

# Sağlıklı Ve Osteoporoz Tanılı Hastalarda Fraktal Boyut Ve Mandibular Kortikal İndeks Değerlendirilmesi

## Fractal Dimension And Mandibular Cortical Bone Index Evaluations In Normal And Osteoporotic Patients

Elif Şener, B. Güniz Baksı

Ege Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, İzmir, Türkiye

### ÖZET

**Amaç:** Bisfosfonat tedavisi altında olan bireylerin mandibular kemik dokusu değişikliklerini fraktal analiz yöntemi ile saptayıp ve sağlıklı bireylerden elde edilen bulgular ile karşılaştırmaktır.

**Yöntem:** 20 adet sağlıklı 20 adet bisfosfanat tedavisi altında olan hastadan elde edilen görüntüler üzerinde kortikal kalınlık (KK), panoramik mandibular indeks (PMI) ve fraktal boyut (FB) ölçümleri yapıldı. FB ölçümleri, her hastaya ait panoramik görüntü üzerinde 3 farklı alanda (angulus, corpus ve interdental kemik) gerçekleştirildi. İstatistiksel analiz aşamasında ANOVA, Tukey-Kramer testi ve Pearson korelasyon katsayısından yararlanıldı.

**Bulgular:** 2 farklı hasta grubuna ve farklı lokalizasyonlara ait FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptandı ( $p=0.0004$ ). İnterdental kemik ve korpus mandibula bölgesin ait FB değerleri arasındaki fark anlamlı iken ( $p=0.008$ ), diğer 2 farklı lokalizasyona ait değerlerin ikili karşılaştırmalarında anlamlı bir farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ ). 2 farklı hasta grubunun KK ve PMI değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0.05$ ). KK-PMI ( $p=0.86$ ) ve KK-FB ( $p=0.26$ ) arasında düşük bir korelasyon saptanırken, FB ve PMI arasında negatif bir korelasyon saptandı ( $p=0.96$ ).

**Sonuç:** Fraktal boyut analizi, bisfosfanat tedavisi altındaki hastaların mandibular kemik dokusu değişikliklerinin ayırımında kullanılabilecek bir yöntemdir. Direkt dijital panoramik sistem kullanılarak elde edilen görüntüler üzerinde interdental kemik ve korpus mandibula bölgesine ait gerçekleştirilen FB ölçümlerinden bisfosfanat kullanan hastaların izlenmeleri aşamasında yararlanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** osteoporoz, bisfosfanat, dijital görüntü, fraktal analiz

### ABSTRACT

**Introduction:** To evaluate the radiographic changes of mandibular bone texture in patients receiving bisphosphonate therapy and to compare with healthy controls.

**Methods:** Direct digital panoramic images of twenty healthy individuals and twenty patients under bisphosphonate therapy were used for measurements of mandibular cortical width (CW), panoramic mandibular indices (PMI) and fractal dimension (FD). FD was calculated on three regions of interest on each side of the panoramic images (angulus, corpus and inter-dental bone). Three-way ANOVA, Tukey-Kramer tests and Pearson's correlation coefficient were used for comparisons.

**Results:** Significant difference was found in FDs of two groups ( $p=0.0004$ ) and different locations ( $p=0.0001$ ). The difference in FDs of inter-dental bone areas and corpus mandible was significant ( $p=0.008$ ), while no difference was found for pair-wise comparisons of other two locations ( $p>0.05$ ). No difference could be obtained in CW and PMI of two groups ( $p>0.05$ ). Weak insignificant correlation was found between CW-FD ( $p=0.26$ ) and CW-PMI ( $p=0.86$ ) while there was an insignificant negative correlation between FD and PMI ( $p=0.96$ ).

**Conclusion:** FD is a good discriminator of altered mandibular bone texture of patients under bisphosphonate therapy. FD of inter-dental and corpus mandibular bone areas as calculated on direct digital panoramic images could be reliable in screening patients using bisphosphonates.

**Keywords:** osteoporosis, bisphosphonate, dijital imaging, fractal analysis

### GİRİŞ

Osteoporoz, genellikle yaşlı insanları etkileyen kronik dejeneratif bir hastalıktır. Çoğunlukla post menopozal dönemdeki bayanları etkilemekle birlikte, erkeklerde ve pre-menapoz dönemindeki bayanlarda da gözlenebilmektedir. En sık görülen metabolik kemik hastalığı olan osteoporoz kemik mineral densesindeki

kayıp ile karakterize olup, kırıklara yatkınlığı artırması nedeniyle klinik ve halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Dünyada yaşlı nüfus sayısının artması ile birlikte vücudun farklı bölgelerindeki kemiklerde gözlenen kırık sayılarında da artış olması beklenmektedir.<sup>1</sup>

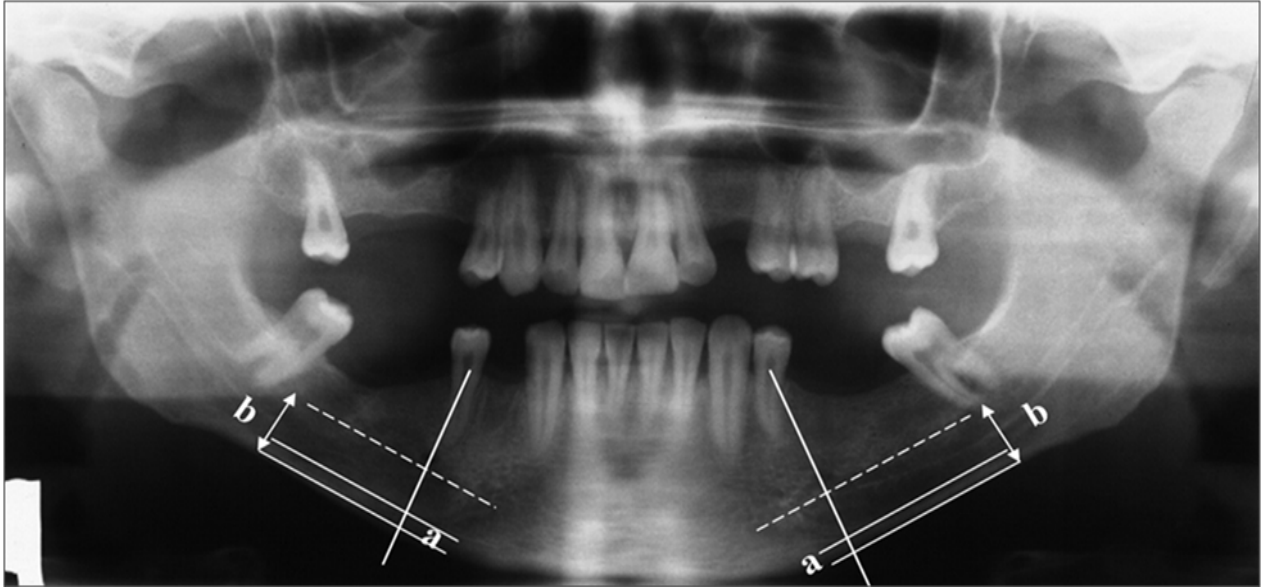
Bisfosfonat türü ilaçlar, sistemik metabolik kemik hastalıklarının tedavisinde sıklıkla kullanılan ilaçlardır. Oral yolla alınan bisfosfonatlardan olan alendronat (Fosamax) ve risedronat (Actonel), osteoklast-aracılı kemik rezorpsiyonunun inhibitörü olup, postmenopozal kadınlarda kırıkların önlenmesi amacıyla osteoporozun önlenmesinde ve tedavisinde; erkeklerdeki osteoporoz tedavisinde; glukokortikoid-nedenli osteoporozun tedavisinde ve önlenmesinde endikedir.<sup>2,3</sup>

Bisfosfonat grubu ilaçların ilgili hasta grubunun tedavisinde oynadıkları önemli rol tartışılmazdır, ancak tedavi sırasında ve sonrasında özellikle çene kemiklerinde istenmeyen yan etkileri görülebilmektedir. Çene kemiklerinde osteonekroz olguları sıklıkla intravenöz (IV) bisfosfonat kullanan hastalarda görülse de, oral bisfosfonat kullanımına bağlı da osteonekroz gelişimine dair bilgiler mevcuttur.<sup>4</sup>

Dişhekimiğinde kullanılan radyografiler üzerinde yapılan ölçümlerle alveoler kemiklerde osteoporoz nedeniyle oluşan metabolik kemik kayıplarının değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Araştırmalar panoramik radyografi üzerinde belirlenen kortikal

kemiğe yönelik indeks ölçümleri kullanılarak, mevcut olan osteoporotik durumun saptanabileceğini belirtmektedir.<sup>5-8</sup> Ancak, trabeküler kemiğin yenilenmesi kortikal kemikten sekiz kez daha hızlıdır ve metabolik uyarılara daha fazla cevap vermektedir. Bu nedenle, osteoporozun erken tanısı amacıyla kortikal kemik yerine trabeküler kemiği incelemeyi amaçlayan çalışmalar önem kazanmıştır.<sup>9,10</sup>

Günümüz dijital teknolojisi ile geliştirilen görüntü analiz yöntemleri, alveoler kemikte meydana gelen değişikliklerin ölçümüne olanak sağlarken, özellikle trabeküler kemikteki değişikliklerin kantitatif olarak değerlendirilebilen spesifik dijital yöntemler de geliştirilmiştir. Bu amaçla kullanılan matematiksel görüntü analiz yöntemlerinden biri fraktal analizdir. Fraktal analiz yöntemi, kompleks şekillerin ve yapısal oluşumların analizinde kullanılan matematiksel bir yöntemdir ve analiz sonucu nümerik olarak elde edilen değer "fraktal boyut" olarak tanımlanır.<sup>11</sup> Kemikte erken dönemde meydana gelen değişikliklerin saptanmasına yardımcı olan bir yöntem olduğu medikal alanda yapılmış birçok çalışmada vurgulanmaktadır.<sup>9,10,12</sup>



Şekil 1 Elde edilen görüntüler üzerinde gerçekleştirilen mandibular indeks hesaplamaları

Osteoporoz nedeniyle hem kortikal hem de trabeküler kemikte meydana metabolik değişikliklerin saptanmasına yönelik çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir.<sup>13-19</sup> Fakat fraktal analiz yönteminin sağlıklı ve bisfosfonat tedavisi altında olan osteoporoz hastalarının mandibular kemik dokusu değişikliklerini ayırt edilmesindeki etkinliğinin direkt dijital panoramik radyografi ile elde edilen

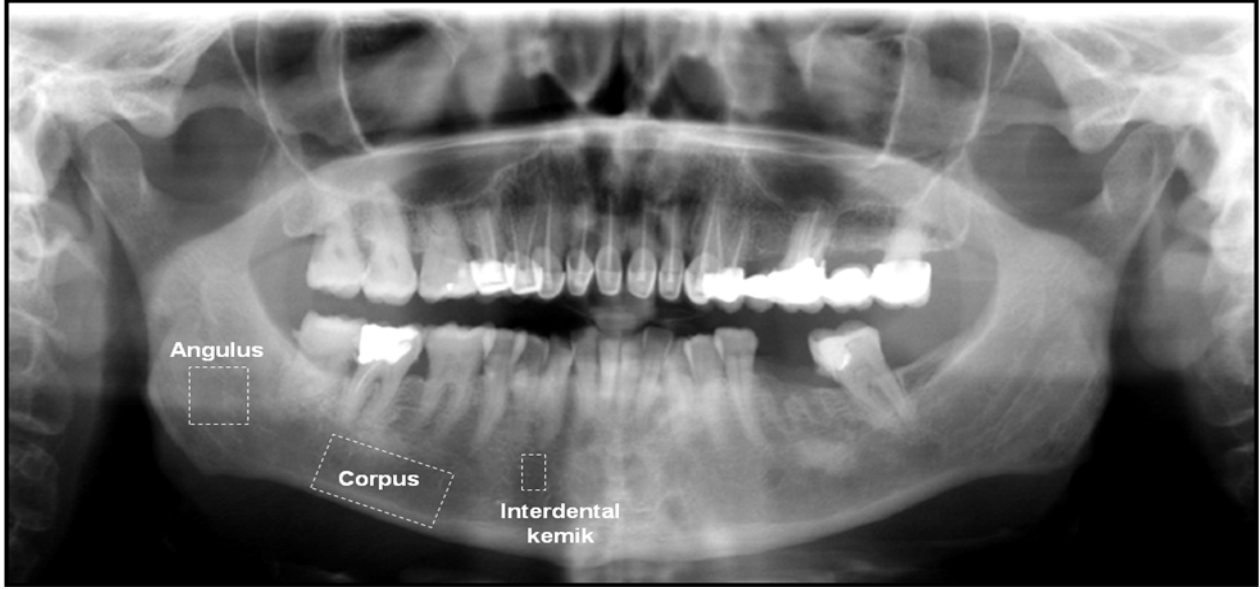
görüntüler üzerinde değerlendirildiği bir çalışmaya ise literatürde rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, osteoporoz nedeniyle bisfosfonat tedavisi altında olan bireylerin direkt dijital panoramik sistem görüntüleri üzerinde mandibular kemik dokusu değişikliklerini fraktal analiz yöntemi ve kortikal kemiğe yönelik indeks ölçümleri yardımıyla saptamak ve sağlıklı bireylerin değerleri ile karşılaştırmaktır.

**GEREÇ-YÖNTEM***Hasta seçim kriterleri*

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre kemik mineral yoğunluğu genç populasyon ortalamasının 1 standart sapmaya (SS) kadar olanları normal, 1-2.5 SS arasındakiler osteopenik, 2.5 SS altındakiler osteoporotik olarak tanımlanmaktadır.<sup>20</sup> Buna göre; çalışmamıza Ege

Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda muayenesi tamamlanan ve 20 adet sağlıklı ve 20 adet Dünya Sağlık Örgütü tanı kriterlerine göre osteoporoz tanısı konarak<sup>20</sup> oral bisfosfanat tedavisi gören olmak üzere toplam 40 adet bayan hasta dahil edildi.



**Şekil 2** Fraktal analiz işlemleri için seçilen ilgili alanlar (İA)

Hasta seçimi aşamasında metabolik, endokrin, bağ dokusu, kronik karaciğer ve böbrek hastalığı gibi kemik metabolizmasını etkileyecek herhangi bir hastalığı olmaması şartı arandı. Bunun yanı sıra, malabsorbsiyon sendromu bulunanlar, kortikosteroid, antikonvülzan, heparin, tiroid hormonu, diüretik ve metotrexate gibi sekonder osteoporozu neden olan ilaçlar kullanan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya dahil edilen bireylere, çalışmanın amacı ve yöntemi anlatılarak onayları alındı.

*Radyografik teknik*

Çalışmamıza 40 hastanın Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'ndaki rutin radyolojik muayeneleri sırasında alınan dijital panoramik radyografi görüntüleri dahil edildi. Dijital panoramik görüntüler 2.7 mm Al'a eşdeğer total filtrasyonu olan direk dijital panoramik görüntüleme sistemi Cranex® D (Soredex Corporation, Helsinki, Finlandiya) kullanılarak, 57-85 kV, 10 mA, ve 17,6 sn ışınlama parametreleri kullanılarak elde edildi.

*Mandibular indeks hesaplamaları*

Direkt dijital panoramik sistem kullanılarak elde edilen görüntüler üzerinde gerçekleştirilen mandibular kortikal kalınlık (MCW), panoramik mandibular indeks (PMI)

hesaplamaları için NIH görüntü analiz programından (Image J, 1.3 v versiyon, National Institutes of Health, Bethesda, MD) yararlanıldı.

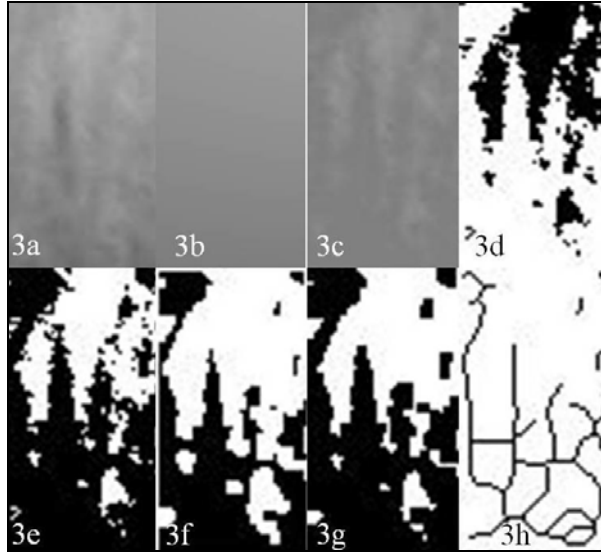
MCW ölçümü için premolarlar bölgesinde mental foramen hizasında mandibular kortekse teğet geçecek bir çizgi çizildi. Foramen mentale bölgesinden geçen ve bu çizgiye dik olan ikinci bir çizgi çizildi. Bu iki çizginin kesiştiği yerden mandibulanın alt sınırına kadar olan mesafe (a) mandibular kortikal kalınlık ölçümü için kullanıldı (Şekil 1).

PMI hesaplamaları ise, mental foramen ile mandibulanın alt sınırı arasındaki mesafe (b) ölçümü temel alınarak gerçekleştirildi. PMI değerleri, mental bölgedeki kortikal kalınlığın, mental foramen'in alt sınırından mandibulanın alt sınırına olan mesafeye bölünmesiyle (a/b) hesaplandı (Şekil 1).

*Görüntü analizi*

Elde edilen tüm dijital görüntülerin fraktal analiz işlemleri için NIH görüntü analiz programından (Image J, 1.3 v versiyon, National Institutes of Health, Bethesda, MD) yararlanıldı. Tüm görüntü işleme ve analiz işlemleri aynı kişisel bilgisayarda ve aynı kişi tarafından gerçekleştirildi.

Analizler için hastaya ait panoramik görüntü üzerinde angulus, corpus ve interdental kemik olmak üzere bölgenin izin verdiği mümkün olan maksimum büyüklükte 3 farklı ilgili alan (İA) oluşturuldu (Şekil 2). Angulus bölgesinde belirlenen İA trabeküler kemiği içerirken, Corpus bölgesinde yer alan İA hem kortikal hemde trabeküler kemiği içermekteydi. Görüntüler üzerinde fraktal analiz ölçümlerinin yapılacağı İA'lara ait bölgelerde herhangi bir patoloji bulunmamasına ve lamina dura, periodontal ligament boşluğu gibi anatomik oluşumların İA sınırları içinde yer almamasına dikkat edildi. 3 farklı lokalizasyona ait İA'ların her iki yarım çenede de belirlenmesiyle, çalışmaya dahil edilen her hasta için toplam 6 adet İA lokalizasyonu saptandı.



Şekil 3. Fraktal analiz işlemleri

40 hastaya ait mandibulanın her iki yarısında 3 farklı bölgede belirlenen toplam 240 adet İA üzerinde, White ve Rudolph'un 1999 yılındaki çalışmalarında yararlandığı "kutu sayma yöntemi" (box counting metodu) kullanılarak fraktal analiz işlemleri gerçekleştirildi.<sup>21</sup> Bu yöntem ile gerçekleştirilen fraktal analiz işleminin basamakları aşağıda sıralanmıştır:

- İlk olarak orijinal radyografide oluşturulan İA'nın kopyası elde edildi (Şekil 3a).
- Elde edilen bu kopya 35 piksel çapındaki Gaussian filtresi kullanılarak bulanıklaştırıldı. Bu işlem ile tüm orta ve küçük ölçekteki detaylar ortadan kaldırılarak, görüntü üzerinde sadece büyük densite farklılıkların kalması sağlandı (Şekil 3b).
- Oluşturulan bu yeni görüntü orijinal görüntüden çıkartıldı ve her piksel konumunda olmak koşuluyla görüntüye 128 eklendi. Görüntüdeki trabeküler ve

marrow boşlukları gibi bireysel farklılıkları yansıtmak amacıyla yapılan bu işlem sonucunda, minimum intensite değeri 128 olan bir görüntü oluşturuldu (Şekil 3c).

- Daha sonra 128 parlaklık eşik değeri kullanılarak görüntü ikili (siyah-beyaz) hale getirildi (segmente edildi). İkili görüntü üzerindeki siyah alanlar radyografik olarak trabeküler kemiği temsil eden alanlar idi (Şekil 3d).

• Bu işlem sonrasında gri skalanın tersine (invert) çevrilmesiyle, beyaz alanlar siyaha siyah alanlar da beyaza dönüştürüldü. Böylece görüntü üzerinde trabeküler kemiği gösteren bölgeler beyaz, marrow boşluklarını gösteren bölgeler ise siyah olacak şekilde segmente edilmiş oldu (Şekil 3e).

- Görüntü üzerindeki "istenmeyen dalgalanmaları (noise)" ortadan kaldırmak için, sırasıyla "erode" ve "dilate" işlemleri gerçekleştirildi (Şekil 3f, Şekil 3g).

• Görüntü işleme sürecinin son adımı olarak görüntü üzerindeki siyah alanların etrafında tek piksel hattı kalana kadar "erode" işleminin uygulandığı "skeletonize" işlemi gerçekleştirildi (Şekil 3h).

- Elde edilen bu görüntü üzerinde yazılım yardımı ile kutu sayma yöntemi kullanılarak fraktal boyutlar hesaplandı. Her görüntü üzerinde 3 farklı bölgeye ait (angulus, corpus, interdental bölge) her iki yarım çenedeki İA alanı için hesaplanan fraktal boyutların (FB) ortalama değerlerine ait veriler istatistiksel analiz aşamasında kullanılmak üzere bilgisayar ortamına aktarıldı.

#### İstatistiksel değerlendirme

Verilerin istatistiksel analizleri; NCSS 2000 (NCSS, Utah, USA) paket yazılımı kullanılarak yapıldı. "Bisfosfanat tedavisi gören hasta grubu" ve "sağlıklı kontrol grubu" şeklinde sınıflandırdığımız ve çalışmaya dahil ettiğimiz iki farklı gruba ve 3 farklı alana (angulus, corpus ve interdental kemik) ait ilgili alanlar için hesaplanan fraktal boyutların (FB) ortalama değerlerinin karşılaştırılması için 3 yönlü ANOVA ve Tukey-Kramer testleri kullanıldı. 2 farklı hasta grubuna yönelik hesaplanan FB, CW ve PMI ölçümlerinin karşılaştırılması aşamasında ise Pearson korelasyon katsayısından yararlanıldı.

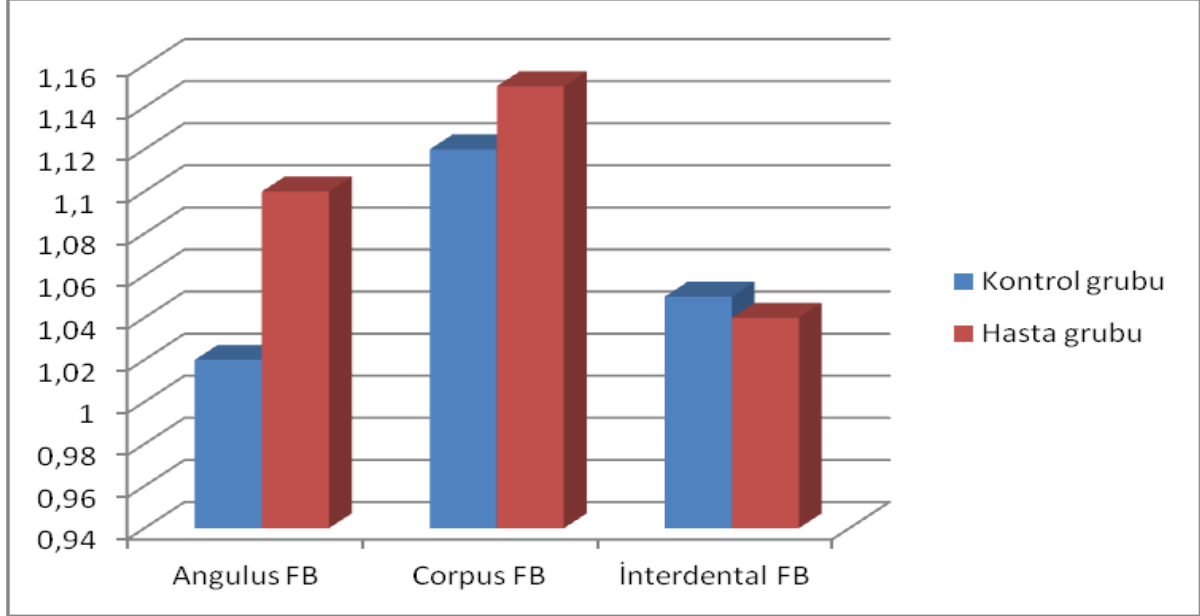
#### BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen osteoporoz tanılı hasta grubunun yaş aralığı 43 ila 69 arasında (ortalama:  $54.9 \pm 6.5$  yaş) değişkenlik göstermekte iken, kontrol grubunun yaş aralığı 40 ila 66 arasında (ortalama:  $52 \pm 4.8$  yaş) idi. 2

grubun yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ ).

Çalışmamıza dahil edilen 2 farklı hasta grubu ve 3 farklı alan için hesaplanan ortalama fraktal boyut (FB) değerleri

Grafik 1’de izlenmektedir. Elde edilen bu veriler genel olarak değerlendirildiğinde, çalışmaya dahil edilen iki farklı gruba ait FB değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlendi ( $p=0.0004$ ).



**Grafik 1:** İki farklı hasta grubu ve 3 farklı alan için hesaplanan ortalama fraktal boyut (FB) değerleri

Çalışmaya dahil edilen 2 farklı gruba ve farklı lokalizasyonlara ait FB değerleri karşılaştırıldığında; interdental kemik ve korpus mandibula bölgesine ait FB değerleri arasındaki fark anlamlı iken ( $p=0.008$ ), diğer 2 lokalizasyona ait değerlerin karşılaştırmalarında anlamlı bir farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ ). İnterdental kemik bölgesine ait FB değerlerinin korpus mandibula üzerinde hesaplanan FB değerlerinden anlamlı olarak düşük olduğu izlendi ( $p<0.05$ ).

Çalışmamıza dahil edilen 2 farklı gruba ait CW ve PMI değerleri ise Grafik 2’de izlenmektedir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde “Bisfosfanat tedavisi gören hasta grubu” ve “sağlıklı kontrol grubu” şeklinde sınıflandırdığımız iki farklı gruba ait CW ve PMI değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0.05$ ). CW ve PMI mandibular indeks verilerinin FB değerleriyle karşılaştırması sonucunda ise, CW-PMI ( $r=0.03$ ,  $p=0.86$ ) ve CW-FB ( $r=0.2$ ,  $p=0.26$ ) arasında düşük bir korelasyon saptanırken, FB ve PMI arasında negatif bir korelasyon saptandı ( $r=-0.01$ ,  $p=0.96$ ).

#### TARTIŞMA

Çalışmamızın bulguları, direkt dijital görüntüleme sistemleri ile elde edilen panoramik radyografiler üzerinde gerçekleştirilen fraktal boyut ölçümlerinin bisfosfanat tedavisi altındaki hastaların mandibular kemik

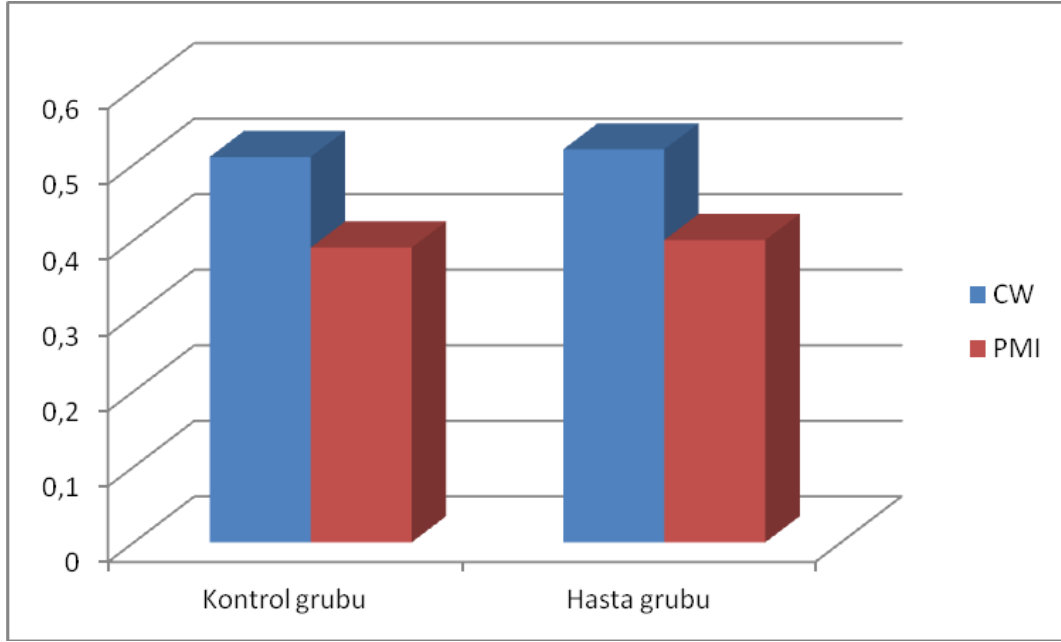
dokusundaki değişiklikleri saptayabildiğini göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, osteoporoz tanısı konmuş hastaların mandibular kemik dokusundaki değişiklikleri araştıran benzer çalışmaların bulgularıyla uyumludur.<sup>3,15-17</sup>

Literatürde alveoler kemiklerde osteoporoz nedeniyle oluşan metabolik kemik kayıplarının saptanmasına yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğunda sadece kortikal kemiğe yönelik değişikliklerin saptanması amacıyla mandibular indeks ölçümlerinden yararlanılmıştır. Çakur ve ark. osteoporoz hastaları üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada; dijital panoramik görüntüler üzerinde yaptıkları mandibular indeks değerlendirmelerinin, hastaların DEXA ile saptanan femoral ve vertebral BMD değerleriyle uyum göstermediğini saptamıştır.<sup>22</sup> Alman ve ark.’ın çalışmasının sonuçları da bu bulgularla uyumludur.<sup>23</sup> Sunulan çalışmada da mandibular indeks ölçümleri konusunda benzer bulgular elde edilmesi, kortikal kalınlığa yönelik ölçümlerin alveoler kemikte meydana gelen değişikliklerin tanısında yeterli hassasiyete sahip olmadığını bir kez daha göstermektedir.

Alveoler kemiğin trabeküler ağı, fraktal boyutlarla karakterize edilebilen bir yapı sergiler. Osteoporozu

olan bireylerde trabeküllerde meydana gelen rezorpsiyonun fraktal boyut değişikliklerine neden olduğu bildirilmektedir.<sup>19</sup> Projeksiyon geometrisi ya da radyodensite gibi değişkenlerden bağımsız olduğu vurgulanan fraktal analiz yöntemi alveoler kemikte erken dönemde meydana gelen değişikliklerin ilk habercisi olabilmektedir.<sup>9,10,12</sup> Dolayısı ile radyografiler üzerinde gerçekleştirilen morfometrik ölçümlerin çalışmamız

bulgularında da sunulduğu gibi yetersiz kaldığı durumlarda fraktal analiz gibi trabeküler kemikteki değişiklikleri kantitatif olarak değerlendirme imkanı sunan matematiksel görüntü analizi yöntemlerinden yararlanmak, alveoler kemikte meydana gelen değişiklikleri erken dönemde saptamamıza ve trabeküler ölçümlere yönelik çok daha doğru bilgiler almamıza yardımcı olabilecektir.



**Grafik 2:** İki farklı hasta grubu için hesaplanan ortalama CW ve PMI değerleri

Günümüzde fraktal analiz yöntemi, implant uygulanan bölgelerdeki kemik kalitesinin değerlendirilmesi, periodontal dokulardaki değişikliklerin saptanması gibi dişhekimiğin birçok farklı alanında kullanılsa da, bu yöntemin ilk kullanımı osteoporoz hastalığının trabeküler kemiklerdeki bulgularının saptanması amacıyla olmuştur.<sup>16</sup> Doyle ve ark.'nın 1991 yılında pre- ve postmenopoz hastalarının dental radyografileri üzerinde saptadığı fraktal boyutların karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği ön çalışmayı takiben, çok sayıda araştırmacı osteoporozun alveoler kemikte erken dönemde meydana getirdiği değişiklikleri saptamak amacıyla çalışmalar yapmışlardır.<sup>14-19</sup>

Bu konuda yapılan çalışmalar elde edilen sonuçlar açısından değerlendirildiğinde ortak bir noktaya ulaşılabildiği söylenemez. Çok sayıdaki çalışmanın bulguları kısaca özetlenecek olursa bazı araştırmacılar osteoporoz tablosunda alveoler kemiklerde saptanan FB değerlerinde azalma olduğunu savunurken<sup>17-24</sup>, diğerleri ise daha yüksek FB değerlerine sahip olduklarını

saptamışlardır.<sup>6,15,16</sup> Yaşar ve ark. 2006 yılında yapmış oldukları çalışmada, osteoporoz tanısı konmuş ve sağlıklı bireylerden elde edilen radyografiler üzerinde ölçülen FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptamamışlardır.<sup>19</sup>

Bulguları ve sonuçları yönünden aykırılık gösteren bu çalışmaların farklılıklarının nedeni yöntemlerindeki değişikliklere bağlanmaktadır. Çalışmalar, FB hesaplamalarında kullanılan radyografilerin elde edilme yöntemleri açısından değerlendirildiğinde, bazılarında araştırmacıların trabeküler ağda meydana gelen değişikliklerin saptanması amacıyla panoramik radyografiler<sup>15,25</sup>, bazılarında daha yüksek çözünürlüğe sahip periapikal radyografileri kullanmayı tercih ettikleri<sup>19,26</sup> göze çarpmaktadır. Kimi çalışmalarda ise, hem periapikal film hem de panoramik radyografilerden elde edilen görüntülerden yararlanılmıştır.<sup>6,27</sup>

Bu çalışmalar kullanılan yöntem açısından detaylı olarak incelendiğinde göze çarpan diğer önemli nokta ise, çalışmaların çoğunda fraktal analiz yönteminde

kullanılan filmlerin konvansiyonel yöntemlerle elde edilip tarayıcılar kullanılarak dijitize edilmiş olmasıdır. Law ve ark.'nın 4 farklı yöntem kullanarak osteoporoz tanısındaki etkinliğini araştırdıkları çalışmada, kortikal kemik kalınlığının belirlenmesinde konvansiyonel yolla elde edilen panoramik radyografilerden yararlanırken, fraktal boyut ölçümleri ise görüntülerin dijitalizasyonu sonrasında gerçekleştirmiştir.<sup>15</sup> Yaşar ve ark. osteoporoz hastalarında panoramik mandibular indeks ve fraktal boyut ölçümlerini karşılaştırmalı olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, mandibular indeks ölçümlerini konvansiyonel panoramik radyografiler üzerinde gerçekleştirirken, FB ölçümleri için direkt dijital sistemlerle elde edilen görüntülerden yararlanmışlardır.<sup>19</sup> Bollen ve ark. osteoporoz hastaları üzerinde fraktal analiz ölçümlerinin gerçekleştirmesi aşamasında dijitize ettikleri panoramik ve periapikal radyografilerden yararlanmışlardır.<sup>13</sup>

Dijitalizasyon işleminin görüntü üzerinde istenmeyen dalgalanmalar (noise) oluşturduğu, bunun da fraktal analiz ölçümlerini olumsuz yönde etkilediği son dönemde yapılan bir çalışmada vurgulanmıştır.<sup>28</sup> Bu olumsuzluğun önüne geçmek için hem mandibular indeks hem de FB ölçümlerini direkt dijital panoramik radyografiler üzerinde gerçekleştiren araştırmaların sayısının sınırlı olduğu göze çarpmaktadır.<sup>18,23</sup> Tosoni ve ark. menopoz öncesi ve sonrası dönemdeki hastaların FB ve piksel yoğunluğu ölçümleri aşamasında direkt dijital panoramik radyografilerden yararlanmışlardır.<sup>18</sup> Alman ve ark. osteoporoz tanısı konmuş erkek ve bayan hastalardan elde ettikleri direkt dijital panoramik radyografi görüntüleri üzerinde gerçekleştirdikleri FB ve mandibular kortikal kalınlık ölçümlerini karşılaştırmalı olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, bizim çalışmamızla benzer bulgular elde etmişlerdir. Söz konusu çalışmanın sonuçları, fraktal boyut ölçümlerinin düşük kemik yoğunluğunun saptanmasında güvenilir bir yöntem olduğunu, kortikal kalınlığa yönelik ölçümlerin ise alveoler kemikte meydana gelen değişikliklerin erken tanısında yeterli hassasiyeti göstermediğini vurgulamaktadır.<sup>23</sup> Bizim çalışmamızda ise hem mandibular indeks hem de FB ölçümlerinin direkt dijital panoramik radyografi yöntemi ile elde edilen görüntüler üzerinde gerçekleştirilmiş olması sayesinde, dijitalizasyon işlemi sırasında görüntüde meydana gelen kayıplar önlenerek daha doğru sonuçlar elde edildiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonuçları, direkt dijital görüntüleme sistemleri ile elde edilen görüntüler üzerinde gerçekleştirilen fraktal boyut ölçümlerinin bisfosfanat

kullanan hastalarda kemik yoğunluğunda meydana gelen değişikliklerin saptanmasında güvenilir bir yöntem olduğunu göstermektedir. Alveol kemiği gibi yüksek yenilenme kapasitesine sahip kemiklerde ve kemiklere komşu yumuşak dokuda yüksek oranda biriken bisfosfanatlar ile tedavi gören hastaların büyük çoğunluğunda çene kemiğinde osteonekrozlar gözlemlendiğini bildiren dental literatürde çok sayıda yayın bulunmaktadır.<sup>4,29</sup> Osteonekroz sıklıkla intravenöz bisfosfonat kullanımına bağlı olarak gelişen bir patoloji olarak karşımıza çıkmakla birlikte; oral yolla bisfosfonat kullanan osteoporoz hastalarının da risk altında oldukları unutulmamalıdır. Direkt dijital görüntüler üzerinde gerçekleştirilecek olan fraktal boyut ölçümlerinin bisfosfonat kullanan hastalardaki alveolar kemik değişikliklerini ortaya koyması durumunda bu riski taşıyan hastaları erken dönemde saptamak ve patolojinin gelişmesini önlemek mümkün olacaktır.

Osteoporozda erken tanının önemi gün geçtikçe artış göstermektedir. Ancak söz konusu hastalığın rutin tanı yöntemleri basit, ucuz ve özellikler diş hastaneleri ve dişhekimliği fakülteleri için standart değildir. Ancak, çalışmamızın bulguları dişhekimlerinin osteoporozun erken tanısında etkin bir rol alabileceklerini konusunda umut vermektedir. Dental radyografi teknolojisinin gelişim süreci içinde konvansiyonel radyografinin yerini dijital radyografiye bıraktığı günümüzde tüm büyük klinikler ve hastaneler radyografi sistemlerini dijital dönüşümüne çabası içindedir. Direkt dijital görüntüleme sistemlerine yönelik gelişmeler, dental pratiklerde konvansiyonel filmin yerini almalarını hızlandırmaktadır. Söz konusu gelişmiş görüntüleme sistemleriyle alınan görüntüler üzerinde fraktal analiz gibi görüntü analiz yöntemlerini kullanarak trabeküler yapının kantitatif olarak incelemesini yapmak dişhekimleri için de mümkün olmaktadır. Teknolojinin hızla ilerlemesi, ve sunulan çalışmanın bulgularına paralel bulguların bildirildiği çalışmaların sayıca artması dişhekimlerinin diyagnostik amaçla aldığı radyografiler üzerinde fraktal analiz yönteminin uygulanmasıyla osteoporozun erken tanısında etkin bir rol alabileceklerini göstermektedir.

## KAYNAKLAR

1. Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet*, 2002; 359: 1761-1767.
2. Fleisch H. Mechanism of action of the bisphosphonate. *Medicina* 1997; 57: 65-75.

3. Palomo L, Bissada N, Liu J. Bisphosphonate therapy for bone loss in patients with osteoporosis and periodontal disease: Clinical perspectives and review of the literature. *Quintessence Int* 2006; 37: 103-107.
4. Hoff AO, Toth BB, Altundag K, et al. Osteonecrosis of the jaw in patients receiving intravenous bisphosphonate therapy. *J Clin Oncol* 2006; 24: 8528.
5. Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen P, Vainio P, Lassila V. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 774-779.
6. Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Case-control study on self-reported osteoporotic fractures and mandibular cortical bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90: 518-524.
7. Taguchi A, Sanada M, Krall E, et al. Relationship between dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover. *J Bone Miner Res* 2003; 18: 1689-1694.
8. Taguchi A, Sueti Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Ohtaki M. Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25: 263-267.
9. Lynch JA, Hawkes DJ, Buckland-Wright JC. A robust and accurate method for calculating fractal signature of texture in macroradiographs of osteoarthritic knees. *Med Inform* 1991; 16: 241-251.
10. Lynch JA, Hawkes DJ, Buckland-Wright JC. Analysis of texture in macroradiographs of osteoarthritis knees using fractal signature. *Phys Med Biol* 1991; 36: 709-722.
11. Chen J, Zheng B, Chang YH, Shaw CC, Towers JD, Gur D. Fractal analysis of trabecular patterns in projection radiographs. An assessment. *Invest Radiol* 1994; 29: 624-629.
12. Buckland-Wright JC, Lynch JA, Rymer J, Fogelman I. Fractal signature analysis of macroradiographs measures trabecular organization in lumbar of postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1994; 54: 106-112.
13. Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30: 270-275.
14. Doyle MD, Rabin H, Suri JS. Fractal analysis as a means for the quantification of intramandibular trabecular bone loss from dental radiographs. *Proceedings of SPIE* 1991; 1380: 227-235.
15. Law AN, Bollen AM, Chen SK. Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *J Am Dent Assoc* 1996; 127:1734-1742.
16. Ruttimann UE, Webber RL, Hazelrig JB. Fractal dimension from radiographs of peridental alveolar bone: A possible diagnostic indicator of osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 74: 98-100.
17. Southard TE, Southard KA, et al. Mandibular bone density and fractal dimension in rabbits with induced osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 244-249.
18. 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 Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 102: 235-241.
19. Yaşar F, Akgünlü F. The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimension between patients with and without spinal osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35: 1-9.
20. WHO. Research on the menopause in the 1990s, *WHO Technical Report Series 866*, 1994, Geneva.
21. White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1999; 88: 628-635.
22. Cakur B, Dağistan S, Sümbüllü MA. No correlation between mandibular and non-mandibular measurements in osteoporotic men. *Acta Radiol* 2010; 51: 789-792.
23. Alman AC, Johnson LR, Calverley DC, Grunwald GK, Lezotte DC, Hokanson JE. Diagnostic capabilities of fractal dimension and mandibular cortical width to identify men and women with decreased bone mineral density. *Osteoporos Int* 2012; 23: 1631-1636.
24. Fazzalari NL, Parkinson IH. Fractal properties of cancellous bone of the iliac crest in vertebral crush fracture. *Bone* 1998; 23: 53-57.



25. Kim JH, Nah KS. Prediction of osteoporosis using fractal analysis on panoramic radiographs. *Korean J of Oral and Maxillofac Radiol* 2007; 37: 79-82.
26. Park GM, Jung YH, Nah KS. Prediction of osteoporosis using fractal analysis on periapical radiographs. *Korean J of Oral and Maxillofac Radiol* 2005; 35: 41-46.
27. Kim JH, Jung YH, Nah KS. Prediction of osteoporosis using fractal analysis on periapical and panoramic radiographs. *Korean J of Oral and Maxillofac Radiol* 2008; 38: 147-151.
28. Baksı BG, Fidler A. Image resolution and exposure time of digital radiographs affects fractal dimension of periapical bone. *Clin Oral Invest* 2011; 16: 1507-10.
29. Dodson TB. The frequency of medication-related osteonecrosis of the jaw and its associated risk factors. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2015; 27: 509-516.

**Yazışma Adresi:**

Doç. Dr. Elif Şener  
Ege Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve  
Çene Radyolojisi AD, Bornova 35100 İzmir - Türkiye  
Tel: +90 232 3881081  
E-posta: esogur@yahoo.com