonucunda;

- Bukkal frenulumlar için literatürde olmayan bir lokasyon sınıflandırılması belirlendi. Yapılan sınıflandırmada mandibulada premolar bağlantı erkeklerde premolar- premolar bağlantısının kadınlarda anlamlı derecede yüksek bulundu. Lokasyon bağlantısı çeşitleri ile yaş arasında anlamlı bir fark bulunamadı.
- Maksilla ve mandibulada lokasyon bağlantı çeşitlerinin dağılımı incelendi. Premolar lokasyon bağlantı çeşidi maksillada mandibulaya kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla sayıda bulundu.
- Bukkal frenulumlar, lokasyon sınıflandırmasından farklı olarak, literatürde labial frenulum bağlantı uzantıları için kullanılan bir sınıflandırma ile sınıflandırıldı. Mandibulada mukozal bağlantı uzantısında yaş ortalaması papiller ve papiller penetre bağlantı uzantısındaki yaş ortalamasından anlamlı düzeyde daha küçük bulundu. Cinsiyet ile bağlantı uzantısı çeşitleri arasında anlamlı fark bulunamadı.
- Maksilla ve mandibulada bukkal frenulum bağlantı uzantısı çeşitlerinin dağılımı incelendi. Mukozal bağlantı tipi maksillada mandibulaya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla sayıda bulundu. Gingival bağlantı tipi ise mandibulada maksillaya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. Papiller ve papiller penetre bağlantı tipi ise mandibulada maksillaya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu.
- Her iki çenede dişlilik durumu ile bağlantı uzantısı çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulundu.
- Mandibulada bulunan bukkal frenulumların lokasyonuna göre yapılan sınıflandırma ile OPG’de ölçülen mental indeks değerleri arasında anlamlı fark bulunamadı.

- Mandibulada bulunan bukkal frenulumların bağlantı uzantısına göre yapılan sınıflandırma ile OPG’de ölçülen mental indeks değerleri arasında anlamlı fark bulunamadı.
- Mandibulada bulunan bukkal frenulumların lokasyon bağlantı çeşitleri arasında sadece PP bağlantısındaki mandibula fraktal değeri K ve KK bağlantılarından anlamlı düzeyde düşük çıktı. Maksillada anlamlı fark bulunmadı.
- Her iki çenede bukkal frenulumların bağlantı uzantısı ile fraktal değerler arasında anlamlı bir fark bulunamadı.
- Maksilla ve mandibulada her bir bağlantı uzantısı için yaş ile fraktal analiz değerleri arasındaki korelasyonlar incelendi. Maksillada M bağlantı uzantısında yaş arttıkça fraktal analiz değeri anlamlı düzeyde azaldı.
- Misch kemik yoğunluğu ile bukkal frenulum bağlantı lokasyon çeşitleri arasında anlamlı ilişki olmadığı görüldü.
- Misch kemik yoğunluğu ile bukkal frenulum bağlantı uzantısı çeşitleri arasında anlamlı ilişki olmadığı görüldü.
- Kadın ve erkeklerde ayrı ayrı değerlendirildiğinde, kadınlarda maksillada bukkal frenulum bağlantı uzantısı sınıflandırması ile Misch kemik yoğunluğu sınıflandırması arasında korelasyon bulundu.
- Maksilla ve mandibulada her bir bağlantı uzantı noktalarındaki Misch kemik yoğunluğu sınıflandırmasının yaşa bağlı dağılımında anlamlı farklar bulundu.

Klinisyenlerin, bukkal frenulum lokasyonlarına yakın yani kanin ve premolar bölgelere yapılacak implant veya başka kemik cerrahisi işlemleri sırasında dikkatli olmaları önerilir. Çalışmada en çok bulunan bağlantı uzantısı tipi olan mukozal bağlantıda yaşla birlikte trabeküler kemik yapının fraktal değerinin azalması bukkal frenulum bağlantı yakınlarında kemik yapıda değişim olacağını fikrini vermektedir. Yapılan bu tez çalışmasında bazı verilerin istatistiksel olarak anlamlı çıkmasına dayanarak daha geniş popülasyonda bukkal frenulumun maksilla ve mandibuladaki trabeküler ve kortikal kemik yapıya etkisinin araştırılması önerilmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında Vancouver atıf sistemi kullanılmıştır.)

1. Henry SW, Levin MP, Tsaknis PJ. Histologic features of the superior labial frenum. *Journal of periodontology*. 1976;47(1):25-8.
2. Zarb G, Bryant S. Preprosthetic surgery: Improving the patients denture-bearing areas and ridge relations. *Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients, Complete Dentures and Implant-Supported Protheses*. 2004;12:103.
3. Iwanaga J, Takeuchi N, Oskouian RJ, Tubbs RS. Clinical anatomy of the frenulum of the oral vestibule. *Cureus*. 2017;9(6).
4. Anahita P, Thomas B, Amitha R. Management of an aberrant mandibular buccal frenum-A case report. *Journal of Dental Sciences*. 2018;3(1):5-7.
5. Newman MG, Takei H, Klokkevold PR, Carranza FA. *Carranza's clinical periodontology: Elsevier health sciences*; 2011.
6. Cohen ES. *Atlas of cosmetic and reconstructive periodontal surgery: PMPH-USA*; 2007.
7. Niazi M, Manzoor N, Sajjad S, Qazi HS. Morphological and attachment variations of median maxillary labial frenum. *Pakistan Orthodontic Journal*. 2017;9(1):19-23.
8. Hekimlerinin ÇHSÇD. Kullandıkları Radyografik Teknik ve Ekipmanları bitirme tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı. 2009.
9. TOZOĞLU Ü. Konik Işınli Bilgisayarli Tomografinin Çalışma Prensibi ve Kullanım Alanları. *Türkiye Klinikleri Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics*. 2016;2(1):9-13.
10. Zlatarić DK, Čelebić A. Clinical bone densitometric evaluation of the mandible in removable denture wearers dependent on the morphology of the mandibular cortex. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003;90(1):86-91.
11. Branemark P, Zarb G, Albrektsson T. *Tissue-Integrated prostheses. Osseointegration in Clinical Dentistry*. Quintessence Publishing Co. Inc, Chicago. 1985.
12. Demirbaş AK, Ergün S, Güneri P, Aktener BO, Boyacıoğlu H. Mandibular bone changes in sickle cell anemia: fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2008;106(1):e41-e8.
13. Lynch J, Hawkes D, Buckland-Wright J. Analysis of texture in macroradiographs of osteoarthritic knees, using the fractal signature. *Physics in Medicine & Biology*. 1991;36(6):709.
14. Russell DA, Hanson JD, Ott E. Dimension of strange attractors. *Physical Review Letters*. 1980;45(14):1175.
15. Geraets W, Van Der Stelt P. Fractal properties of bone. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2000;29(3):144-53.
16. Ruttimann UE, Webber RL, Hazelrig JB. Fractal dimension from radiographs of peridental alveolar bone: a possible diagnostic indicator of osteoporosis. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1992;74(1):98-110.
17. Priyanka M, Sruthi R, Ramakrishnan T, Emmadi P, Ambalavanan N. An overview of frenal attachments. *Journal of Indian society of Periodontology*. 2013;17(1):12-5.
18. Standring S. *London: Elsevier Health Sciences. London: Elsevier Health Sciences*; 2015.
19. Baxter R, Merkel - Walsh R, Lahey L, Knutsen C, Zaghi S. The buccal frenum: Trends in diagnosis and indications for treatment of buccal - ties among 466 healthcare professionals. *Journal of oral rehabilitation*. 2024;51(2):369-79.
20. Anderson K, Anderson LE, Glanze WD. *Mosby's medical, nursing, and allied health dictionary. (No Title)*. 1998.
21. Singh S, Kent RD, Rider P. *Illustrated dictionary of speech-language pathology: Singular*; 2000.
22. Knox I. Tongue tie and frenotomy in the breastfeeding newborn. *NeoReviews*. 2010;11(9):e513-e9.
23. Segal LM, Stephenson R, Dawes M, Feldman P. Prevalence, diagnosis, and treatment of ankyloglossia: methodologic review. *Canadian Family Physician*. 2007;53(6):1027-33.
24. DA SILVA LIL. *Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos*.

25. Gartner LP, Schein D. The superior labial frenum: a histologic observation. *Quintessence international*. 1991;22(6).
26. Hur M-S, Kim H-J, Choi B-Y, Hu K-S, Kim H-J, Lee K-S. Morphology of the mentalis muscle and its relationship with the orbicularis oris and incisivus labii inferioris muscles. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2013;24(2):602-4.
27. Mirko P, Miroslav S, Lubor M. Significance of the labial frenum attachment in periodontal disease in man. Part II. An attempt to determine the resistance of periodontium. *Journal of periodontology*. 1974;45(12):895-7.
28. Townsend JA, Brannon RB, Cheramie T, Hagan J. Prevalence and variations of the median maxillary labial frenum in children, adolescents, and adults in a diverse population. *General dentistry*. 2013;61(2):57-60; quiz 1.
29. Sewerin I. Prevalence of variations and anomalies of the upper labial frenum. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1971;29(4):487-96.
30. Dr. Dhalkari CD, Dr. Indurkar, M.S., Dr. Gayathri, R. Evaluation of variation in the maxillary labial frenal attachment and its morphology in population. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT RESEARCH*. May, 2020;12(05):11610-3.
31. Popovich F, Thompson G, Main P. The maxillary interincisal diastema and its relationship to the superior labial frenum and intermaxillary suture. *The Angle Orthodontist*. 1977;47(4):265-71.
32. Komori S, Matsumoto K, Matsuo K, Suzuki H, Komori T. Clinical study of laser treatment for frenectomy of pediatric patients. *International journal of clinical pediatric dentistry*. 2017;10(3):272.
33. Kotlow LA. Oral diagnosis of abnormal frenum attachments in neonates and infants: evaluation and treatment of the maxillary and lingual frenum using the Erbium: YAG laser. *J Pediatr Dent Care*. 2004;10(3):11-4.
34. Santa Maria C, Aby J, Truong MT, Thakur Y, Rea S, Messner A. The superior labial frenulum in newborns: what is normal? *Global pediatric health*. 2017;4:2333794X17718896.
35. Sfasciotti GL, Zara F, Voza I, Carocci V, Ierardo G, Polimeni A. Diode versus CO2 laser therapy in the treatment of high labial frenulum attachment: a pilot randomized, double-blinded clinical trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(21):7708.
36. Rajani ER, Biswas PP, Emmatty R. Prevalence of variations in morphology and attachment of maxillary labial frenum in various skeletal patterns-A cross-sectional study. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2018;22(3):257-62.
37. Edwards JG. The diastema, the frenum, the frenectomy: a clinical study. *American journal of orthodontics*. 1977;71(5):489-508.
38. Krusteva S. Correcting labial thick and high attached frenum (clinical observation). *Journal of IMAB—Annual Proceeding Scientific Papers*. 2012;18(4):263-5.
39. Kashyap R, Zareena HS, Kumar A. Management of aberrant frenum: A case report. *IOSR J Dent Med Sci*. 2015;14(3):10-3.
40. Kamath MK, Arun A. Midline diastema. *International Journal of Orthodontic Rehabilitation*. 2016;7(3):101.
41. Ceremello PJ. The superior labial frenum and the midline diastema and their relation to growth and development of the oral structures. *American Journal of Orthodontics*. 1953;39(2):120-39.
42. Gottsegen R. Frenum position and vestibule depth in relation to gingival health. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1954;7(10):1069-78.
43. Volpi Mello-Moura AC, Cadioli IC, Narras Pires Corrêa MS, Martins Delgado Rodrigues CR, Nardi Fonoff RD. Early diagnosis and surgical treatment of the lower labial frenum in infancy: a case report. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2008;32(3):181-4.
44. Di Stefano D, Maietti S. Indicazioni cliniche degli innesti gengivali in pedodonzia. *Italian Oral Surgery*. 2009;8(5):257-69.
45. Song HJ. Periodontal considerations for children. *Dental Clinics*. 2013;57(1):17-37.
46. Lindhe J. Mucogingival therapy-periodontal plastic surgery. *Clinical periodontology and implant dentistry*. 2003:588-92.
47. Jati AS, Furquim LZ, Consolaro A. Gingival recession: its causes and types, and the importance of orthodontic treatment. *Dental press journal of orthodontics*. 2016;21:18-29.
48. Toker H, Ozdemir H. Gingival recession: epidemiology and risk indicators in a university dental hospital in Turkey. *International journal of dental hygiene*. 2009;7(2):115-20.

49. Dodge J, Kernohan D. Oral-facial-digital syndrome. *Archives of disease in childhood*. 1967;42(222):214.
50. Jenista JA. Mandibular frenulum as a sign of infantile hypertrophic pyloric stenosis. *The Journal of pediatrics*. 2001;138(3):447.
51. Martin RA, Jones KL. Absence of the superior labial frenulum in holoprosencephaly: a new diagnostic sign. *The Journal of pediatrics*. 1998;133(1):151-3.
52. Babaji P. Oral abnormalities in the Ellis-van Creveld syndrome. *Indian Journal of Dental Research*. 2010;21(1):143-5.
53. De Felice C, Toti P, Di Maggio G, Parrini S, Bagnoli F. Absence of the inferior labial and lingual frenula in Ehlers-Danlos syndrome. *The Lancet*. 2001;357(9267):1500-2.
54. Hall J, Pallister P, Clarren S, Beckwith J, Wiglesworth F, Fraser F, et al. Congenital hypothalamic hamartoblastoma, hypopituitarism, imperforate anus, and postaxial polydactyly—a new syndrome? Part I: Clinical, causal, and pathogenetic considerations. *American journal of medical genetics*. 1980;7(1):47-74.
55. Brooks JK, Leonard CO, Coccaro Jr PJ. Opitz (BBB/G) syndrome: Oral manifestations. *American journal of medical genetics*. 1992;43(3):595-601.
56. Panula K, Finne K, Oikarinen K. Incidence of complications and problems related to orthognathic surgery: a review of 655 patients. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2001;59(10):1128-36.
57. Buckwalter J, Glimcher M, Cooper R, Recker R. Bone biology. *JBJS*. 1995;77(8):1276-89.
58. Downey PA, Siegel MI. Bone biology and the clinical implications for osteoporosis. *Physical therapy*. 2006;86(1):77-91.
59. Hadjidakis DJ, Androulakis II. Bone remodeling. *Annals of the New York academy of sciences*. 2006;1092(1):385-96.
60. Sims NA, Gooi JH, editors. Bone remodeling: Multiple cellular interactions required for coupling of bone formation and resorption. *Seminars in cell & developmental biology*; 2008: Elsevier.
61. Dempster DW, Lian J, Goldring S. Anatomy and functions of the adult skeleton. *Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism*. 2006;6:7-11.
62. Van der Meulen M, Jepsen K, Mikić B. Understanding bone strength: size isn't everything. *Bone*. 2001;29(2):101-4.
63. Blake GM, Fogelman I. The role of DXA bone density scans in the diagnosis and treatment of osteoporosis. *Postgraduate medical journal*. 2007;83(982):509-17.
64. Torres-del-Piiego E, Vilaplana L, Güerri-Fernández R, Diez-Pérez A. Measuring bone quality. *Current rheumatology reports*. 2013;15:1-7.
65. Boskey AL, Imbert L. Bone quality changes associated with aging and disease: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2017;1410(1):93-106.
66. Kopera H. Prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Klinische Wochenschrift*. 1989;67(10):557-8.
67. Geraets W, Verheij JG, van der Stelt PF, Horner K, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni K, et al. Prediction of bone mineral density with dental radiographs. *Bone*. 2007;40(5):1217-21.
68. Organization WH. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO study group [meeting held in Rome from 22 to 25 June 1992]: World Health Organization; 1994.
69. Hildebolt C. Osteoporosis and oral bone loss. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1997;26(1):3-15.
70. Ledgerton D, Horner K, Devlin H. Osteoporosis research: a dental perspective. *Radiography*. 1997;3(4):265-77.
71. Maki K, Okano T, Morohashi T, Yamada S, Shibaski Y. The application of three-dimensional quantitative computed tomography to the maxillofacial skeleton. *Dentomaxillofacial radiology*. 1997;26(1):39-44.
72. Tolstunov L. Implant zones of the jaws: implant location and related success rate. *Journal of Oral Implantology*. 2007;33(4):211-20.
73. Johns RB, Jemt T, Heath MR, Hutton JE, McKenna S, McNamara DC, et al. A multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1992;7(4).

74. King G, Keeling S, Wronski T. Histomorphometric study of alveolar bone turnover in orthodontic tooth movement. *Bone*. 1991;12(6):401-9.
75. Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(2):151-8.
76. Hsu J-T, Chang H-W, Huang H-L, Yu J-H, Li Y-F, Tu M-G. Bone density changes around teeth during orthodontic treatment. *Clinical oral investigations*. 2011;15:511-9.
77. Chang H-W, Huang H-L, Yu J-H, Hsu J-T, Li Y-F, Wu Y-F. Effects of orthodontic tooth movement on alveolar bone density. *Clinical oral investigations*. 2012;16:679-88.
78. Roschger P, Fratzl P, Eschberger J, Klaushofer K. Validation of quantitative backscattered electron imaging for the measurement of mineral density distribution in human bone biopsies. *Bone*. 1998;23(4):319-26.
79. Iglesias-Linares A, Morford LA, Hartsfield JK. Bone density and dental external apical root resorption. *Current osteoporosis reports*. 2016;14:292-309.
80. Devlin H, Horner K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density. *Osteoporosis international*. 2002;13:373-8.
81. Drozdowska B, Pluskiewicz W. The ability of quantitative ultrasound at the calcaneus to identify postmenopausal women with different types of nontraumatic fractures. *Ultrasound in medicine & biology*. 2002;28(11-12):1491-7.
82. White SC, Taguchi A, Kao D, Wu S, Service SK, Yoon D, et al. Clinical and panoramic predictors of femur bone mineral density. *Osteoporosis international*. 2005;16:339-46.
83. Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka M, Kodama I, Sanada M, Nakamoto T, et al. Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporosis international*. 2006;17:387-94.
84. Cakur B, Dagistan S, Sahin A, Harorli A, Yilmaz A. Reliability of mandibular cortical index and mandibular bone mineral density in the detection of osteoporotic women. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2009;38(5):255-61.
85. Vlasidis KZ, Damilakis J, Velegrakis GA, Skouteris CA, Fragouli I, Goumenou A, et al. Relationship between BMD, dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover in diagnosis of osteoporosis. *Maturitas*. 2008;59(3):226-33.
86. Drozdowska B, Pluskiewicz W, Tarnawska B. Panoramic-based mandibular indices in relation to mandibular bone mineral density and skeletal status assessed by dual energy X-ray absorptiometry and quantitative ultrasound. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2002;31(6):361-7.
87. Watson EL, Katz R, Adelezz R, Gift HC, Dunn S. The measurement of mandibular cortical bone height in osteoporotic vs. non-osteoporotic postmenopausal women. *Special care in dentistry: official publication of the American Association of Hospital Dentists, the Academy of Dentistry for the Handicapped, and the American Society for Geriatric Dentistry*. 1995;15(3):124-8.
88. Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *European Journal of Oral Sciences*. 1994;102(1):68-72.
89. Klemetti E, Kolmakow S. Morphology of the mandibular cortex on panoramic radiographs as an indicator of bone quality. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1997;26(1):22-5.
90. Heuchert J, Kozieł S, Spinek AE. Radiomorphometric indices of the mandible as indicators of decreased bone mineral density and osteoporosis—meta-analysis and systematic review. *Osteoporosis International*. 2023;1-12.
91. Horner K, Devlin H. The relationships between two indices of mandibular bone quality and bone mineral density measured by dual energy X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1998;27(1):17-21.
92. Jacob LE, Subramanian K, Srinivasan S, Krishnan M, Krishnan A, Mathew A. Assessment of the efficacy of digital panoramic radiographs in analyzing changes in bone mineral density in postmenopausal women. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2022;11(8):4342-8.
93. Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2014.
94. Leite AF, de Souza Figueiredo PT, Guia CM, Melo NS, de Paula AP. Correlations between seven panoramic radiomorphometric indices and bone mineral density in postmenopausal women. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010;109(3):449-56.

95. Dutra V, Yang J, Devlin H, Susin C. Radiomorphometric indices and their relation to gender, age, and dental status. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2005;99(4):479-84.
96. Vijay G, Chitroda PK, Katti G, Shahbaz S, Baba I. Prediction of osteoporosis using dental radiographs and age in females. *Journal of mid-life health*. 2015;6(2):70-5.
97. Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1991;71(3):349-56.
98. Kiswanjaya B, Bachtiar-Iskandar HH, Yoshihara A. Correlations of the Osteoporosis Self-Assessment Tool for Asians (OSTA) and three panoramic indices using Quantitative Ultrasound (QUS) bone densitometry. *Dentistry Journal*. 2023;11(2):34.
99. Hastar E, Yilmaz HH, Orhan H. Evaluation of mental index, mandibular cortical index and panoramic mandibular index on dental panoramic radiographs in the elderly. *European journal of dentistry*. 2011;5(01):060-7.
100. Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen P, Vainio P, Lassila V. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1993;75(6):774-9.
101. Apolinário A, Figueiredo P, Guimarães A, Acevedo A, Castro L, Paula A, et al. Pamidronate affects the mandibular cortex of children with osteogenesis imperfecta. *Journal of dental research*. 2015;94(3\_suppl):95S-102S.
102. Arifin AZ, Asano A, Taguchi A, Nakamoto T, Ohtsuka M, Tsuda M, et al. Computer-aided system for measuring the mandibular cortical width on dental panoramic radiographs in identifying postmenopausal women with low bone mineral density. *Osteoporosis international*. 2006;17:753-9.
103. GauR B, Chaudhary A, Wanjari P, Sunil M, Basavaraj P. Evaluation of panoramic radiographs as a screening tool of osteoporosis in post menopausal women: a cross sectional study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2013;7(9):2051.
104. Mahl CRW, Licks R, Fontanella VRC. Comparação de índices morfométricos obtidos na radiografia odontológica panorâmica na identificação de indivíduos com osteoporose/osteopenia. *Radiologia Brasileira*. 2008;41:183-7.
105. Linkow LI, Cherchève R. Theories and techniques of oral implantology. (No Title). 1970.
106. Lekholm U. Patient selection and preparation. *Tissue integrated prothesis*. 1985:199-209.
107. Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM, Griffin TJ, Rand WM. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2006;21(2).
108. Ribeiro - Rotta RF, Lindh C, Pereira AC, Rohlin M. Ambiguity in bone tissue characteristics as presented in studies on dental implant planning and placement: a systematic review. *Clinical oral implants research*. 2011;22(8):789-801.
109. Misch C. Classifications and treatment options of the completely edentulous arch in implant dentistry. *Dentistry Today*. 1990;9(8):26, 8-30.
110. Kido H, Schulz EE, Kakura K, Yamamoto K, Morinaga K, Matsuura M. Human mandibular trabecular bone density correlation with mechanical strength: implications for implant dentistry. *Implant dentistry*. 2011;20(4):323-6.
111. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *The British journal of radiology*. 1973;46(552):1016-22.
112. Homolka P, Beer A, Birkfellner W, Nowotny R, Gahleitner A, Tschabitscher M, et al. Bone mineral density measurement with dental quantitative CT prior to dental implant placement in cadaver mandibles: pilot study. *Radiology*. 2002;224(1):247-52.
113. Chen WP, Hsu JT, Chang CH. Determination of young's modulus of cortical bone directly from computed tomography: A rabbit model. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*. 2003;26(6):737-45.
114. Abdulkarim HH, Zeng R, Pazdernik VK, Davis JM. Effect of Bone Graft on the Correlation between Clinical Bone Quality and CBCT-determined Bone Density: A Pilot Study. *The journal of contemporary dental practice*. 2021;22(7):756-62.
115. Júnior EM, Vieta A, Júnior MT, Faria P. Correlation of radiographic analysis during initial planning and tactile perception during the placement of implants. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2017;55(1):17-21.

116. Lee S, Gantes B, Riggs M, Crigger M. Bone density assessments of dental implant sites: 3. Bone quality evaluation during osteotomy and implant placement. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2007;22(2).
117. Valiyaparambil JV, Yamany I, Ortiz D, Shafer DM, Pendrys D, Freilich M, et al. Bone quality evaluation: comparison of cone beam computed tomography and subjective surgical assessment. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2012;27(5).
118. Resnik RR, Kircos LT, Misch CE. Diagnostic imaging and techniques. *Contemporary Implant Dentistry Missouri: Mosby*. 2007:38-67.
119. Kravitz ND, Kusnoto B, Tsay TP, Hohlt WF. The use of temporary anchorage devices for molar intrusion. *The Journal of the American Dental Association*. 2007;138(1):56-64.
120. Burr DB, Robling AG, Turner CH. Effects of biomechanical stress on bones in animals. *Bone*. 2002;30(5):781-6.
121. Qin Y, Lam H, Ferreri S, Rubin C. Dynamic skeletal muscle stimulation and its potential in bone adaptation. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*. 2010;10(1):12.
122. Laurent MR, Dubois V, Claessens F, Verschueren SM, Vanderschueren D, Gielen E, et al. Muscle-bone interactions: From experimental models to the clinic? A critical update. *Molecular and cellular endocrinology*. 2016;432:14-36.
123. Brotto M, Bonewald L. Bone and muscle: Interactions beyond mechanical. *Bone*. 2015;80:109-14.
124. Carreira PSLL, Cignarelli A, Natalicchio A, Giorgino F. The GH/IGF1 axis and signaling pathways in the muscle and bone: Mechanisms underlying age-related skeletal muscle wasting and osteoporosis. *J Endocrinol*. 2010;205(3):201-10.
125. Thompson WR, Rubin CT, Rubin J. Mechanical regulation of signaling pathways in bone. *Gene*. 2012;503(2):179-93.
126. Jämsä T, Koivukangas A, Ryhänen J, Jalovaara P, Tuukkanen J. Femoral neck is a sensitive indicator of bone loss in immobilized hind limb of mouse. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1999;14(10):1708-13.
127. Keyak J, Koyama A, LeBlanc A, Lu Y, Lang T. Reduction in proximal femoral strength due to long-duration spaceflight. *Bone*. 2009;44(3):449-53.
128. Lang T, LeBlanc A, Evans H, Lu Y, Genant H, Yu A. Cortical and trabecular bone mineral loss from the spine and hip in long - duration spaceflight. *Journal of bone and mineral research*. 2004;19(6):1006-12.
129. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and ageing*. 2010;39(4):412-23.
130. Kaji H. Linkage between muscle and bone: common catabolic signals resulting in osteoporosis and sarcopenia. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2013;16(3):272-7.
131. Koolstra JH. Dynamics of the human masticatory system. *Critical reviews in oral biology & medicine*. 2002;13(4):366-76.
132. Bodic F, Hamel L, Lerouxel E, Baslé MF, Chappard D. Bone loss and teeth. *Joint Bone Spine*. 2005;72(3):215-21.
133. Tsai C-Y, Shyr Y-M, Chiu W-C, Lee C-M. Bone changes in the mandible following botulinum neurotoxin injections. *The European Journal of Orthodontics*. 2011;33(2):132-8.
134. Peck CC, Goulet JP, Lobbezoo F, Schiffman EL, Alstergren P, Anderson GC, et al. Expanding the taxonomy of the diagnostic criteria for temporomandibular disorders. *Journal of oral rehabilitation*. 2014;41(1):2-23.
135. Connelly S, Myung J, Gupta R, Tartaglia G, Gizdulich A, Yang J, et al. Clinical outcomes of Botox injections for chronic temporomandibular disorders: do we understand how Botox works on muscle, pain, and the brain? *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2017;46(3):322-7.
136. Tighe AP, Schiavo G. Botulinum neurotoxins: mechanism of action. *Toxicon*. 2013;67:87-93.
137. Bogucki ZA, Kownacka M. Clinical aspects of the use of botulinum toxin type A in the treatment of dysfunction of the masticatory system. *Adv Clin Exp Med*. 2016;25(3):569-73.
138. Kim JY, Kim ST, Cho SW, Jung HS, Park KT, Son HK. Growth effects of botulinum toxin type A injected into masseter muscle on a developing rat mandible. *Oral diseases*. 2008;14(7):626-32.

139. Tsai C-Y, Huang R-Y, Lee C-M, Hsiao W-T, Yang L-Y. Morphologic and bony structural changes in the mandible after a unilateral injection of botulinum neurotoxin in adult rats. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2010;68(5):1081-7.
140. Tsai C, Yang L, Chen K, Chiu W. The influence of masticatory hypofunction on developing rat craniofacial structure. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2010;39(6):593-8.
141. Rafferty KL, Liu ZJ, Ye W, Navarrete AL, Nguyen TT, Salamati A, et al. Botulinum toxin in masticatory muscles: short-and long-term effects on muscle, bone, and craniofacial function in adult rabbits. *Bone*. 2012;50(3):651-62.
142. Raphael K, Tadinada A, Bradshaw J, Janal M, Sirois D, Chan K, et al. Osteopenic consequences of botulinum toxin injections in the masticatory muscles: a pilot study. *Journal of oral rehabilitation*. 2014;41(8):555-63.
143. Dutra EH, O'Brien MH, Lima A, Kalajzic Z, Tadinada A, Nanda R, et al. Cellular and matrix response of the mandibular condylar cartilage to botulinum toxin. *PloS one*. 2016;11(10):e0164599.
144. Grimston SK, Silva MJ, Civitelli R. Bone loss after temporarily induced muscle paralysis by Botox is not fully recovered after 12 weeks. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2007;1116(1):444-60.
145. Kiliaridis S, Engström C, Thilander B. The relationship between masticatory function and craniofacial morphology: I. A cephalometric longitudinal analysis in the growing rat fed a soft diet. *The European Journal of Orthodontics*. 1985;7(4):273-83.
146. Affairs ADACoS. The use of dental radiographs: update and recommendations. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137(9):1304-12.
147. Nardi C, Calistri L, Pradella S, Desideri I, Lorini C, Colagrande S. Accuracy of orthopantomography for apical periodontitis without endodontic treatment. *Journal of endodontics*. 2017;43(10):1640-6.
148. Rushton V, Horner K, Worthington H. Aspects of panoramic radiography in general dental practice. *British dental journal*. 1999;186(7):342-4.
149. Granlund CM, Lith A, Molander B, Gröndahl K, Hansen K, Ekestubbe A. Frequency of errors and pathology in panoramic images of young orthodontic patients. *The European Journal of Orthodontics*. 2012;34(4):452-7.
150. Maloney PL, Lincoln RE, Coyne CP. A protocol for the management of compound mandibular fractures based on the time from injury to treatment. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2001;59(8):879-84.
151. Yalcinkaya S, Künzel A, Willers R, Thoms M, Becker J. Subjective image quality of digitally filtered radiographs acquired by the Dürr Vistascan system compared with conventional radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;101(5):643-51.
152. Peretz B, Gotler M, Kaffe I. Common errors in digital panoramic radiographs of patients with mixed dentition and patients with permanent dentition. *International journal of dentistry*. 2012;2012.
153. Almog DM, Elad S, Shortell C. The role of panoramic radiographs in the medical surveillance of a patient at risk for stroke: case report. *General Dentistry*. 2004;52(6):514-6.
154. Sklavos A, Beteramia D, Delpachitra SN, Kumar R. The panoramic dental radiograph for emergency physicians. *Emergency Medicine Journal*. 2019;36(9):565-71.
155. Numata H. Consideration of the parabolic radiography of the dental arch. *J Shimazu Stud*. 1933;10:13.
156. Asha V, Kavya Shankar M, Shalma H, Sushmini H. Positioning errors in digital panoramic radiographs-A retrospective analysis. *IJARIIIT*. 2018;4(6):517-21.
157. Paatero YV. Pantomography in theory and use. *Acta radiologica*. 1954(4):321-35.
158. Boeddinghaus R, Whyte A. Dental panoramic tomography: an approach for the general radiologist. *Australasian radiology*. 2006;50(6):526-33.
159. Ludlow JB, Platin E. A comparison of Web page and slide/tape for instruction in periapical and panoramic radiographic anatomy. *Journal of dental education*. 2000;64(4):269-75.
160. Valappila NJ, Beena V. Panoramic radiography: A review. *J Oral Med SurgPathol*. 2016;1(1):21-31.
161. Farman AG, editor *Getting the most out of panoramic radiographic interpretation. Panoramic radiology: seminars on maxillofacial imaging and interpretation*; 2007: Springer.

162. F Ezzodini A, M Zangouie B. Evaluation of the distortion rate of panoramic and periapical radiographs in erupted third molar inclination. 2011.
163. Subbulakshmi AC, Mohan N, Thiruneervannan R, Naveen S, Gokulraj S. Positioning errors in digital panoramic radiographs: A study. *Journal of orofacial sciences*. 2016;8(1):22-6.
164. Gallimidi J, Brunel G, Castello J, Ohnona M, Tavernier J, Mazza R. A practical method for the determination of the available bone height in oral implantology. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale*. 1989;90(5):357-61.
165. White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation*: Elsevier Health Sciences; 2014.
166. Paatero YV. A new tomographical method for radiographing curved outer surfaces. *Acta radiologica*. 1949;32(2-3):177-84.
167. Schiff T, D'Ambrosio J, Glass BJ, Langlais RP, McDavid WD. Common positioning and technical errors in panoramic radiography. *The Journal of the American Dental Association*. 1986;113(3):422-6.
168. Akarslan ZZ, Erten H, Güngör K, Çelik L. Common errors on panoramic radiographs taken in a dental school. *The journal of contemporary dental practice*. 2005;4(2):24-34.
169. Pfeiffer P, Bewersdorf S, Schmage P. The effect of changes in head position on enlargement of structures during panoramic radiography. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2012;27(1).
170. Närhi TO, Leinonen K, Wolf J, Ainamo A. Longitudinal radiological study of the oral health parameters in an elderly Finnish population. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2000;58(3):119-24.
171. Rondon RHN, Pereira YCL, do Nascimento GC. Common positioning errors in panoramic radiography: A review. *Imaging science in dentistry*. 2014;44(1):1.
172. Rozylo-Kalinowska I, Rozylo-Kalinowska I. Technical Errors and Artefacts in Dental Radiography. *Imaging Techniques in Dental Radiology: Acquisition, Anatomic Analysis and Interpretation of Radiographic Images*. 2020:79-125.
173. Rabukhina N, Zhibitskaia E, Ippolitov V, Shlu A. X-ray characteristics of changes in the jaw bones in phlegmons of the maxillofacial area. *Stomatologiia*. 1989;68(1):50-2.
174. Dhillon M, Raju SM, Verma S, Tomar D, Mohan RS, Lakhanpal M, et al. Positioning errors and quality assessment in panoramic radiography. *Imaging science in dentistry*. 2012;42(4):207.
175. Yeung AWK, Wong NSM. Reject rates of radiographic images in Dentomaxillofacial radiology: a literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(15):8076.
176. Izzetti R, Nisi M, Aringhieri G, Crocetti L, Graziani F, Nardi C. Basic knowledge and new advances in panoramic radiography imaging techniques: a narrative review on what dentists and radiologists should know. *Applied Sciences*. 2021;11(17):7858.
177. Farman AG. *Panoramic radiology. Getting the most out of Panoramic Radiographic Interpretation* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 2007:1-14.
178. Goren AD, Lundeen RC, Deahl II ST, Hashimoto K, Kapa SF, Katz JO, et al. Updated quality assurance self-assessment exercise in intraoral and panoramic radiography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2000;89(3):369-74.
179. Nardi C, Talamonti C, Pallotta S, Saletti P, Calistri L, Cordopatri C, et al. Head and neck effective dose and quantitative assessment of image quality: a study to compare cone beam CT and multislice spiral CT. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2017;46(7).
180. Gavala S, Donta C, Tsiklakis K, Boziari A, Kamenopoulou V, Stamatakis HC. Radiation dose reduction in direct digital panoramic radiography. *European journal of radiology*. 2009;71(1):42-8.
181. Correa LR, Spin - Neto R, Stavropoulos A, Schropp L, da Silveira HED, Wenzel A. Planning of dental implant size with digital panoramic radiographs, CBCT - generated panoramic images, and CBCT cross - sectional images. *Clinical oral implants research*. 2014;25(6):690-5.
182. Edge M, Champion C. Interpretation of the orthopantomogram. Complications due to radiographic artifacts. *British dental journal*. 1972;133(7):289-96.
183. Feldkamp LA, Davis LC, Kress JW. Practical cone-beam algorithm. *Josa a*. 1984;1(6):612-9.
184. Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly R, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics—a review of the literature. *International endodontic journal*. 2019;52(8):1138-52.
185. Özer SGY. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi'nin endodontide uygulama alanları. *Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2010;27(3):207-17.

186. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association*. 2006;72(1):75.
187. Abramovitch K, Rice DD. Basic principles of cone beam computed tomography. *Dental Clinics*. 2014;58(3):463-84.
188. Mohan R, Singh A, Gundappa M. Three-dimensional imaging in periodontal diagnosis—Utilization of cone beam computed tomography. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2011;15(1):11-7.
189. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial radiology*. 1999;28(4):245-8.
190. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis I. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European radiology*. 1998;8:1558-64.
191. Davies A, Patel S, Foschi F, Andiappan M, Mitchell P, Mannocci F. The detection of periapical pathoses using digital periapical radiography and cone beam computed tomography in endodontically retreated teeth—part 2: a 1 year post - treatment follow - up. *International Endodontic Journal*. 2016;49(7):623-35.
192. Kapila S, Nervina J. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofacial radiology*. 2015;44(1):20140282.
193. Chan H-L, Misch K, Wang H-L. Dental imaging in implant treatment planning. *Implant dentistry*. 2010;19(4):288-98.
194. Bahadure RN, Thosar N, Khubchandani M. Orthodontic extrusion: diagnosis and treatment with CBCT in a pediatric patient. *General dentistry*. 2013;61(4):e5-7.
195. Pour DG, Romoozi E, Shayesteh YS. Accuracy of cone beam computed tomography for detection of bone loss. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*. 2015;12(7):513.
196. Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, Stratis A, Hedesiu M, Salmon B, et al. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. *Pediatric radiology*. 2018;48:308-16.
197. Evans CA, Scarfe WC, Ahmad M, Cevdanes LH, Ludlow JB, Palomo JM, et al. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology*. 2013;116(2):238-57.
198. Patel S, Durack C, Abella F, Roig M, Shemesh H, Lambrechts P, et al. European Society of Endodontology position statement: the use of CBCT in endodontics. *International endodontic journal*. 2014;47(6):502-4.
199. Fayad MI, Nair M, Levin MD, Benavides E, Rubinstein RA, Barghan S, et al. AAE and AAOMR joint position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics 2015 update. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2015;120(4):508-12.
200. Kim DM, Bassir SH. When is cone - beam computed tomography imaging appropriate for diagnostic inquiry in the management of inflammatory periodontitis? An American Academy of Periodontology best evidence review. *Journal of periodontology*. 2017;88(10):978-98.
201. Harris D, Horner K, Gröndahl K, Jacobs R, Helmrot E, Benic GI, et al. EAO guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. *Clinical oral implants research*. 2012;23(11):1243-53.
202. Benavides E, Rios HF, Ganz SD, An C-H, Resnik R, Reardon GT, et al. Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: the International Congress of Oral Implantologists consensus report. *Implant dentistry*. 2012;21(2):78-86.
203. Nemtoi A, Czink C, Haba D, Gahleitner A. Cone beam CT: a current overview of devices. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2013;42(8):20120443.
204. Baba R, Konno Y, Ueda K, Ikeda S. Comparison of flat-panel detector and image-intensifier detector for cone-beam CT. *Computerized medical imaging and graphics*. 2002;26(3):153-8.
205. Baba R, Ueda K, Okabe M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. *Dentomaxillofacial radiology*. 2004;33(5):285-90.
206. Sukovic P, Brooks S, Perez L, Clinthorne N, editors. DentoCAT™—a novel design of a cone-beam CT scanner for dentomaxillofacial imaging: introduction and preliminary results. *International Congress Series*; 2001: Elsevier.

207. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthodontics & craniofacial research*. 2003;6:31-6.
208. Suomalainen A, Kiljunen T, Kaser Y, Peltola J, Kortensniemi M. Dosimetry and image quality of four dental cone beam computed tomography scanners compared with multislice computed tomography scanners. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2009;38(6):367-78.
209. Bornstein MM, Scarfe WC, Vaughn VM, Jacobs R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *International journal of oral & maxillofacial implants*. 2014;29.
210. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *European journal of radiology*. 2012;81(2):267-71.
211. Lindfors N, Lund H, Johansson H, Ekestubbe A. Influence of patient position and other inherent factors on image quality in two different cone beam computed tomography (CBCT) devices. *European journal of radiology open*. 2017;4:132-7.
212. Pauwels R, Silkosessak O, Jacobs R, Bogaerts R, Bosmans H, Panmekiate S. A pragmatic approach to determine the optimal kVp in cone beam CT: balancing contrast-to-noise ratio and radiation dose. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2014;43(5):20140059.
213. Bechara B, McMahan CA, Moore WS, Noujeim M, Geha H. Contrast-to-noise ratio with different large volumes in a cone-beam computerized tomography machine: an in vitro study. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2012;114(5):658-65.
214. Bechara B, McMahan CA, Moore WS, Noujeim M, Geha H, Teixeira FB. Contrast-to-noise ratio difference in small field of view cone beam computed tomography machines. *Journal of oral science*. 2012;54(3):227-32.
215. Pauwels R, Stamatakis H, Manousaridis G, Walker A, Michielsen K, Bosmans H, et al. Development and applicability of a quality control phantom for dental cone - beam CT. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*. 2011;12(4):245-60.
216. Kalender WA, Deak P, Kellermeier M, van Straten M, Vollmar SV. Application - and patient size - dependent optimization of x - ray spectra for CT. *Medical physics*. 2009;36(3):993-1007.
217. Choi J-W, Lee S-S, Choi S-C, Heo M-S, Huh K-H, Yi W-J, et al. Relationship between physical factors and subjective image quality of cone-beam computed tomography images according to diagnostic task. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2015;119(3):357-65.
218. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *Journal of endodontics*. 2009;35(5):719-22.
219. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2008;106(1):106-14.
220. Mettler Jr FA, Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog. *Radiology*. 2008;248(1):254-63.
221. Dula K, Bornstein MM, Buser D, Dagassan-Berndt D, Ettlin DA, Filippi A, et al. SADMFR guidelines for the use of cone-beam computed tomography/digital volume tomography. *Swiss dental journal*. 2014;124(11):1169-83.
222. Hendee WR, Edwards FM, editors. *ALARA and an integrated approach to radiation protection*. Seminars in nuclear medicine; 1986: Elsevier.
223. White SC, Scarfe WC, Schulze RK, Lurie AG, Douglass JM, Farman AG, et al. The Image Gently in Dentistry campaign: promotion of responsible use of maxillofacial radiology in dentistry for children. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2014;118(3):257-61.
224. Yeung AW, Jacobs R, Bornstein MM. Novel low-dose protocols using cone beam computed tomography in dental medicine: a review focusing on indications, limitations, and future possibilities. *Clinical oral investigations*. 2019;23:2573-81.
225. Qu X, Li G, Zhang Z, Ma X. Thyroid shields for radiation dose reduction during cone beam computed tomography scanning for different oral and maxillofacial regions. *European journal of radiology*. 2012;81(3):e376-e80.
226. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *American journal of roentgenology*. 2001;176(2):289-96.

227. Rossini G, Cavallini C, Cassetta M, Galluccio G, Barbato E. Localization of impacted maxillary canines using cone beam computed tomography. Review of the literature. *Annali di Stomatologia*. 2012;3(1):14.
228. Price JB, Thaw KL, Tyndall DA, Ludlow JB, Padilla RJ. Incidental findings from cone beam computed tomography of the maxillofacial region: a descriptive retrospective study. *Clinical oral implants research*. 2012;23(11):1261-8.
229. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*. 2008;52(4):707-30.
230. Suomalainen A, Pakbaznejad Esmaeili E, Robinson S. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights into imaging*. 2015;6:1-16.
231. Schulze R, Heil U, Groß D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011;40(5):265-73.
232. Mandelbrot B. *The fractal geometry of nature*. Freeman. NY. 1983.
233. Foroutan-pour K, Dutilleul P, Smith DL. Advances in the implementation of the box-counting method of fractal dimension estimation. *Applied mathematics and computation*. 1999;105(2-3):195-210.
234. Mandelbrot BB, Mandelbrot BB. *The fractal geometry of nature*: WH freeman New York; 1982.
235. Sánchez I, Uzcátegui G. Fractals in dentistry. *Journal of dentistry*. 2011;39(4):273-92.
236. Sarkar N, Chaudhuri BB. An efficient approach to estimate fractal dimension of textural images. *Pattern recognition*. 1992;25(9):1035-41.
237. Naik GR, Arjunan S, Kumar D. Applications of ICA and fractal dimension in sEMG signal processing for subtle movement analysis: a review. *Australasian physical & engineering sciences in medicine*. 2011;34:179-93.
238. Caligiuri P, Giger ML, Favus M. Multifractal radiographic analysis of osteoporosis. *Medical physics*. 1994;21(4):503-8.
239. Lopes R, Betrouni N. Fractal and multifractal analysis: a review. *Medical image analysis*. 2009;13(4):634-49.
240. Frontier S, editor *Applications of fractal theory to ecology*. Developments in numerical ecology; 1987: Springer.
241. Mandelbrot BB. Fractal geometry: what is it, and what does it do? *Proceedings of the Royal Society of London A Mathematical and Physical Sciences*. 1989;423(1864):3-16.
242. Stanley HE. *Fractals and multifractals: the interplay of physics and geometry*. Fractals and disordered systems: Springer; 1991. p. 1-50.
243. Chen SS, Keller JM, Crownover RM. On the calculation of fractal features from images. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 1993;15(10):1087-90.
244. Sarkar N, Chaudhuri BB. An efficient differential box-counting approach to compute fractal dimension of image. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*. 1994;24(1):115-20.
245. Hirchoren GA, D'Attellis CE. On the optimal number of scales in estimation of fractal signals using wavelets and filter banks. *Signal Processing*. 1997;63(1):55-63.
246. Buczkowski S, Kyriacos S, Nekka F, Cartilier L. The modified box-counting method: analysis of some characteristic parameters. *Pattern Recognition*. 1998;31(4):411-8.
247. Pentland AP. Fractal-based description of natural scenes. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*. 1984(6):661-74.
248. Smith Jr T, Lange G, Marks WB. Fractal methods and results in cellular morphology—dimensions, lacunarity and multifractals. *Journal of neuroscience methods*. 1996;69(2):123-36.
249. Flook A. The use of dilation logic on the quantimet to achieve fractal dimension characterisation of textured and structured profiles. *Powder Technology*. 1978;21(2):295-8.
250. Bollen A, Taguchi A, Hujoel P, Hollender L. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2014.
251. Peitgen H-O, Jürgens H, Saupe D, Feigenbaum MJ. *Chaos and fractals: new frontiers of science*: Springer; 2004.
252. Chen S-K, Oviir T, Lin C-H, Leu L-J, Cho B-H, Hollender L. Digital imaging analysis with mathematical morphology and fractal dimension for evaluation of periapical lesions following endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2005;100(4):467-72.

253. Uchiyama T, Tanizawa T, Muramatsu H, Endo N, Takahashi H, Hara T. Three-dimensional microstructural analysis of human trabecular bone in relation to its mechanical properties. *Bone*. 1999;25(4):487-91.
254. Sanchez-Molina D, Velazquez-Ameijide J, Quintana V, Arregui-Dalmases C, Crandall JR, Subit D, et al. Fractal dimension and mechanical properties of human cortical bone. *Medical engineering & physics*. 2013;35(5):576-82.
255. Zeytinoğlu M, İlhan B, DüNDAR N, Boyacıoğlu H. Fractal analysis for the assessment of trabecular peri-implant alveolar bone using panoramic radiographs. *Clinical oral investigations*. 2015;19:519-24.
256. Chen C-C, DaPonte JS, Fox MD. Fractal feature analysis and classification in medical imaging. *IEEE transactions on medical imaging*. 1989;8(2):133-42.
257. Wu C-M, Chen Y-C, Hsieh K-S. Texture features for classification of ultrasonic liver images. *IEEE Transactions on medical imaging*. 1992;11(2):141-52.
258. Liu D, Zhao K, Zou H, Su J. Fractal analysis with applications to seismological pattern recognition of underground nuclear explosions. *Signal processing*. 2000;80(9):1849-61.
259. Lee W-L, Chen Y-C, Hsieh K-S. Ultrasonic liver tissues classification by fractal feature vector based on M-band wavelet transform. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. 2003;22(3):382-92.
260. Jett S, Shrout MK, Mailhot JM, Potter BJ, Borke JL. An evaluation of the origin of trabecular bone patterns using visual and digital image analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2004;98(5):598-604.
261. Shrout MK, Jett S, Mailhot JM, Potter BJ, Borke JL, Hildebolt CF. Digital image analysis of cadaver mandibular trabecular bone patterns. *Journal of periodontology*. 2003;74(9):1342-7.
262. Amer ME, Heo M-S, Brooks SL, Benavides E. Anatomical variations of trabecular bone structure in intraoral radiographs using fractal and particles count analyses. *Imaging science in dentistry*. 2012;42(1):5.
263. Jolley L, Majumdar S, Kapila S. Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2006;35(6):393-7.
264. Franciotti R, Moharrami M, Quaranta A, Bizzoca M, Piattelli A, Aprile G, et al. Use of fractal analysis in dental images for osteoporosis detection: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis International*. 2021;32(6):1041-52.
265. Koca H, Ergün S, Güneri P, Boyacıoğlu H. Evaluation of trabecular bone healing by fractal analysis and digital subtraction radiography on digitized panoramic radiographs: a preliminary study. *Oral Radiology*. 2010;26:1-8.
266. Otis LL, Hong JS-H, Tuncay OC. Bone structure effect on root resorption. *Orthodontics & craniofacial research*. 2004;7(3):165-77.
267. Tosoni GM, Lurie AG, Cowan AE, Burleson JA. Pixel intensity and fractal analyses: detecting osteoporosis in perimenopausal and postmenopausal women by using digital panoramic images. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;102(2):235-41.
268. Alman A, Johnson L, Calverley D, Grunwald G, Lezotte D, Hokanson J. Diagnostic capabilities of fractal dimension and mandibular cortical width to identify men and women with decreased bone mineral density. *Osteoporosis International*. 2012;23:1631-6.
269. Güngör E, Yildirim D, Çevik R. Evaluation of osteoporosis in jaw bones using cone beam CT and dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of oral science*. 2016;58(2):185-94.
270. Sener E, Cinarcik S, Baksi BG. Use of fractal analysis for the discrimination of trabecular changes between individuals with healthy gingiva or moderate periodontitis. *Journal of periodontology*. 2015;86(12):1364-9.
271. Sindeaux R, de Souza Figueiredo PT, de Melo NS, Guimarães ATB, Lazarte L, Pereira FB, et al. Fractal dimension and mandibular cortical width in normal and osteoporotic men and women. *Maturitas*. 2014;77(2):142-8.
272. Doyle MD, Rabin H, Suri JS, editors. *Fractal analysis as a means for the quantification of intramandibular trabecular bone loss from dental radiographs. Biostereometric Technology and Applications*; 1991: SPIE.
273. Southard TE, Southard KA, Jakobsen JR, Hillis SL, Najim CA. Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1996;82(5):569-76.

274. Wojtowicz A, Chaberek S, Pirino A, Montella A, Bandiera P, Kinsner A, et al. The trabecular structure of developing human mandible. *Clinical orthodontics and research*. 2001;4(3):161-71.
275. Nair MK, Seyedain A, Webber RL, Nair UP, Piesco NP, Agarwal S, et al. Fractal analyses of osseous healing using tuned aperture computed tomography images. *European radiology*. 2001;11:1510-5.
276. Heo M-S, Park K-S, Lee S-S, Choi S-C, Koak J-Y, Heo S-J, et al. Fractal analysis of mandibular bony healing after orthognathic surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2002;94(6):763-7.
277. Southard TE, Southard KA, Lee A. Alveolar process fractal dimension and postcranial bone density. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2001;91(4):486-91.
278. Lee D-H, Ku Y, Rhyu I-C, Hong J-U, Lee C-W, Heo M-S, et al. A clinical study of alveolar bone quality using the fractal dimension and the implant stability quotient. *Journal of periodontal & implant science*. 2010;40(1):19.
279. Wilding R, Slabbert J, Kathree H, Owen C, Crombie K, Delport P. The use of fractal analysis to reveal remodelling in human alveolar bone following the placement of dental implants. *Archives of oral biology*. 1995;40(1):61-72.
280. Ibrahim N, Parsa A, Hassan B, Van der Stelt P, Wismeijer D. Diagnostic imaging of trabecular bone microstructure for oral implants: a literature review. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2013;42(3):20120075.
281. Köse E, Ay Ünüvar Y, Uzun M. Assessment of the relationship between fractal analysis of mandibular bone and orthodontic treatment duration: A retrospective study. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2022;83(Suppl 1):102-10.
282. Akbulut S, Bayrak S, Korkmaz YN. Prediction of rapid palatal expansion success via fractal analysis in hand-wrist radiographs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2020;158(2):192-8.
283. Kang D, Kwak K-H, Kim S-S, Park S-B, Son W-S, Kim Y-I. Application of fractal analysis of the midpalatal suture for estimation of pubertal growth spurts. *Oral Radiology*. 2017;33:199-203.
284. Kwak KH, Kim SS, Kim Y-I, Kim Y-D. Quantitative evaluation of midpalatal suture maturation via fractal analysis. *Korean journal of orthodontics*. 2016;46(5):323.
285. Kocak ATÖ, Bulut DG. Measurement of the trabecular bone structure of the TMJ region in patients with transverse maxillary deficiency: a CBCT fractal analysis study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2021;132(3):352-60.
286. Updike SX, Nowzari H. Fractal analysis of dental radiographs to detect periodontitis - induced trabecular changes. *Journal of periodontal research*. 2008;43(6):658-64.
287. Soltani P, Sami S, Yaghini J, Golkar E, Riccitiello F, Spagnuolo G. Application of fractal analysis in detecting trabecular bone changes in periapical radiograph of patients with periodontitis. *International Journal of Dentistry*. 2021;2021.
288. Jurczynszyn K, Kubasiewicz-Ross P, Nawrot-Hadzik I, Gedrange T, Dominiak M, Hadzik J. Fractal dimension analysis a supplementary mathematical method for bone defect regeneration measurement. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*. 2018;219:83-8.
289. Lucchese A, Gentile E, Capone G, De Vico G, Serpico R, Landini G. Fractal analysis of mucosal microvascular patterns in oral lichen planus: a preliminary study. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2015;120(5):609-15.
290. Wojtowicz A, Chaberek S, Kryst L, Urbanowska E, Ciechowicz K, Ostrowski K. Fourier and fractal analysis of maxillary alveolar ridge repair using platelet rich plasma (PRP) and inorganic bovine bone. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2003;32(1):84-6.
291. Goutzanis L, Papadogeorgakis N, Pavlopoulos P, Katti K, Petsinis V, Plochoras I, et al. Nuclear fractal dimension as a prognostic factor in oral squamous cell carcinoma. *Oral Oncology*. 2008;44(4):345-53.
292. Chiappelli F, Alwan J, Prolo P, Christensen R, Fiala M, Cajulis OS, et al. Neuro-immunity in stress-related oral ulcerations: a fractal analysis. *Front Biosci*. 2005;10:3034-41.
293. Yu Y-Y, Chen H, Lin C-H, Chen C-M, Oviir T, Chen S-K, et al. Fractal dimension analysis of periapical reactive bone in response to root canal treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;107(2):283-8.

294. Huang C, Chen J, Chang Y, Jeng J, Chen C. A fractal dimensional approach to successful evaluation of apical healing. *International endodontic journal*. 2013;46(6):523-9.
295. Umemori S, Tonami K-i, Nitta H, Matakai S, Araki K. The possibility of digital imaging in the diagnosis of occlusal caries. *International journal of dentistry*. 2010;2010.
296. Baksi BG, Fidler A. Image resolution and exposure time of digital radiographs affects fractal dimension of periapical bone. *Clinical oral investigations*. 2012;16:1507-10.
297. Mu T-J, Lee D-W, Park K-H, Moon I-S. Changes in the fractal dimension of peri-implant trabecular bone after loading: a retrospective study. *Journal of periodontal & implant science*. 2013;43(5):209.
298. Yasar F, Akgunlu F. The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimension between patients with and without spinal osteoporosis. *Dentomaxillofacial radiology*. 2006;35(1):1-9.
299. dos Santos Corpas L, Jacobs R, Quirynen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri - implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra - oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clinical oral implants research*. 2011;22(5):492-9.
300. Lee K, Choi S, Park T, You D. Fractal dimension calculated from two types of region of interest. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1999;28(5):284-9.
301. Shrout M, Farley B, Patt S, Potter B, Hildebolt C, Pilgram T, et al. The effect of region of interest variations on morphologic operations data and gray-level values extracted from digitized dental radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1999;88(5):636-9.
302. Shrout MK, Potter BJ, Hildebolt CF. The effect of image variations on fractal dimension calculations. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1997;84(1):96-100.
303. White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1999;88(5):628-35.
304. Júnior RM, Gueiros LA, Silva IH, de Albuquerque Carvalho A, Leão JC. Labial frenectomy with Nd: YAG laser and conventional surgery: a comparative study. *Lasers in medical science*. 2015;30:851-6.
305. Boutsis EA, Tatakis DN. Maxillary labial frenum attachment in children. *International journal of paediatric dentistry*. 2011;21(4):284-8.
306. Bervian J, Cazarotto F, Perussolo B, Patussi EG, Pavinatto LCB. Description of the upper labial frenulum characteristics in preschool children of Passo Fundo, Brazil. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. 2016;16(1).
307. Jańczuk Z, Banach J. Prevalence of narrow zone of attached gingiva and improper attachment of labial frena in youths. *Community dentistry and oral epidemiology*. 1980;8(7):385-6.
308. Thanyakarn C, Hansen K, Rohlin M, Akesson L. Measurements of tooth length in panoramic radiographs. 1. The use of indicators. *Dentomaxillofacial radiology*. 1992;21(1):26-30.
309. Bollen A-M, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Case-control study on self-reported osteoporotic fractures and mandibular cortical bone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2000;90(4):518-24.
310. Persson RE, Hollender L, MacEntee M, Wyatt C, Kiyak H, Persson GR. Assessment of periodontal conditions and systemic disease in older subjects: Focus on diabetes mellitus. *Journal of clinical periodontology*. 2003;30(3):207-13.
311. Gulsahi A, Özden Ş, İlker Cebeci A, Özlem Kucuk N, Paksoy CS, Genc Y. The relationship between panoramic radiomorphometric indices and the femoral bone mineral density of edentulous patients. *Oral Radiology*. 2009;25:47-52.
312. Mahl CRW, Licks R, Fontanella VRC. Comparison of morphometric indices obtained from dental panoramic radiography for identifying individuals with osteoporosis/osteopenia. *Radiologia Brasileira*. 2008;41:183-7.
313. Nakamoto T, Taguchi A, Ohtsuka M, Sueti Y, Fujita M, Tanimoto K, et al. Dental panoramic radiograph as a tool to detect postmenopausal women with low bone mineral density: untrained general dental practitioners' diagnostic performance. *Osteoporosis international*. 2003;14:659-64.

314. PJ K. Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women. *J Prosthet Dent*. 1990;63:703-7.
315. Dagistan S, Bilge O. 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. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2010;39(5):290-4.
316. Bajoria AA, Asha M, Kamath G, Babshet M, Patil P, Sukhija P. Suppl 2: M9: evaluation of radiomorphometric indices in panoramic radiograph—a screening tool. *The open dentistry journal*. 2015;9:303.
317. Cianferotti L, Brandi ML. Muscle–bone interactions: basic and clinical aspects. *Endocrine*. 2014;45:165-77.
318. Haire T, Hodgkinson R, Ganney P, Langton C. A comparison of porosity, fabric and fractal dimension as predictors of the Young's modulus of equine cancellous bone. *Medical engineering & physics*. 1998;20(8):588-93.
319. Kato CN, Barra SG, Tavares NP, Amaral TM, Brasileiro CB, Mesquita RA, et al. Use of fractal analysis in dental images: a systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2020;49(2):20180457.
320. Law AN, Bollen A-M, Chen S-K. Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *The Journal of the American Dental Association*. 1996;127(12):1734-42.
321. Roberts MG, Graham J, Devlin H. Image texture in dental panoramic radiographs as a potential biomarker of osteoporosis. *IEEE Transactions on biomedical engineering*. 2013;60(9):2384-92.
322. Hua Y, Nackaerts O, Duyck J, Maes F, Jacobs R. Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. *Clinical oral implants research*. 2009;20(8):767-71.
323. Shrout MK, Roberson B, Potter BJ, Mailhot JM, Hildebolt CF. A comparison of 2 patient populations using fractal analysis. *Journal of periodontology*. 1998;69(1):9-13.
324. Yun-Hoa J. Evaluation of peri-implant bone using fractal analysis. *Imaging Science in Dentistry*. 2005;35(3):121-5.
325. Misch CE. Bone density: A key determinant for clinical success. *Contemporary implant dentistry*. 1999:109-18.
326. He J, Zhao B, Deng C, Shang D, Zhang C. Assessment of implant cumulative survival rates in sites with different bone density and related prognostic factors: an 8-year retrospective study of 2,684 implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2015;30(2).
327. Goiato MC, Dos Santos D, Santiago JJ, Moreno A, Pellizzer EP. Longevity of dental implants in type IV bone: a systematic review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2014;43(9):1108-16.