

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**OSTEOPOROZUN ÇENE KEMİKLERİNDEKİ
RADYOGRAFİK BULGULARININ
BİLGİSAYAR YARDIMI İLE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

T 99579

Hasan Hüseyin YILMAZ

Danışman
Doç.Dr. Faruk AKGÜNLÜ

KONYA-2001

T.C. YEREL YEREL YEREL
DÜZENLENEN YEREL YEREL
MERKEZİ

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DIŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

SABE PROJE NO:.....

**OSTEOPOROZUN ÇENE KEMİKLERİNDEKİ
RADYOGRAFİK BULGULARININ
BİLGİSAYAR YARDIMI İLE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Hasan Hüseyin YILMAZ

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 12/02/2001 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oy birliği ile kabul edilmiştir.

(SABE Yön Kur. Karar tarih ve no :.....)

Tez Jürisi:

Jüri Başkanı Doç.Dr.F.Füsun ÖZER

Üye (Danışman) Doç.Dr.Faruk AKGÜNLÜ

Üye Doç.Dr.Necip MUTLU

Üye Yrd.Doç.Dr.Ülkem AYDIN

Üye Yrd.Doç.Dr.Nimet ÜNLÜ

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİ.....	3
2.1. Kemik yapısı.....	3
2.1.1. Kemğin yeniden yapılanması.....	4
2.1.2. Kemik hücreleri.....	5
2.1.2.1. Osteoblastlar.....	5
2.1.2.2. Osteoklastlar.....	5
2.1.2.3. Osteositler.....	5
2.1.2.4. Osteoprogenitör hücreler.....	6
2.1.3. Kemik radyolojisi.....	6
2.2. Osteoporoz.....	7
2.2.1. Osteoporoz risk faktörleri.....	8
2.2.2. Osteoporozun sınıflandırılması.....	9
2.2.2.1. Primer osteoporoz.....	10
2.2.2.2. Sekonder osteoporoz.....	13
2.2.3. Osteoporoz patogenezinde rol oynayan faktörler.....	13
2.2.4. Osteoporoz tanı yöntemleri.....	15
2.2.4.1. Osteoporozun biyokimyasal göstergeleri.....	15
2.2.4.2. Kemik biyopsisi.....	16
2.2.4.3. Osteoporozun görüntüleme yöntemleri.....	17
2.2.4.3.A. Radyoloji.....	17
2.2.4.3.B. Kemik sintigrafisi.....	18
2.2.4.3.C. Kemik mineral içeriği ve yoğunluk ölçümleri.....	18
2.2.5. Maksilla ve mandibulada osteoporoz.....	21

2.3. Dişhekimliğinde dijital (sayısal) görüntüleme ve görüntü işleme.....	22
2.3.1. Dişhekimliğinde dijital görüntüleme.....	22
2.3.1.1.Tarih ve gelişimi.....	22
2.3.1.2. Dijital radyografi.....	23
2.3.1.3. Tuned aperture computed tomography (TACT).....	25
2.3.2. Görüntü işleme.....	26
3. MATERYAL ve METOT.....	32
3.1. Hastalar.....	32
3.2. Radyograflar.....	33
3.3. Sayısallaştırma.....	35
3.4. Bilgisayar analizi.....	36
3.5. İstatistiksel analiz.....	39
4. BULGULAR.....	40
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	44
6. ÖZET.....	53
7. SUMMARY.....	55
8. KAYNAKLAR.....	56
9. ÖZGEÇMİŞ.....	67
10. EKLER.....	68

RESİM LİSTESİ

Resim 3.2.1. Osteoporozlu bir hastadan panoramik radyograf alınışı.....	34
Resim 3.2.2. Dürr xr 24 otomatik banyo makinesi.....	34
Resim 3.2.3. Bilgisayar ve komponentleri.....	35



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.4.1.a. Anterior maksillanın sayısallaştırılmış radyografından trabeküler kemiğin bir bölgesi.....	38
Şekil 3.4.1.b. Blurred görüntü.....	38
Şekil 3.4.1.c. Çıkartma görüntü.....	38
Şekil 3.4.1.d. Binary görüntü.....	38
Şekil 3.4.1.e. İskeletleştirilmiş görüntü.....	38
Şekil 3.4.1.f. İskeletleştirilmiş görüntünün şekil 3.4.1.a üzerine yerleştirilmiş görüntüsü.....	38



TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1. Anterior maksillanın trabeküler analizi.....	40
Tablo 4.2. Posterior maksillanın trabeküler analizi.....	41
Tablo 4.3. Anterior mandibulanın trabeküler analizi.....	42
Tablo 4.4. Posterior mandibulanın trabeküler analizi.....	43



1. GİRİŞ

Osteoporoz; kemik mineral yoğunluğunun azalması nedeniyle, küçük travmalarla kolayca kırık oluşması sonucu klinik olarak tanı koyulabilen, morbiditesi hatta mortalitesi yüksek, tedavisi oldukça pahalı olan bir metabolik kemik hastalığıdır. İnsan ömrünün giderek uzadığı şu günlerde dişhekimlerinin de ilgisini çeken bir konu haline gelmiştir. Çok eski yıllardan beri bilinmesine rağmen insan ömrünün uzaması, gelişen bilim ve teknolojinin getirdiği modern ve hareket yönünden kısıtlı olan yaşam biçimi, hastalığın erken tanınması gerekliliği ve tedavisi konusundaki çalışmalar bu hastalığa olan ilgiyi son zamanlarda daha da arttırmıştır.

Her hastalıkta olduğu gibi osteoporozda da erken tanı koymak son derece önemlidir. Ancak tanı yöntemleri basit, ucuz ve standart değildir. Kemik densitesi ve trabeküler yapısının objektif, sayısal, tekrarlanabilir yöntemlerle belirlenmesi istenir. Çok sayıda insanı, özellikle de kadınları etkileyen, patolojik kırıklara sebep olan bu hastalık diğer teşhis yöntemlerinin pahalı olması yüzünden araştırmacıları hastalığın dental radyograflarla tanısına yöneltmiştir. Bu nedenle geleneksel radyografların dijital görüntü analizleri gündemdedir. Bu çalışmada, tüm ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de önemli sağlık problemlerinden biri olan osteoporozun erken teşhisinde dental radyografların katkısı incelenmeye çalışıldı.

Kemiğin trabeküler yapısı; aralarındaki kemik platelelerinin alanı, trabeküllerin çevresi, kemik ve ilik alanlarının sayısı, trabeküllerin kalınlığı, trabeküllerin kapladığı yer gibi birçok faktörle karakterizedir. Trabeküllerin yapısal özelliklerini geleneksel radyografların analizi ile tanımlama üzerinde çalışılmıştır (Geraets ve ark 1990).

Osteoporoz olmayan kişilerle karşılaştırıldığında, osteoporotik kadın ve erkeklerin bazal ve alveolar kemiklerinin yüksek çözünürlükte dijitalize edilmiş dental radyograflarında, kemik trabeküllerinin morfolojik özelliklerinde değişiklikler ortaya çıkabilir.

Dental radyograflarda osteoporozun erken belirtilerinin bulunduğu hastalar tanımlanabilirse, dişhekimleri bu hastaların tıp hekimleri tarafından takibini sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı tedaviye başlaması gereken osteoporotik hastaları saptayabilecek kadar hassas ve spesifik bir görüntüleme yöntemi belirleyebilmek ve osteoporozun kötü sonuçları ortaya çıkmadan nlenmesine yardımcı olmaktı.



2. LİTERATÜR BİLGİ

2.1. Kemik Yapısı

Kemik; hücreler arası maddeler üzerine inorganik tuzların çökmesiyle oluşan canlı, yaşayan ve büyüyen bir bağ dokusu türüdür. Organik kısım kemiğin % 30'unu, inorganik kısım ise % 70'ini oluşturur. Organik kısmın % 98'ini matriks denilen yapı (ki bunun da % 95'i tendon ve kollajendir.), % 2'sini de osteoblastlar, osteoklastlar ve osteosit hücreleri oluşturur. İnorganik kısmın çoğunu ise kalsiyum hidroksiapatit kristalleri oluşturur (Kutlu 1997).

Kemik ağırlığının 2/3'ü mineral, geri kalanı ise su ve kollajendir. Kemiğin, iskelet oluşturma ve iskelet kaslarına destek oluşturma gibi asli görevlerinin yanında, beyin ve omuriliği korumak, mineraller için depo görevi yapmak gibi birçok görevleri vardır (Kutlu 1997).

Kemik dokusu kompakt (kortikal) ve spongiöz (trabeküler) kemik olmak üzere mikroskobik olarak ikiye ayrılır. Kompakt kemik dokusu; tüm kemiklerin dış yüzeyini oluşturan, özellikle uzun kemiklerin gövdelerinde kalın olan ve mekanik güç sağlayan, vaskülarize ve kalsifiye matriks tabakasıdır. Kompakt kemikte lameller sıkı bir şekilde düzenlenmiştir. İskelet kütlelerinin 3/4'ü bu tiptir. Spongiöz (trabeküler) kemik lamelleri ise çok daha boşluklu bir şekilde düzenlenmiş ve ince yapılı kirişçikler, yaprakçıklardan oluşmuştur. Trabeküllerin dizilişi kemiğe mekanik bir direnç sağlar. Bu dizilişle yerden tasarruf sağlanır ve bu süngerimsi dokudaki boşluklara kemik iliği yerleşir. Spongiöz kemik tüm iskelet kütlelerinin 1/4'ünü oluşturur ve kompakt kemiğe güç ve elastisite sağlar. Spongiöz kemik avaskülerdir ve beslenmesi diffüzyon yolu ile kemik iliğinden olur. Kompakt kemiğe oranla yüzeyi daha geniş olan trabeküler kemikte yeniden yapılanma çok daha hızlıdır ve bu nedenle metabolik değişikliklere çok daha duyarlıdır (De Vernejoul 1998).

2.1.1. Kemiğin yeniden yapılanması

Kemik; yeniden yapılanma özelliği olan ve zedelenmelerden sonra kendisini tamamen yenileyebilen metabolik olarak da organizmanın en aktif dokularından biridir (Kutlu 1997).

Kemik yıkım ve yapımı devamlı dengededir ve yaşam boyu sürer. Yetişkinlerde normal yapının korunması ve kemik üzerine uygulanan değişik mekanik güçlere kemiğin adapte olabilmesi için kemiğin yeniden yapılanması (remodelling) denen kemik dokunun yıkım (rezorpsiyon) ve yapım (formasyon) olayları dengeli bir şekilde devam eder. Kemik yıkımı, matriksin yıkımı ve minerallerin çözülmesidir. Yapım ise matriksin yeniden sentezi ve mineralizasyonudur. Yıkım ve yapım denge halindedir. Yıkımı mutlaka yapım izler. Gençlikte yapım yıkımdan fazla, orta yaşlarda birbirine eşit, yaşlılıkta ise yıkım yapımdan daha fazladır. İşte osteoporozda bu denge bozulmuştur (Vandeschuren ve Bouillion 1998).

Kemikte bulunan osteoklastlar yaşlanan kemiğin hem mineral, hem de protein matriksini rezorbe ederek bir boşluk oluştururlar. Daha sonra bu boşluklar osteoblastlar tarafından kalsifiye olmamış kemik matriksi ile doldurulurlar (Vandeschuren ve Bouillion 1998).

Özel yapısı nedeniyle yüzeyi kompakt kemiğe oranla çok daha geniş olan trabeküler kemikte remodelling çok daha hızlıdır ve bu nedenle metabolik değişikliklere çok daha duyarlıdır (Tuncel 1994).

Kemiklerin yüzeyleri periost adı verilen bir tabakayla örtülüdür. Buradaki kan ve lenf damarları kemik dokunun beslenmesinde önemli bir rol oynar. Kemiğin ilik boşluklarını döşeyen ince membrana ise endosteum denir. Her iki membran da kemiğin büyümesi ve tamirinde rol alan hücreleri içermektedir. Kemik yıkım ve yapımı

osteoblast, osteoklast ve osteosit adı verilen majör kemik hücrelerine bağlıdır (Kutlu 1997).

2.1.2. Kemik hücreleri

Kemiğin yapısında bulunan hücreler, osteoblast, osteoklast, osteosit, kemik dokusunun öncül hücreleri (osteoprogenitör), makrofajlar ve hematopoietik hücreleridir (Kutlu 1997).

2.1.2.1. Osteoblastlar

Osteoblastlar, kemik oluşumunu sağlayan, kemik matriksi sentezleyen ve mineralizasyonu düzenleyen, organik matriks oluşumunda osteoid maddeyi salgılayan hücrelerdir. Osteoklastlar tarafından rezorbe edilen kemik yüzeylerinde tekrar yeni kemik oluştururlar. Kemik oluşumunda en önemli olay periosteal ve endosteal yüzeye bitişik kemik iliğinde bulunan osteoblastların mezenşimal ön hücrelerinin çoğalması ve değişimlerinin düzenlenmesidir.

2.1.2.2. Osteoklastlar

Osteoklastlar, monositler sayesinde hematopoietik stemcell'den köken alan, kemik yıkımından sorumlu çok çekirdekli dev hücrelerdir. Osteoklastlar kemik yüzeyi üzerinde "Howship Lakuna" denilen boşluklarda bulunurlar. Kemik demineralizasyonunda önemli olan asit ve kalsiyumu bağlayan maddeler yaparlar. Kalsiyum, osteoklastın işlevini direkt olarak etkiler. Makrofajlar ise ancak ölü kemiğin yıkımından sorumlu olabilirler.

2.1.2.3. Osteositler

Mineralize matriks içinde kalan osteoblastların fonksiyonları ve morfolojik özellikleri değişerek osteositler adını alırlar. Osteositler canlı kaldıkları süre içinde

buldukları matriksin devamlılığını korudukları gibi, osteoliz yaparak da kan kalsiyum düzeyini dengelerler.

2.1.2.4. Osteoprogenitör hücreler

Periosteum ve endosteumda bulunan osteoprogenitör hücreler, herhangi bir nedenle kemik yapımı uyarıldığında hem sayıca artarlar, hem de kemik yapıcı hücrelere dönüşürler.

2.1.3. Kemik radyolojisi

İskelet sistemi kemik, kıkırdak, eklem ve ligamentlerden oluşmuştur. Kemiğin çeşitli bölümleri vardır ; Kemik zarı (periost), kıkırdak dokusu (kalsifikasyon gösteren ve göstermeyen), osteoid (kalsifikasyon göstermeyen kemik dokusu), tela ossea (kalsifikasyon gösteren kemik dokusu) ve medulla ossea (kemik iliği). Bu kısımlardan sadece içinde kalsiyum bulunanlar radyograflarda gölge verirler. Bu kısımların gölgelerinin süperpozisyonu ile bildiğimiz kemik radyografları elde edilir.

Kemik radyograflarında seçilebilen başlıca kemik bölümleri kompakta, kortikalis ve spongiosadır. Kompakta, uzun kemiklerin diafiz kenarlarında dış konturu keskin ve muntazam olan homojen gölge şeridi halinde, kortikalis kompaktanın kemik konturunu tamamlayan çizgi halindeki uzantısı ve spongiosa ise bu oluşumların içinde kalan, trabeküler ve lameller çizgilenmeler gösteren yumuşak doku gölgesi şeklinde görülür.

Patolojik şartlarda kemiklerde radyolojik olarak tespit edilen bulgular ya kalsiyumlu bölümlerin gösterdiği değişikliklerdir veya normalde görülmeyen diğer bölümlerin görülür hale gelmesi ile ortaya çıkan bulgulardır (Işıkman 1981).

2.2. Osteoporoz

Osteoporoz, kemik kütlesinin azalması ve kemik dokusunun dayanıklılığının azalması sonucu küçük travmalarla bile kırık oluşumunun kolaylaşması ile seyreden metabolik bir kemik hastalığıdır (Alexandre 1995, Riggs 1995). Goaz ve White (1994)'ın bildirdiğine göre de osteoporoz, histolojik olarak normal olan kemik dokusunun fiziksel yoğunluğundaki azalmadır. 1885'de ilk defa Pommer tarafından tanımlanan osteoporoz, patolojik anlamda birim hacimde kemik kütlesinin azalmasıdır (Gambert ve ark 1995).

Osteoporoz, en önemli halk sağlığı sorunlarından biridir. Yüzyılımızın eriştiği teknolojik düzeyin nimetlerinin yaşam kalitesini arttıracak boyutlara ulaşması yaşam süresini uzatırken, az hareketli, sedanter ve kolay bir yaşam biçimi sunmuştur. Bu nedenle osteoporoz ve sonuçlarından etkilenen insan sayısında artış olmuştur (Yılmaz 1997). Hatta ABD'de tüm kırıkların yaklaşık 1.3 milyonu osteoporoz sonucu olmaktadır (Consensus Conference 1984, Mohammed ve ark 1996, Slavkin 1996).

Bir kırık oluşuncaya kadar genellikle farkedilemeyen bu hastalık; morbidite, hatta mortalitesi fazla olan, yaşam kalitesi üzerinde pek çok olumsuz etkisi bulunan, ekonomik maliyeti yüksek bir olgudur (Arasıl 1997).

Osteoporoz yaşlanmayla birlikte sık görülen bir olgudur. Osteoporozdaki asıl olay kemik kütlesinin azalmasıdır, yani bir osteopeni söz konusudur. Fizyolojik sınırların dışında kırık olmaksızın kemik kütlesinin son dünya konsensusu ölçütlerine göre azalması, osteopeni olarak tanımlanır.

Olbright ve Benker (1993)'in bildirdiğine göre osteopeniyi belirleyen faktörler şunlardır;

1. Pubertedeki kemik kütlesi

2.Yaş, menopoz, yaşam biçimi, alışkanlıklar gibi nedenlere bağlı olarak gelişen kemik kaybının hızı

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ne göre 50 yaş üzeri kadınların 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 tanımlanırlar (Arasıl 1997).

Kemik dokusunun canlılığı sellüler bir aktivitenin, osteoblast ve osteoklast aktivitesinin sonucu ortaya çıkar. Bu aktivitenin (-) oluşu ile, yani kemik yıkımının yapımdan fazla oluşu ile osteoporoz meydana gelir. Osteoporoz normal blastik aktivitenin yanında klastik aktivitenin artması ile osteoklastik osteoporoz olabildiği gibi, normal klastik aktivitenin yanında osteoblastik aktivitenin azalması sebebiyle osteoblastik osteoporoz şeklinde de olabilir. Aktivitenin (+) olması halinde ise osteoskleroz meydana gelir (Işıkman 1981).

Kemikte yıkımın artması ve yeniden oluşumun azalması şeklinde görülen osteoporoz tipine “yüksek dönüşüm hızlı”(postmenopozal osteoporoz gibi), kemikte yıkımın artmaması ancak yeniden oluşumunun azalması şeklinde görülene ise “düşük dönüşüm hızlı” osteoporoz denir (Yılmaz 1997).

2.2.1. Osteoporoz risk faktörleri

Osteoporoz birçok nedene bağlı bir patolojidir. Bu risk faktörlerini şöyle sıralamak mümkündür:

1. Yaş: Yaşın kemik mineral yoğunluğu (KMY)'nu etkilediği kesinlikle bilinmekle birlikte, oluşan kemik kaybı oranları ile ilgili oldukça değişik sonuçlar bildirilmiştir (Stevenson ve Whitehead 1982, Kanis ve ark 1994, Persson ve ark 2000).

2. Irk: Irk KMY'yi etkiler. Vücut kitlesi, iskelet kitlesi, kortikal kemik miktarı, KMY ve KMİ (kemik mineral içeriği) tüm hayat boyu siyahlarda, beyazlara ve asyalılara oranla yüksektir (Matkovic ve Ilich 1993).

3. Genetik: Genetik komponentler hem pik kemik kütlelerinin oluşumunda hem de kemik kaybında önemlidir (White ve Eisman 1998).

4. Gebelik: Gebelikte kalsiyum ihtiyacı artar ve bu yüzden gebelik KMY'yi olumsuz yönde etkiler.

5. Menopoz: KMY'de erkeklerde yıllık % 0.2, kadınlarda % 0.8-1 oranında kayıp izlenmektedir. Ancak postmenopozal dönemde kalsiyum ihtiyacının artmasıyla birlikte kayıp oranı artar ve KMY daha hızlı bir şekilde azalır. KMY kaybı yılda % 0.5-1 iken , postmenopozal 3-5 yılda yıllık % 2-3 hatta % 8'e çıkabilir (Matkovic ve Ilich 1993).

6. Cinsiyet: Birçok ölçüm yöntemleriyle yapılan değerlendirmelerde, kemik kitlesi ile birlikte, hem kortikal hem de trabeküler kemiğin kadınlarda erkeklerden daha az olduğu tespit edilmiştir.

7. Hormonal durum: Gonadal fonksiyonlardaki bozukluk, hiper ve hipogonadotropik hipogonadizm KMY'yi azaltır. Hipertiroidizm, hiperparatiroidizm, Cushing Hastalığı KMY'yi azaltır (Peck ve ark 1988).

8. Fiziksel aktivite azlığı: Sedanter yaşam KMY'yi olumsuz yönde etkiler. Egzersiz üçüncü dekattan önce KMY'yi pozitif yönde etkiler, daha sonra ise anlamlı derecede etkilemez, bu nedenle çocukluktan başlayıp hayat boyu devam edilecek egzersiz osteoporozu önleyen en iyi yöntemdir. Egzersiz, menopozla birlikte olan kemik kaybını önleyebilir (Hayırlıoğlu 1999).

9. Vitamin D: D vitamini yetersizliği olanlarda, kanda artan parathormon nedeniyle yaşa bağlı kemik kaybının arttığı gösterilmiştir. D vitamini, postmenopozal osteoporozda tedavi için kullanılır (Vandeschuren ve Bouillion 1998).

10. Diyetle alınan kalsiyum miktarı: Kalsiyum alımı, gelişme dönemi olan ilk üç dekatta kemik kütlesi gelişimi için önemlidir, daha sonra KMY'yi anlamlı derecede etkilemez. Çocuklarda 1000 mg/gün kalsiyum alımı iskelet gelişimi için gereklidir. Daha az alımlarda KMİ azdır. On bir yaşın altındaki çocuklarda önerilen günlük doz 1200 mg'dır. Adolesan dönemde günlük 1600 mg kalsiyum alınmalıdır. Postmenopozal dönemdeki yüksek kalsiyum alımı osteoporozu tam olarak nleyememekle birlikte, 800 mg'ın altındaki günlük kalsiyum alımı kemik kaybını artırır ve osteoporozu kolaylaştırır. Bu nedenle günümüzde kalsiyum, postmenopozal osteoporoz tedavisinde kullanılır. Ancak en iyisi, osteoporozu önlemek için gelişme çağında yeterli kalsiyum almaktır. Yeterli kalsiyum alanlarda KMY % 7 fazla bulunmuştur. Bu, fraktür oranında yaklaşık % 50 azalma anlamına gelir (Blank ve ark 1987, Matkovic ve Ilich 1993).

11. Kalsitonin: Postmenopozal osteoporozda tedavi için kullanılır. Kalsitonin tedavisi özellikle turnoveryi yüksek kişilerde faydalıdır (Yılmaz 1997, Hayırlıoğlu 1999).

12. Menstruasyon düzeni: Menarşta gecikme, uzamış amenore periyotları KMY'yi azaltır (Hayırlıoğlu 1999).

13. Sigara: Sigara içenlerde KMY azdır. Sigara içenlerde içmeyenlere göre alveolar kemik yüksekliliği ve yoğunluğu daha azdır(Payne ve ark 2000).

14. Vücut yapısı (Boy ve kilo): Birçok çalışmada değişik oranlarda bildirilmekle beraber, KMY ve KMİ ile hem kilo, hem de boy arasında pozitif bir ilişkinin varlığu kabul edilmektedir. Vücut ağırlığu elli beş kg'ın altında olan kadınlar yüksek riskli gruptadır (Yılmaz 1997, Hayırlıoğlu 1999).

15. Alkol alımı : Etanol KMY'yi olumsuz etkiler (Hayırlıoğlu 1999).

16. İlaçlar: Uzun süreli olarak steroid, tiroid hormonu, alüminyum içeren antiasit kullanımı KMY'yi olumsuz etkiler (Gennari 1998).

17. Hastalıklar: Malabsorbsiyon yapacak ölçüde gastrointestinal sorunlar, kronik böbrek yetmezliği, romatolojik hastalıklar, hiperparatiroidizm, tirotoksikoz gibi hastalıklar osteoporoz sıklığını birkaç kat artırır (Gennari 1998).

18. Kafein: Aşırı kafein alımı kalsiyum itrahını artırarak negatif kalsiyum dengesinin bozulmasına neden olur (Peck ve ark 1988).

2.2.2. Osteoporozun sınıflandırılması

Osteoporoz, etyoloji ve patogenez yönünden primer ve sekonder osteoporoz olarak sınıflandırılabilir.

2.2.2.1. Primer osteoporoz

Primer osteoporoz, postmenopozal (Tip 1), senil (Tip 2), juvenil ve idiopatik olmak üzere dörde ayrılır.

Postmenopozal ve senil osteoporozun özelliklerinde bir takım farklılıklar vardır. Bunları şöyle özetleyebiliriz: Tip 1, 51-65 yaşları arasında ve kadınlarda erkeklerden altı kat daha fazla görülür. Kemik kaybı hızlıdır ve trabeküler kemiklerde rezorpsiyon artmıştır. Kırıklar en çok vertebralar ve distal radiusta görülür. Tip 2 ise 75 yaş üzerinde ve kadınlarda erkeklere göre iki kat daha fazla görülür. Kemik kaybı yavaştır ve kortikal ile trabeküler kemikler etkilenir. Patofizyolojisinde kemik yapımı azalmıştır. Kırıklar en fazla kalça bölgesinde görülür (Olbricht ve Benker 1993).

Primer osteoporoz hem postmenopozal dönem, hem de yaşlılıkla ilişkilidir. Postmenopozal kadınlarda trabeküler kemiğin kaybı belirgin bir şekilde artarken, yaşlılığa bağlı osteoporozda kortikal ve trabeküler kemik kütlelerinin azalması daha orantılıdır.

Kemik kütlesi azalmasının yaşlanmanın normal bir sonucu olduğu eskiden beri bilinen bir gerçektir. 30-50 yaş arasında trabeküler kemik kütlesi erkek ve kadında hızlı bir azalma gösterir. Kadınlarda bu azalma menopozla birlikte hızlanır.

Kemik kütlesi normal olarak çocukluktan 35-40 yaşlarına kadar artar. Bundan sonra kadınlarda her on yılda % 8, erkeklerde ise % 3 oranında yavaş ve ilerleyici bir azalma başlar. Yaşla kemik kütlelerinin kaybı o kadar yavaş olur ki önemli bir orana ulaşmaya kadar neredeyse farkedilemez (Matkovic ve Ilich 1993, Goaz ve White 1994).

Juvenil osteoporoz, puberte öncesi ortaya çıkar. Seyrek görülür. Hastalık akut gidiş gösterir. Büyümede duraklama olur. Hastalığın kliniği hafif osteopeniden çok sayıda kırık oluşumuna kadar değişir. Puberte ile hastalık arasındaki yakın ilişki patogeneizde bazı hormonal faktörlerin sorumlu olabileceğini düşündürmektedir. Bu hastalık osteogenesis imperfektadan mavi sklera, uzun kemiklerde kırık olmaması, ailevi kemik hastalığının yokluğu ve diğer spesifik klinik bulgularla ayrılmalıdır (Bayraktar 1997).

İdiopatik osteoporoz, juvenile göre daha siktir. Kadın ve erkeklerde eşit sıklıkta ortaya çıkar. En belirgin klinik özelliği 5-10 yıllık zaman içinde birkaç vertebra kırığıyla hastaların boyunun 15 cm'den daha fazla kısılmasıdır (Bayraktar 1997).

2.2.2.2. Sekonder osteoporoz

Çeşitli hastalıklara bağlı olarak gelişen osteoporozdur. Bunları şöyle sıralamak mümkündür (Bayraktar 1997):

- a. Malign hastalıklara bağlı olanlar (Multiple myelom, lösemi, lenfoma)
- b. İlaçlarla oluşanlar (Etanol)
- c. Endokrin nedenlere bağlı olanlar (Glukokortikoid aşırılığı, tiroid hormonu aşırılığı, hipogonadizm, diabetes mellitus, hiperparatiroidizm)
- d. Kollajen sentezindeki kusurlar sonucu olanlar (Osteogenezis imperfekta)
- e. Karaciğer hastalıkları sonucu gelişenler (Siroz)
- f. Böbrek hastalıkları sonucu gelişenler (Kronik böbrek hastalığı)
- g. Romatolojik hastalıklar sonucu gelişenler (Romatoid artrit)

2.2.3. Osteoporoz patogenezinde rol oynayan faktörler

1. Pik kemik kütlesi
2. Menopoz sonrası kemik kaybı
3. Yaşlanma ile ilgili kemik kaybı
4. Sistemik hastalıklar ve diğer nedenlere bağlı kemik kaybı (Sigara, alkol vs)

Pik kemik kütlesi: Üzerinde en çok durulan konulardan biridir. Ancak önemli olan ergenlik dönemindeki kemik kütlesidir. Kadınlarda kemik kütlesi erkeklere göre % 25-30 oranında daha azdır. Yaşam boyu kayıp kadınlarda pik kemik kütlesinin % 30-40'ına, erkeklerde ise %20-30'una ulaşır (Dilşen 1997).

Cinsiyet, genetik özellikler, ırk, beslenme (kalsiyum alımı), fiziksel aktivite ve egzersizlerin pik kemik kütlesi üzerinde belirleyici rolleri olduğu bilinmektedir (Gambert ve ark 1995).

Menopoz sonrası kemik kaybı: Menopoz sonrasında kemik kaybının hızlandığı, erken menopozun osteoporoz sürecini hızlandırıp öne aldığı eskiden beri bilinmektedir. Menopoz sonrasında osteoporozun patogenezinin sorumlu olan en önemli faktör östrojendir (Hildebolt ve ark 2000).

Erken menopoza girenlerde (Cerrahi girişimlerden sonra görülen menopoz) kemik kütlelerinin kaybı oldukça hızlıdır. Yılmaz (1997)'in bildirdiğine göre Prelevic (1991) östrojen azlığının etkisinin, iskeletin farklı kısımlarında erken bir yaşta oluşan spinal kortikal ve trabeküler kemik kaybı ile postmenopozal dönemde oluşan spinal kortikal ve trabeküler kemik kaybının aynı olmadığını göstermiştir. Östrojenin kemik kütlesi üzerine etkili olduğu düşüncesi kabul görmüştür. Yalnız osteoporozda etki mekanizmasının nasıl olduğu çok net aydınlatılamamıştır. Östrojenlerin kemik üzerine kalsiyum dengesini ayarlayan hormonlar yoluyla (PTH, kalsitonin gibi) etkili olduğu düşünülmektedir (Hildebolt ve ark 2000).

Yaşlanma ile ilgili kemik kaybı: Aktif, dengeli ve sağlam bir doku olan kemik dokusu yaşlanmayla birlikte önemli değişiklikler gösterir. Yaşlanma ile kemik turnover hızı ve kemiğin remodelling ünitlerinin sayısı artmıştır. Bu, formasyonun azalması, rezorbsiyonunun artması, yani kemik kaybının artması demektir (Yılmaz 1997).

Senil osteoporozda yaşın ilerlemesiyle birlikte diyetle alınan günlük kalsiyum miktarı azalmaktadır. Yaşlılarda günlük kalsiyum alımının 800 mg/gün altında olduğu belirlenmiştir (Yılmaz 1997).

2.2.4. Osteoporoz tanı yöntemleri

Üç ana başlık altında toplanabilir.

1. Osteoporozun biyokimyasal göstergeleri
2. Kemik biyopsisi
3. Osteoporozun görüntüleme yöntemleri

2.2.4.1. Osteoporozun biyokimyasal göstergeleri

a. Total serum kalsiyum ve fosfat düzeyi ölçümü: Total kalsiyum normal değerleri 8,4-10,2 mg/dl, 2,1-2,55 mmol/l, fosfat değeri ise 0,9-1,3 nmol/l'dir. Osteopeni araştırılmasında en önemli testlerden biridir. Osteoporoz vakalarının çoğunda normal veya düşük-normal değerler saptanır

b. Serum alkalin fosfataz: Normal değeri 30-75 u/l'dir. Alkalin fosfataz aktivitesi kemik hastalıklarında en sık kullanılan biyokimyasal göstergelerden biridir. Osteoporozlu hastalarda birkaç nedenle alkalin fosfataz aktivitesi orta derecede artış gösterebilir. Menopozdan hemen sonraki dönemde kemik turnoverindeki genel artış nedeniyle normalin iki katına kadar yükselebilir.

c. Tiroid fonksiyon testleri: Hipertiroidizm, sekonder osteoporozu yol açan nedenler arasındadır. Bunu dışlamak için klinik kuşku bulunan hastalarda hipertiroidizm yönünden araştırma yapılması gerekmektedir.

d. İdrar kalsiyum ölçümü: Normal değerleri 100-300 mg/dl, 2,5-7,5 mmol/l'dir. Basit, ucuz ve osteopeni araştırılmasında iyi bilgi veren bir testtir. Gece boyu açlığı izleyerek sabah alınan idrarda kalsiyum atılımının artmış olması ya kemik yıkımındaki artışı ya da kemik yapımındaki azalmayı veya her ikisini gösterebilir. Açlık idrar kalsiyum

atılımının yüksek olması menopozun başlangıcından sonraki ilk 6-10 yılda rastlanabilen bir durumdur.

e. Serum PTH ve kalsitonin düzeyi ölçümü: Normal PTH değerleri intakt-Nichols 10-65 pg/ml, mid-molekül-Nichols 50-330 pg/ml, N-terminal-Nichols 8-24 pg/ml, kalsitonin ise Nichols RIA <36 pg/ml (erkek), <17 pg/ml (kadın), IRMA <10pg/ml (erkek, kadın)'dir. Kırıkları olan postmenopozal kadınlarda immünoreaktif paratiroid hormon (iPTH) düzeylerinin, normal yaşlılarına göre daha düşük bulunduğu yayınlanmıştır. Kalsitonin düzeyinin yaş ilerledikçe düştüğü gözlemlenmiştir. Ancak osteoporoz patogenezinde rol oynamadığı düşünülmektedir.

f. Serum kortizol, ACTH düzeyleri: Glukokortikoid fazlalığı, sekonder osteoporozun en iyi bilinen nedenlerindedir. Bunu dışlamak için serum kortizol ve ACTH düzeyleri ölçülmelidir.

g. Kemik yapım ve yıkım göstergeleri (Alkale fosfataz, osteokalsin, piridinolin ve deoksipiridinolin): Günümüzde kemik yapımı için en sık kullanılan göstergeler serum osteokalsin ve kemik alkale fosfataz, yıkım için ise piridinolin ve deoksipiridinolindir.

h. Gonadotropinler ve gonadal hormonlar: Hipogonadizm osteoporoz nedenlerinden biridir. Premenopozal osteopenik kadınlar bu yönden araştırılmalıdırlar.

ı. Serum albumin, globulin, protein elektroforezi: Bilindiği gibi multiple myelom bazen osteoporozla birlikte. Multiple myelomun dışlanması için bu testlerin yapılması gerekir (Bayraktar 1997, Kutsal 1997).

2.2.4.2. Kemik biyopsisi

Bu yöntemle doku yüzeyinde, hücrelerdeki kemik turnoveri hem nitelik, hem de nicelik yönünden net bir şekilde değerlendirilebilir. Osteoporozda histolojik özellikler

oldukça heterojendir. Bütün vakalarda kemik volümü azalmış fakat mineralizasyon normal olarak kalmıştır. Osteopeni oluşumunda osteomalazi ve paratiroid hormon bozukluğuna bağlı kemik hastalığı gibi hastalıklardan şüpheleniliyorsa kemik biyopsisi yapılması istenir.

2.2.4.3. Osteoporozun görüntüleme yöntemleri:

a. Radyoloji

Kırıkla birlikte olmayan osteoporozu, geleneksel radyolojik yöntemlerle saptamak zordur. Bunun için kemik kaybının en az % 30 oranında olması gerekir. Osteoporozda spongioza trabekülleri inceler ve bazen kaybolur, Havers ve Volkmann kanalları (kemiğin boyuna ve enine seyreden damar kanalları) genişler ve kompakta tabakası inceler. Radyograflarda osteoporotik kemik daha az yoğun görülür. İleri vakalarda kompakta ve kortikalis, çizgi şeklini alacak kadar inceler. Spongioza genişler ve görünüşü kabalaşır (Işıkman 1981). Generalize osteoporozun radyolojik özellikleri trabeküler yapıdaki anormallikler, kortikal kalınlıkta azalma ve fraktürlerin görülmesidir. Postmenopozal osteoporozda trabeküllerin sayısı azalmıştır. Geri kalan trabeküller (Özellikle vertikal olanlar) hipertrofiye olarak belirgin bir görünüm kazanırlar. Horizontal trabeküllerin kaybı ve vertikal olanların hipertrofiye olmaları nedeniyle vertebralarda dikey çizgili bir görünüm ortaya çıkar (Bayraktar 1997).

Osteoporozda kortikal kemik kaybının kortekste incelme ve kortikal porozitede artış olmak üzere iki belirgin özelliği vardır (Bayraktar 1997).

Osteoporoz yönünden hastayı radyolojik olarak değerlendirmede en sık kullanılan bölgeler vertebralara, kalça ve ellerdir. Spinal kolonu ve pelvisi tümü ile incelemek için torakal ve lumbosakral vertebralara lateral, anteroposterior ve pelvisin anteroposterior grafilerinin mutlaka çekilmesi gerekir. Kafatasındaki radyolojik değişiklikler Cushing

hastalığı, juvenil osteoporoz, hiperparatiroidizm ve hipertiroidizmde belirgindir (Kutsal 1997).

Grafilerde, kemiğin osteoporotik olduğuna hiçbir zaman yalnız yoğunluğunun azalmasına dayanarak karar verilmemelidir. Radyografin densitesine, çekimde kullanılan ışının penetrasyon gücü, banyonun karartma derecesi gibi çeşitli faktörler de etkilidir (Işıkman 1981).

b. Kemik sintigrafisi

Osteopeninin ayırıcı tanısında ^{99m}Tc -difosfanat ile çekilmiş sintigrafinin önemi vardır (Bayraktar 1997). Sintigrafi, osteoporozun özellikle kemik metastazı ve osteomalaziden ayırıcı tanısında ve vertebra kompresyon kırıklarının erken tanısında yararlıdır (Kutsal 1997).

Duyarlı fakat özgül olmayan bir yöntem olduğundan önceden oluşmuş kırıkları göstermek dışında osteoporozda fazla bir tanısal değeri yoktur (Kutsal 1997).

c. Kemik mineral içeriği ve yoğunluk ölçümleri

Kemik kaybını, henüz kırık oluşturmaya yetecek kadar bir azalma olmadan saptamak büyük önem taşır.

Günümüzde hastaların kemik mineral içeriğini ve yoğunluğunu ölçebilecek duyarlı yöntemler geliştirilmiştir. Böylelikle hem kemik kayıplarını erken dönemde tespit ederek tedbir almak, hem de tedaviyi duyarlılıkla izleme olanağı ortaya çıkmıştır (Bayraktar 1997).

Densitometreler, osteoporoz teşhisinde hassas, objektif ve uzun takipte kıyaslanabilir sonuçlar veren bir sistem geliştirmeye yönelik bilimsel çabaların ürünü olarak 1960'lı yılların sonlarında geliştirilmiştir (Hayırlıoğlu 1999).

Kemik densitometrisi cihazları, kemik yoğunluğunu dolaylı olarak ölçebilen radyoizotop, x ışını, ses dalgaları veya radyofrekans enerjisi ile çalışan cihazlardır (Hayırlıoğlu 1999).

İdeal densitometrik ölçüm; çabuk uygulanabilir ve güvenilir olmalı, alınan radyasyon dozu az olmalı, az hata payı olmalı, kırık riski konusunda fikir verebilmeli, trabeküler ve kortikal kemiği ayrı olarak değerlendirebilmeli ve tedavinin etkinliğinin takibinde güvenle kullanılabilirdir (Kutsal 1997).

Günümüzde, kişilerin KMY ve KMI'si ölçülerek kırık riski tahmini yapılabilir. Bu yöntemler kullanılarak kemik kayıplarında fazla bir artış olmadan koruyucu tedbirler alınabilir. Bu, osteoporozun erken tanısı için çok önemlidir (Bayraktar 1997).

Kemik mineral yoğunluğu ölçüm endikasyonlarını şu şekilde özetlemek mümkündür:

1. Osteoporoz açısından yüksek risk altında bulunan premenopozal kadınlar (Amenore veya hipermenore, bulimia gibi)
2. Cerrahi menopoz
3. Hipogonadizm
4. Uzun süreli hareketsizlik (4 haftadan fazla)
5. On yıldan beri kalsiyum alımının yetersiz olduğu kuşkusu uyandıran kişiler (Renal calculi ile birlikte veya tek başına kalsiüri, gastrointestinal hastalıklar, malabsorbsiyon)

6. Romatoid artrit tanısı ile izlenen hastalar

7. Kortikosteroid tedavisinin başlangıcında ve daha sonra her yıl

8. Osteomalaziler

9. Hiperparatiroidizm

10. Ailede osteoporoz hikayesi, kısa boy-minyon yapısı, radyolojik osteopeni, çok sayıda kırık hikayesi, >65 yaş olması, alkol-sigara-kahve tüketiminin fazla olması gibi risk faktörlerinin iki veya daha fazlasının bir arada olması

11. Bir osteoporozlu olguya uygulanan tedavinin etkinliğinin gözlenmesi için (Kutsal 1997).

Kemik yoğunluğunu ölçmek için birkaç teknik vardır. Bunların hepsi benzer ilkelerle ölçüm yaparlar. Radyasyon kaynağından çıkan radyasyon demetini ölçüm yapılmak istenen bölgeden geçirmek temel ilkedir. Radyasyon kaynağının karşısındaki dedektör yardımıyla sintillasyon sayacına ulaşan radyasyon miktarı belirlenir. Böylece kaynaktan çıkan ve dedektöre ulaşan ışın miktarı arasındaki fark, arada bulunan ölçüm yapılacak bölge tarafından soğurulan radyasyon miktarıdır. Bu bölgedeki kemikler tarafından soğurulan radyasyon miktarı, yumuşak dokularca soğurulandan fazladır ve mineral içeriğiyle ters orantılıdır. Böylece ilgilenilen bölgedeki kemiğin mineral içeriği belirlenir (Bayraktar 1997).

Kemik yoğunluğunu ölçmede kullanılan cihazlar:

1. Tek foton absorpsiyometri "Single Photon Absorptiometry" (SPA)

2. Çift foton absorpsiyometri "Dual Photon Absorptiometry" (DPA)

3. Tek enerji x-ışını absorbsiyometri "Single Energy X-ray Absorptiometry" (SEXA)
4. Çift enerji x-ışını absorbsiyometri "Dual Energy X-ray Absorptiometry" (DEXA)
5. Kantitatif bilgisayarlı tomografi "Quantitative Computed Tomography" (QCT)

Ayrıca kantitatif ultrasonografi "Quantitative Ultrasoundography" (QUS) ve manyetik rezonans görüntüleme "Magnetic Resonance Imaging"(MRI).

2.2.5. Maksilla ve mandibulada osteoporoz

Osteoporozda, alt ve üst çenelerin kortikal kemik kalınlığında ve kemik trabeküllerinin sayısında azalma söz konusudur. Mandibula ile ilgili çalışmalarda iskelet sisteminde kemik yoğunluğu kaybıyla mandibulada kemik yoğunluğu kaybı arasında direkt bir ilişkinin varlığı saptanmıştır. Yaşla birlikte oluşan osteoporozda kemik şekli kaybolmadan kemik içeriğinde kayıp olduğu görülmüştür (Habets ve ark 1988).

Maksiller sinüsün büyüklüğü artmış ve molar dişlerin köklerinin arasına doğru sarkmıştır. Diş çekimi esnasında aşırı güç kullanılması mandibula veya tüber maksilla da kırıklara neden olabilir (Humphrey ve ark 1989).

Osteoporoz belirginleştiği zaman göze çarpan radyolojik değişiklik, kemik korteksinin incelmesidir. Bu sebeple klinisyen, yaşlı kişilerde adolesan veya genç yetişkinlerin çene kemiğiyle karşılaştırıldığında inferior mandibular korteksin kalınlığı ve densitesinde bir azalma tespit ederek osteoporoz tahmininde bulunabilir. Panoramik radyograflarda olduğu gibi böyle bir metot osteoporotik kemik kaybı ile ilgili kaba bir tahmin yapılmasını sağlayabilir (Goaz ve White 1994).

Spongioz kemik değişikliklerinin değerlendirilmesi kortikal değişikliklerden daha zordur. Medullar kemik içerisindeki trabeküllerin toplam miktarında bir azalma vardır. Geri kalan trabeküllerin çoğu normal densitelerini devam ettirir. Bu trabeküller, kemikte stres hatları boyunca oluşma eğilimindedir. Buna göre mandibula trabeküllerinin sayısında en büyük azalma mandibula gövdesi ve ramusta oluşur. Alveolar proceste ise okluzal stresler dişlerden kemiğe iletildiğinden, trabekül sayısında azalma olmaz. Osteoporoz, normal alveolar kemikte sık görülen karakteristik merdiven basamağı yapısını belirgin bir şekilde değiştirmez (Goaz ve White 1994).

Radyografilerde kemik hacmi azalmasını ortaya koymada densite ve kontrast farklılıkları yüzünden bazı sorunlar vardır. Radyolojik olarak böyle bir azalmanın ortaya konabilmesi için en az % 30'luk bir azalmanın gerçekleşmesi gerektiği ve bu yüzden osteoporoz teşhisi için radyografların yetersiz olduğu bilinmektedir (Bayraktar 1997).

2.3. Dişhekimliğinde Dijital (sayısal) Görüntüleme ve Görüntü İşleme

2.3.1. Dişhekimliğinde dijital görüntüleme

2.3.1.1. Tarih ve gelişimi

1896' da ilk dental radyografinin alınmasından itibaren radyograflar dişhekimliği uygulamalarının çok önemli bir parçası oldular (Mouyen ve ark 1989). Bu tarihlerde zararlarının farkına varılamayan x-ışınının zararlı etkileri, 1900'lü yılların başlarında tıp literatürlerinde yer almaya başladı. Bu tarihten itibaren, röntgen cihazlarında kullanılan dozun düşürülerek hastalara ve hekimlere verilen zararların azaltılması bir çok araştırmaya konu olmuştur (İşeri 1998). Makine ile ambalajlanan ilk dental film paketleri 1919 yılında üretildiğinden beri intraoral radyografide x-ışınına duyarlı filmler görüntü reseptörü olarak kullanılıyor oldular. İki tarafı da emülsiyonlu olan filmlerin 1924 yılında piyasaya sürülmesi ile geçen yıllar içinde film hızının artması

sonucunda kabul edilebilir düzeyde görüntü kalitesi sağlanırken radyasyon dozu da düşürüldü.

İşeri (1998)'nin bildirdiğine göre Kazazoğlu ve ark (1990) dental radyoloji tarihinde en önemli değişimlerden birinin 1986'da gerçekleştiğini ve Dr. Francis Mouyen'in ilk dental dijital x-ışını üniti ve sensörü kullandığını bildirmişlerdir. Bu film yerine, Charge Coupled Device (CCD)'in kullanılması ve konvansiyonel röntgen sisteminin kompüterize edilmesidir. Böyle bir sistem uluslararası piyasaya 1987'de sunulmuştur (Nelvig ve ark 1992). Bu yıldan sonra da bir çok firma çeşitli direkt digital radyografi (intraoral ve ekstraoral) sistemlerini piyasaya sürmüşlerdir.

Bu sistemler konvansiyonel radyografinin alternatifidir. Radyografik film yerine CCD esaslı sensör kullanılır. Dijital bir görüntüleme tekniğidir (Horner ve ark 1990).

2.3.1.2. Dijital radyografi

Teknolojik gelişmeler radyografik görüntüleri banyo işlemine ihtiyaç göstermeden direkt olarak bilgisayar ekranında izleme ve bu görüntüyü kaydedip saklama imkanı vermektedir. Ayrıca mevcut radyograflar bu amaçla çeşitli yöntemlerle bilgisayar hafızasına kaydedilip saklanabilir ve gerektiğinde kağıda ya da slayta aktarılabilir (Wenzel ve ark 1991).

Dijitalize etme uygulamaları temel olarak ikiye ayrılır.

1. Direkt dijital görüntüleme

2. Konvansiyonel radyografların tarayıcı veya video kamera ile dijital hale getirilmesi (Pitts 1984, Lavelle ve WBU 1994).

Dışhekimliğinde kullanılan direkt dijital radyografi sistemlerinde CCD esaslı sensörler veya depo fosfor screenler aracılığı ile görüntü elde edilebilmektedir. Birkaç saniye içinde bir radyografi elde edip göstermelerini sağlayan CCD esaslı sistem ve diğeri depo fosfor screen sistemidir (Vandre ve Webber 1995).

Bu sistemler dental filmlere göre birçok avantaja sahiptir. CCD esaslı sistemlerle alınan radyograflar 0,2 ile 5 saniye, depo fosfor screen sisteminde ise 15-30 saniye arasında değişen sürede ekranda görüntü oluşur. Bu sistemlerde, görüntü oluşturmak için D-speed film için gerekli olandan 4 ile 10 kez daha az radyasyon kullanılır (Dunn ve Kantor 1993). Başka bir avantajları film üzerinde kimyasal işlem yapılmayıştır. Bu, karanlık oda ve banyo makinesine duyulacak ihtiyacı ortadan kaldırır. Böylelikle kimyasal düzenek, termometre, developerin temizliği ve suyun saflaştırılması gibi işlemler de elimine edilmiş olur. Bunlara ek olarak, bilgisayar monitöründe gösterilen radyografların boyutları, kontrast, renklendirme, invers görüntü, zoom, densite analizi ve densite ayarı manipule edilebilir (Vandre ve Webber 1995, Aydın ve Alasya 1998). Ayrıca çevreye katkısı, kimyasal solusyon buharının solunmasının hekime ve diğer personele zarar vermesinin önlenmesi ve gümüş zıyanının önlenmesi gibi avantajları da vardır.

Konvansiyonel ve dijital radyografi birbiriyle kıyaslanırsa şöyle farklılıklar ortaya çıkar (Şirin 1999):

1. Konvansiyonel radyografide analog görüntü röntgen filmi üzerinde kayıtlıken, dijital radyografide görüntü bilgisayar hafızasında dijital olarak kayıtlıdır.
2. Konvansiyonel radyografide görüntü kaydı mutlaktır ve üzerinde değişiklik yapılamazken (çok koyu radyografların bir miktar açılabilmesi dışında), dijital radyografide görüntü üzerinde kaliteyi arttırmak için değişiklikler yapılabilir.

3. Konvansiyonel radyografide, taşıma ve saklama sırasında meydana gelebilecek zararlara açık olmasına rağmen, dijital radyografi, iyi bir arşivleme olanağı sağlar ve elektronik iletilerle taşınabilir.

4. Konvansiyonel radyografide x-ışını daha fazladır.

5. Konvansiyonel radyografide film banyo ve kurutma işlemleri zaman alırken, dijital görüntüleme kısa sürede ve kolaylıkla görüntü elde edilebilir.

6. Konvansiyonel radyografide çıplak gözle incelenen filmlerde ayırt edilebilen gri tonu sınırlıyken, dijital radyografide densite ayarlamaları yapılabilir ve dokular arasındaki kontrast farklılıkları belirgin hale getirilebilir.

Konvansiyonel radyografların dijitalize edilmesinin direkt dijital radyografilere göre daha komplike olmasına ve daha uzun zaman almasına rağmen, bu yöntem birçok farklı analiz için kullanılmış, önemli bilgiler sağlamış ve direkt dijital radyografi sistemlerinin gelişimine katkıda bulunmuştur.

2.3.1.3. Tuned aperture computed tomography (TACT)

TACT, CCD esaslı filmsiz radyografi sistemlerine bir bilgisayar program paketi ilavesiyle tomografik özellik katılmasını sağlar (Groenhuis ve ark 1983). TACT'yi kullanmak için dişhekimi ilgilenilen bölgede x-ışını kaynağı ile dental dokular arasına 1 mm çapında radyopak bir küre yerleştirir. Daha sonra farklı açılarla bir çok radyografi çekilir. Radyograflar farklı açılarda oluşturulduğundan, her biri küreyi farklı bir relatif pozisyonda gösterir. Görüntüler alındıktan sonra hekim bir noktalama cihazıyla kürenin merkezinin her bir radyografi üzerindeki konumunu bilgisayara göstermektedir. Daha sonra bilgisayarın yaptığı tomografik verilerle, hekim çeşitli derinlikteki segmentleri gözlemleyebilir ve objeleri segment içinde üç boyutlu olarak pseudo halografik bir şekilde döndürebilir (Vandre ve Webber 1995).

TACT radyografi sistemi yardımıyla dişhekimleri üç boyutlu bilgi gerektiren çeşitli çalışmalar yapabilirler. TACT, temporomandibular eklemin incelenmesi, inferior alveolar kanala göre 3. molar dişlerin kök uçlarının lokalizasyonunun tespit edilmesi, zor endodontik işlemlerde ve periodontolojide cerrahi denemeden önce dişlerin etrafındaki kemik defektlerini incelemeye kullanılabilir (Frederiksen 1995, Vandre ve Webber 1995).

2.3.2. Görüntü işleme (Image processing)

Bilgisayarın dişhekimliğine en büyük katkısı görüntü işleme alanında olmuştur. İşleme teknikleri Ay'dan gönderilen görüntülerdeki sapmaları bilgisayar yardımıyla düzeltmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu teknik astronomi, biyoloji, savunma ve tıpta da geniş kullanım alanı bulmuştur (Gonzales ve Woods 1993).

Sayısal görüntü, bir nesnenin sayısal göstergesidir. Sayısal görüntüleme geniş anlamıyla görüntü ile ilgili verilerin bilgisayarla işlenmesi olarak tanımlanır. Sayısal görüntü işleme ise, istenen bir sonucu elde etmek için bir nesnenin sayısal göstergesini bir seri işleme tabi tutmaktır (Castleman 1996).

Sayısal görüntü çözümüleme (analysis), esas görüntüyü ölçüm verilerine ya da bir tanıma ulaştırmak üzere yapılan sayısal işlemlerdir. Sayısal görüntü işleme, görüntünün işlenmesi ve çözümlenmesi kavramlarını da kapsayacak şekilde kullanılmaktadır (Castleman 1996).

En temel düzeyde, sayısal görüntü işleme için bir bilgisayar, görüntüleri sayısallaştıracak bir cihaz ve bir monitör gereklidir. Radyografların sayısallaştırılması için en çok lazer tarayıcılar, saydam tarayıcılar ve video kameralar kullanılmaktadır. Görüntüler sayısal hale getirildikten sonra uygun bir yazılım aracılığı ile işlenebilir ve istenen matematiksel işlemler yapılabilir (Gonzales ve Woods 1993, Lavelle ve WBU 1994).

Görüntü işlemenin ilk basamağı görüntüyü iyileştirmektir (image enhancement). Bu tekniklerin temel kullanım amacı görüntünün, özel bir uygulama için esas halinden daha uygun hale gelecek şekilde işlenmesidir. Görüntünün niteliği öznel bir kavram olup yapılacak uygulamanın gereklerine göre değişebileceğinden iyi bir görüntünün niteliğinin tanımlanması da güçtür. Bu aşamada genellikle sınırların belirginleştirilmesi ve gürültünün ortadan kaldırılması istenir. Görüntünün bilgi içeriği değiştirilmez, ancak insanın görme sistemine daha uygun hale getirilir. Kontrast iyileştirme, keskinleştirme, negatif görüntü oluşturma, histogram eşitleme, renklendirme, çıkartma bu uygulamalardan sadece birkaçıdır (Gonzales ve Woods 1993, Van der Stelt 1993).

Kontrast düzeltme, dişhekimliğinde görüntü işleme çalışmalarının bir çoğunda diğer işlemlerden önce uygulanmaktadır (Wenzel 1988, Tyndall ve ark 1990).

Sayısal çıkartma radyografisi, farklı zamanlarda alınan radyograflar arasındaki farkın incelenerek iyileştirmenin değerlendirilmesi için bir çok çalışmada kullanılmıştır (Gröndahl ve Gröndahl 1983). Digital çıkartma radyolojisi son yıllarda güçlü bir araştırma yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bir radyografin gri seviye değerlerini başka bir radyografin buna uyan gri seviyelerinden birebir çıkartma tekniğidir. Çıkartmadan sonra geriye kalan iki imaj arasındaki farkın görüntüsüdür. Eğer iki radyografi aynı projeksiyon geometrisi ile çekilirse, iki radyografin alındığı zaman aralığında değişmeyen herhangi bir yapı her iki radyografda da aynı olacaktır. Böylece, değişen yapılar bir fark olarak ortaya çıkacaktır (Vandre ve Webber 1995). Bilgisayar iki imajı mikrokarelere bölerek en küçük ayrıntılarını karşılaştırır ve yoğunluk farklarını yeni bir imaj olarak verir. Bu işleme dijital çıkartma denmektedir (Reddy ve ark 1991).

Farklı zamanlarda alınan radyograflar arasındaki açılama ve banyo farklılıkları yanlış bir değerlendirmeye neden olacağından, tam olarak aynı geometride aynı ekspoz ve banyo parametreleri kullanılması zorunluluğu, radyografları saydam tarayıcıyla veya video kamera sistemi gibi ekipmanlarla dijitalize etme zorunluluğu, işlemler için

zamana ihtiyaç duyulması en büyük dezavantajlarından (Frederiksen 1995). Ancak densite ve kontrast farkları bilgisayarda çıkartma yapılmadan önce bir miktar düzeltilebilmiştir. Açılama farklarını (bir dereceye kadar olan) düzeltmeye yönelik bilgisayar programları da geliştirilmiştir (Reddy ve ark 1991).

İmaj bilgisayarlara kaydedildiğinde, kullanılacak bilgisayar programına göre çeşitli işlemleri gerçekleştirme olanağı doğar. Bu işlemlerden en faydalılarından biri tedavi öncesi ve sonrası radyografik görüntülerin karşılaştırılmasıdır. Bu olanak özellikle periodontal hastalıkların tedavi öncesi ve sonrası durumlarının, cerrahi veya endodontik tedavinin zaman içerisindeki gelişimi ve kök rezorbsiyonlarının takibinde kolaylık sağlar. Ayrıca farklı tedavi yöntemlerinin etkinliğini ve çürük lezyonlarının ilerlemesini ölçmek için oldukça yararlı bulunmuştur (Halse ve ark 1990, Maggio ve ark 1990, Okano ve ark 1990, Jeffcoat ve ark 1991, Nicopoulou-Karayianni ve ark 1991, Reddy ve ark 1991, Furkart ve ark 1992, Vandre ve Webber 1995, Versteeg ve Van der Stelt 1995). DSR ile çok erken aşamadaki kemik destrüksiyonunu teşhis etmenin mümkün olduğu belirtilmiştir (Vandre ve Webber 1995). Endodontide ise konvansiyonel radyograflarla teşhis edilemeyecek olan diş kökleri yüzeyindeki küçük rezorptif defektlerin tespitinde, irreversible pulpitis tanısında ve transplantasyon-reimplantasyon işlemlerinin takip edilmesinde kullanım alanı bulmuştur (Griffiths ve ark 1992).

Vandre ve Webber (1995)'in bildirdiğine göre Ruttiman ve ark (1985) çıkartılarak elde edilen görüntüde kaybedilen veya kazanılan kemik hacmini bulmak için bir metot önerdiler. Bu, dişlerin okluzal yüzeylerinden daha yukarıdaki bölgede filmin üzerine bir bone-wedge yerleştirilmesi yoluyla kolaylaştırılır. Buna paralel bir çalışmada Bragger (1988) CADIA (bilgisayar yardımlı densitometrik imaj analizi) adını verdiği benzer bir teknik geliştirmiştir.

Teşhisi kolaylaştırmak için sayısal radyograflar ve sayısal çıkartma radyografları renklendirilmiştir (Bragger ve Pasquall 1989).

İkinci aşama olan bölütleme (segmentation), bir görüntüyü oluşturan parçalara veya nesnelere ayırmaktır. Bölütlemenin amacı bir sınıf nesneyi öbüründen ayıran sayısal bilgileri veya özellikleri ortaya çıkartmaktır. Bu özellikleri ortaya çıkartmak için, sayısal görüntü işlemedeki en zor işlemlerden biri olan ayırt edici verilerin tanımlanması gerekir. Görüntüdeki nokta, çizgi ya da kenardaki devamsızlıkların belirlenmesi, kenarların anlamlı sınırlar halinde birleştirilmesi, amaca uygun bir eşik noktası belirleyerek görüntünün siyah-beyaz hale getirilmesi ve ortak özelliklere sahip pikselleri gruplamak, bölütlemeye kullanılan yöntemlerdir (Gonzales ve Woods 1993).

Bölütleme ile aproksimal radyolusensitelerin ve anguler periodontal defektlerin tespiti, periradiküler lezyonların belirlenmesi, diş ve interdental kemiğin otomatik olarak ayırt edilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Mol ve Van der Stelt 1989, Van der Stelt ve Geraets 1991).

Gösterim (display) ve tanımlama (description), görüntü işleminin üçüncü aşamasıdır. Görüntü bölgelere ayrıldıktan sonra bölütlenen piksel toplulukları genellikle sonraki işlemler için uygun bir şekilde gösterilir ve tanımlanır. Bölgenin ne şekilde gösterileceği belirlendikten sonra, seçilen gösterime göre bölgenin tanımlanmasına geçilir. Bir bölge kendisini oluşturan dış (sınır) özellikleri ile tanımlanabilir. Bu özelliklerden ikisi uzunluk ve kıvrımdır. Bölgeyi tanımlayan iç özellikler ise alan, çevre, topolojik tanımlayıcılar veya doku özellikleri olabilir (Gonzales ve Woods 1993).

Radyografik apeksin, kemik seviyesinin , angular periodontal defekt alanı ve kök alanının belirlenmesi için sınır özellikleri sağlıklı ve osteoporotik kemiğin ayırt edilebilmesi için bölgesel tanımlayıcılar, hastalıklı trabekül yapının ayırt edilmesi için

doku özellikleri ile ilgili tanımlayıcılar geliştirmeye çalışılmıştır (Van der Stelt ve Geraets 1991, Mol ve Van der Stelt 1993).

Tanıma (recognition) ve yorumlama (interpretation), yüksek düzeyde görüntü işleme olarak bilinir. Tanıma, bir nesneye tanımlayıcıları tarafından sağlanan bilgiye dayanarak bir etiket verme işlemidir. Görüntü özellikleri doğru olarak tanımlandığında bu örüntüleri görüntünün geri kalanından ayırmak mümkün olabilir. Bir görüntüde ilgilenilen örüntülerin ortak sayısal ya da yapısal özelliklerin tanımlanması ve bir örüntünün ideal özelliklerinin tanımlanarak yapılacak eşleştirmeye göre tanımlama, örüntülerin tanınması için kullanılacak yöntemlerdendir (Gonzales ve Woods 1993).

Periodontal hastalıkların sınıflandırılması ve furkasyon defektlerinin sayısal değerlendirilmesi için örüntü tanıma yöntemi üzerine çalışılmıştır (Van der Stelt ve Van der Linden 1985).

Yorumlama, tanınan nesnelere topluluğuna anlam yüklemidir. Yukarıda anlatılan süreçlerle elde edilen tüm bilgiyi ve dış verileri kullanarak bir görüntünün içeriğine anlam verme ise görüntü yorumlamadır. Uzman sistemler (COMRADD gibi), belirli bir alanda karar vermeye ve sorun çözmeye yardımcı olmak için kullanılan bilgisayar yazılımlarıdır ve yorumlamaya bir örnektir (Hubar ve ark 1990, Gonzales ve Woods 1993, Van der Stelt 1993).

Redford ve ark (1994) fraktal analiz formunda bilgisayar destekli teşhis yöntemi ile denek hastalarda trabeküler kemiklerde generalize kalsiyum dağılımının haritasını oluşturma konusunda faydalı olduğunu gösterdiler. Hastanın kemiksel fraktal boyutundaki değişikliklerle hastanın osteoporozunun ilerlemesi arasında iyi bir korelasyon buldular. Bu araştırma osteoporozun tanı ve tedavisinde fraktal analizin potansiyel kullanımını göstermektedir.

Bu sistemlerle pulpal patolojilerin ve oral lezyonların teşhisi için yazılımlar geliştirilmiştir. Yazılımda hastanın bulgu ve belirtileri ile ilgili sorular yer alır. Hekimin verdiği yanıtlara göre sistem bir ön tanı verir (White 1989).

Görüntü geriçatma (reconstruction), sayısal görüntülemeye diğere bir kavramdır ve farklı görüntü bilgilerinin yeni bir görüntü oluşturmak için birleştirilmesidir (Van der Stelt 1993).

Manyetik rezonans görüntüleme ve bilgisayarlı tomografide iki ve üç boyutlu yeniden yapılanmalar bu yöntemle elde edilir (Yune 1993).

Görüntü işlemede amaca yönelik olarak bu işlemlerin tamamı veya yalnızca birkaçı yapılabilir. İşlemlerin gerçekleştirilebilmesi için bir bilgi tabanı oluşturulması gerekir ve yapılacak uygulamaya göre çok basit ya da karmaşık olabilir. Bu işlemler sırasında insan unsurunun ortadan kalkması veya en aza indirilmesi istenmekle birlikte insan unsuru halen çok önemlidir ve herhangi bir aşamada devreye girebilir (Gonzales ve Woods 1993).

T.C. Sağlık Bakanlığı
Mıhıncıoğlu Sıhık Fakültesi
Diyadin Sıhık Fakültesi
Sıhık Fakültesi

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Hastalar

Bu çalışmaya katılan hastalar Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Oral Diağnoz-Radyoloji Kliniğine muayene için başvurmuş olan hastalar arasından seçildi. Hiçbir sistemik rahatsızlığı olmayan, 25'i osteoporozlu ve 25'i kontrol grubu olarak postmenopoz dönemindeki 50 hasta çalışmaya alındı. Hastalara aşağıdaki anamnez formuna uygun sorular soruldu.

Hasta adı-soyadı:

Tarih:

Yaş:

Cinsiyet:

Boy:

Kilo:

1. Herhangi bir hastalığınız (özellikle diabet, tiroid hormonu aşırılığı, lösemi, multiple myelom, hiperparatiroidizm, lenfoma, osteogenezis imperfekta, romatoid artrit, siroz gibi) var mı?
2. Devamlı kullandığınız ilaçlar (özellikle heparin, tiroid hormonu, antikonvülzanlar, kemoterapotikler) var mı?
3. Kaç yıldır menopoz dönemindesiniz?
4. Hormon replasman tedavisi (HRT) gördünüz mü?
5. Daha önce vücudunuzun herhangi bir yerinde kırık oluştu mu?
6. Ailenizde osteoporoz hikayesi var mı? Kırık oluşan birisi var mı?

Osteoporozlu ve kontrol hastalarının yaşları 51-60 arasında değişiyordu (osteoporozlu hastaların ortalama yaşı 56.7, kontrol hastalarının ise ortalama yaşı 55.2).

Anamnezinde osteoporozlu olduğu öğrenilen hastaların kalça ve spinalarının KMY (kemik mineral yoğunluğu) ölçümleri DEXA yöntemiyle yapıldı. KMY değerleri 2.5 SS (standart sapma)'den daha aşağı olanlar osteoporozlu olarak tanımlandılar.

Mesleki etiğe uygun olarak, hastalardan izin alınarak tüm ağız radyografları ve panoramik radyografları alındı, spina ve kalça ölçümleri yapıldı. .

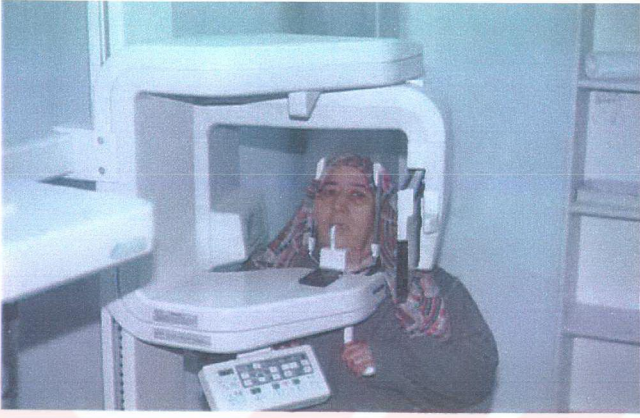
3.2. Radyograflar

Tüm ağız periapikal radyograflar Siemens Heliodont EC (60 kvp, 7 mA, Germany) periapikal röntgen cihazı ile ektaspeed plus film (Agfa) kullanılarak anatomik bölgelere göre ekspoz süreleri ayarlanarak alındı. Tüm ağız periapikal radyograflar bisecting (açı ortay) tekniği ile alındı.

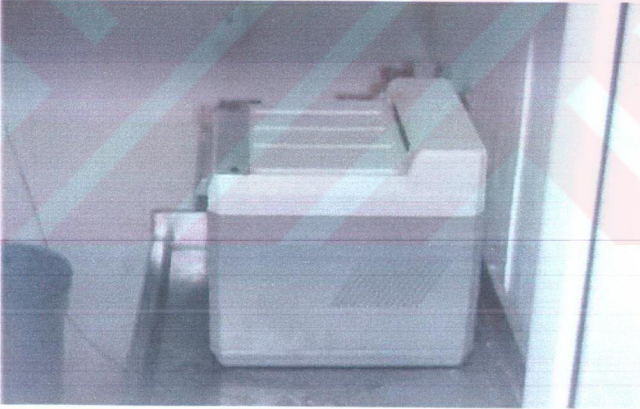
Panoramik radyograflar Planmeca 2002 CC Proline (Helsinki, Finland) ortopantomograf cihazı ile 70 kvp, 0.8 mA'de alındı.

Tüm radyograflar Dürr xr 24 otomatik banyo makinesi ile taze banyo solusyonları (Gulf Generafix, İstanbul) kullanılarak banyo edildi.

Radyograflar bilgisayara aktarılıp işleneceği için hem panoramik, hem de periapikal radyograflarda herhangi bir standardizasyona gidilmedi. Örneğin periapikal radyograflarda paralel teknik ve film tutucu kullanılmadı, hem panoramik hem de periapikal radyograflarda step wedge kullanılmadı.



Resim 3.2.1. Osteoporozlu bir hastadan panoramik radyograf alınışı

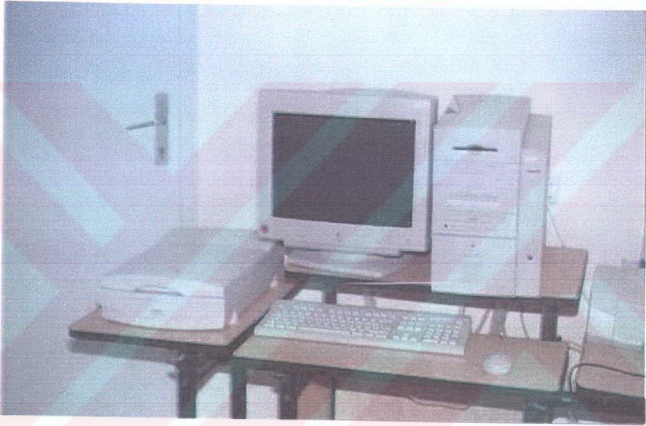


Resim 3.2.2. Dürr xr 24 otomatik banyo makinesi

Panoramik radyograflarda hastanın baş pozisyonu mümkün olduğunca standardize edilmeye çalışıldı. Periapikal radyograflarda da bölgelere göre vertikal ve horizontal açılama hatası olmamasına dikkat edildi.

3.3. Sayısallaştırma

Osteoporotik ve kontrol grubu hastalarından alınan tüm radyograflar 600 dpi'de Umaks astra 1220s (Taiwan) tarayıcı ile sayısallaştırıldı (Resim 3.3.1).



Resim 3.3.1. Bilgisayar ve Komponentleri

Anteriorda bazal kemik ve posteriorda alveoler kemik alanlarından aşağıdaki ilgili alanlar (ROI) seçildi:

- Anterior maksilla (kesicilerin apekslerinin superioru)
- Anterior mandibula (kesicilerin apekslerinin inferioru)
- Posterior maksilla (son moların posterioru ve maksiller sinüsün inferioru)

d. Posterior mandibula (son moların posterioru ve inferior alveoler kanalın superioru)

Her hastada mümkün olduğu kadar dişlerin apekslerinden kaçınarak trabekülleri izleyebileceğimiz büyük alanlar (1 cm²) seçilmeye çalışıldı. Bu alanlar tek tek aşağıda tarif edileceği şekilde bilgisayar programında analiz edildi.

3.4. Bilgisayar analizi

Çalışma da NIH Image Software (Rasband 1997) kullanarak dijital (sayısal) radyograflarda trabeküler yapının morfolojik özelliklerini ölçen bir bilgisayar programı kullanıldı. Bu programda, konvansiyonel radyograflarda distal radiusun trabekülleri ve histolojik kesitlerde kemiğin trabekül yapısı ile ilgili çalışmalarda tanımlanan metotlar kullanılmıştır (White ve Rudolph 1999).

Görüntüler üzerinde yukarıda saydığımız bölgeler belirlendi. Program, görüntüdeki parlaklık üzerindeki büyük (skala) varyasyonları giderir. Örneğin objenin kalınlığındaki farklılıklar veya parsiyel olarak yumuşak dokunun süperpozisyonu gibi. Bu işlemi tamamlamak için belirlenen alan Gaussian filtre ($\sigma = 35$ piksel, kernel size = 33×33 , şekil 3.4.1, b) kullanılarak bulanıklaştırıldı (blurred). Bu işlemle tüm ince ve orta skaladaki yapılar ortadan kaldırıldı ve sadece yoğunluktaki büyük varyasyonlar kaldı (low-pass filtering). Sonuçta aşırı bulanıklaştırılmış (blurred) görüntü orijinalinden çıkarılarak (subtracted) ve her piksel lokasyonuna 128 eklenmiş oldu (şekil 3.4.1, c). Bu, görüntünün başlangıçtaki intensitesine bakılmaksızın ortalama değeri 128 olan bir görüntü oluşturdu. Böylelikle trabeküler ve kemik iliği boşlukları olmak üzere görüntüde belirgin bazı özelliklerdeki (parlaklık seviyesi) bireysel varyasyonlar yansıtılmış oldu.

Daha sonra, 128 parlaklık derecesi eşik değeri olarak alınarak, görüntü binary (binary görüntü, şekil 3.4.1, d) hale getirildi. Böylece görüntü görsel olarak trabekül ve

kemik iliğine benzer komponentlere ayrıldı. Sonuçta oluşan görüntü gürültüyü azaltacak şekilde aşındırılmış ve dilate edilmiştir.

Daha sonra trabeküllerin görüntüsü, trabeküler ve iskelet görüntü oluşacak şekilde tersine çevrilmiştir. Yani piksellerin sadece merkezi bölümleri kalıncaya kadar aşındırılmıştır (şekil 3.4.1, e).

İskeletleştirilmiş trabeküler görüntünün kemiğin orijinal görüntüsü üzerine superpoze edilmesi, üzerinde çalışılan iskeletsel dokunun yapısının orijinal görüntüdeki trabeküllere karşılık geldiğini göstermektedir (şekil 3.4.1, f).

Radyograflar üzerinde belirlenen alanın morfolojik özelliklerini saptamak için binary ve iskeletleştirilmiş görüntüler analiz edildi. İlgilenilen alandaki toplam piksel sayısı ile binary (şekil 3.4.1, d) görüntüdeki siyah piksel sayısı bölünür. Bu, trabeküler alanı belirtir.

Binary görüntüdeki dış sınırın trabeküllerindeki toplam piksel sayısı periferi gösterir. Bu da, toplam trabeküler alanın oranı veya ilgilenilen toplam alandır.

İskeletleştirilmiş (şekil 3.4.1,e) görüntüde, iskeletleştirilmiş trabeküllerin toplam uzunluğu (siyah piksellerin toplam sayısı), uç (terminal) noktaların sayısı (serbest uçlar; sadece bir komşu siyah pikseli olan siyah pikseller), dal noktaların sayısı (kesişen noktalar; her birinin üç veya daha fazla komşu siyah pikseli olan siyah pikseller) tek tek hesaplandı. Bu parametreler trabeküler alanın ve uzunluğun oranı olarak ifade edildi.

İlik alanı da benzer bir şekilde görüntü ters çevrilerek (ilik alanı siyah yapılarak) ve daha sonra iskeletleştirilerek incelendi. Sonuçta oluşan görüntü, merkezi ilik yapısıydı.



Şekil 3.4.1. a, Anterior maksillanın sayısallaştırılmış radyografından trabeküler kemiğin bir bölgesi. b, blurred görüntü. c, çıkartma görüntü. d, binary görüntü. e,iskeletleştirilmiş görüntü. f, iskeletleştirilmiş görüntünün a üzerine yerleştirilmiş görüntüsü.

3.5. İstatistiksel analiz

Tablo 1,2,3 ve 4'de listelenen parametrelerin ortalama değerleri anatomik bölgelere göre osteoporotik ve kontrol gruplarında saptandı. Çok sayıda gösterge değeri değişken ve örnek boyutları karşılaştırmalarına göre, her dört anatomik bölge için ana komponent analizleri kullanıldı. Verilerdeki tüm ortalama değerlerin dört alanın her birinde tesadüfi olarak olup olmadığını saptamak için dört değişken üzerinde t testi uygulandı. Significance (anlamlılık) $P \leq 0.05$ olarak tanımlandı.



4. BULGULAR

Tablo 1 ve 2’de sırasıyla anterior ve posterior maksillanın trabeküllerinde bulunan morfolojik özelliklerin özet istatistikleri, tablo 3 ve 4’te ise sırasıyla anterior ve posterior mandibuladaki bulguları sunulmuştur.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, osteoporozlu hastaların alveol kemik trabeküllerinin, kontrol bireylerindekiinden daha kalın ve kaba olduğu bulundu. Kontrol bireyleriyle karşılaştırıldığında, osteoporozlu hastaların trabekül alanlarında ve ilgilenilen bölgede trabeküler kemiğin periferi uzunluğunda azalma görüldü.

Tablo 4.1. Anterior Maksillanın Trabeküler Analizi (Periapikal Radyograflarda)

Morfolojik Özellikler	Osteoporoz		Kontrol		p Değeri
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
Trabekül					
Trabeküler alan / Toplam alan	0.48	0.03	0.53	0.04	.012*
Perifer / Toplam alan	0.22	0.04	0.25	0.04	.008*
Perifer / Trabeküler alan	0.43	0.04	0.49	0.03	.054
Uzunluk / Trabeküler alan	0.17	0.02	0.16	0.01	.568
Uzunluk / Toplam alan	0.08	0.01	0.09	0.01	.035*
Terminal noktalar / cm ²	654	145	905	172	.004*
Terminal noktalar / Uzunluk	0.17	0.04	0.22	0.04	.008*
Terminal noktalar / Perifer	0.04	0.01	0.05	0.01	.007*
Ter. noktalar / Trabeküler alan	0.02	0.01	0.03	0.01	.011*
Dal noktalar / cm²	272	48	326	55	.064
Dal noktalar / Uzunluk	0.08	0.01	0.08	0.01	.320
Dal noktalar / Perifer	0.03	0.00	0.03	0.00	.482
Dal noktalar / Trabeküler alan	0.01	0.00	0.01	0.00	.430
Dal noktalar / Terminal noktalar	0.42	0.07	0.39	0.06	.046
İlik					
İlik alanı / Toplam alan	0.52	0.03	0.46	0.03	.008*
Uzunluk / Toplam alan	0.10	0.01	0.12	0.01	.054
Uzunluk / İlik alanı	0.20	0.03	0.22	0.03	.024*
Terminal noktalar / cm ²	493	120	732	174	.004*
Terminal noktalar / Uzunluk	0.08	0.02	0.11	0.02	.003*
Terminal noktalar / İlik alanı	0.02	0.01	0.03	0.01	.004*
Dal noktalar / cm²	473	108	524	85	.063
Dal noktalar / Uzunluk	0.07	0.01	0.09	0.01	.043*
Dal noktalar / İlik alanı	0.02	0.00	0.02	0.00	.005*
Dal noktalar / Terminal noktalar	0.96	0.20	0.71	0.26	.034*

n=25 t testine göre p değeri *p≤0.05

Tüm çenelerde kontrol bireyleriyle karşılaştırıldığında osteoporotik hastaların trabeküler yapılarının kompleksitesinde azalma vardır; hem alan başına sayıldığında, hem de iskelet uzunluğunun fonksiyonu olarak terminal noktaların sayısında, trabeküllerin periferinin uzunluğunda veya trabeküler alanda azalma vardır.

Tablo 4.2. Posterior Maksillanın Trabeküler Analizi (Periapikal Radyograflarda)

Morfolojik Özellikler	Osteoporoz		Kontrol		P Değeri
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
Trabekül					
Trabeküler alan / Toplam alan	0.49	0.03	0.54	0.04	.024*
Perifer / Toplam alan	0.21	0.02	0.24	0.02	.049*
Perifer / Trabeküler alan	0.49	0.04	0.51	0.04	.184*
Uzunluk / Trabeküler alan	0.15	0.01	0.15	0.01	.982
Uzunluk / Toplam alan	0.08	0.01	0.09	0.01	.354
Terminal noktalar / cm ²	824	172	1086	164	.024*
Terminal noktalar / Uzunluk	0.22	0.04	0.25	0.02	.032*
Terminal noktalar / Perifer	0.06	0.01	0.08	0.01	.012*
Ter.noktalar / Trabeküler alan	0.03	0.01	0.05	0.01	.036*
Dal noktalar / cm²	225	63	231	61	.924
Dal noktalar / Uzunluk	0.06	0.01	0.05	0.00	.420
Dal noktalar / Perifer	0.02	0.00	0.02	0.00	.254
Dal noktalar / Trabeküler alan	0.01	0.00	0.00	0.00	.422
Dal noktalar/ Terminal noktalar	0.27	0.06	0.22	0.06	.054
İlik					
İlik alanı / Toplam alan	0.54	0.02	0.47	0.03	.042*
Uzunluk / Toplam alan	0.12	0.02	0.14	0.01	.264
Uzunluk / İlik alanı	0.24	0.02	0.30	0.01	.051
Terminal noktalar / cm ²	575	142	794	106	.044*
Terminal noktalar / Uzunluk	0.08	0.01	0.12	0.02	.051
Terminal noktalar / İlik alanı	0.02	0.01	0.03	0.01	.032
Dal noktalar / cm²	543	58	602	62	.332
Dal noktalar / Uzunluk	0.08	0.00	0.07	0.01	.720
Dal noktalar / İlik alanı	0.02	0.00	0.03	0.00	.054
Dal noktalar / Terminal noktalar	0.99	0.24	0.79	0.17	.252

n=25 t testine göre p değeri *p≤0.05

Santimetrekarede terminal noktaların sayısı osteoporozlu hastalarda anterior maksilladaki alveolar kemikte (654±145) normal bireylerinkinden (905±172) önemli derecede düşük bulundu. Diğer bölgelerde de santimetrekaredeki terminal noktalar sayısı osteoporozlu hastalarda kontrol grubuna göre daha az olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı değildi. Bu bulgular anterior maksillanın, trabekül yapısındaki değişiklikleri yansıtan en hassas bölge olduğunu göstermektedir.

Osteoporozda tüm çene boyunca kemik iliği yapısında artma var gibidir. Ama terminal noktalarda olduğu gibi, ilik kompleksitesinde genel bir azalma söz konusudur.

Osteoporozlu hastalarla kontrol bireyleri arasında hem kesin olarak, hem de trabeküler periferinin fonksiyonu olarak dal noktalarının sayısı veya alanında farklılık yoktur.

Tablo 4.3. Anterior Mandibulanın Trabeküler Analizi (Periapikal Radyograflarda)

Morfolojik Özellikler	Osteoporoz		Kontrol		p Değeri
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
Trabekül					
Trabeküler alan / Toplam alan	0.52	0.06	0.55	0.04	.062
Perifer / Toplam alan	0.24	0.06	0.27	0.03	.053
Perifer / Trabeküler alan	0.47	0.05	0.52	0.07	.074
Uzunluk / Trabeküler alan	0.15	0.01	0.15	0.02	.224
Uzunluk / Toplam alan	0.06	0.03	0.09	0.02	.068
Terminal noktalar / cm ²	832	243	1071	252	.052
Terminal noktalar / Uzunluk	0.21	0.02	0.24	0.04	.204
Terminal noktalar / Perifer	0.06	0.01	0.07	0.01	.278
Ter. noktalar / Trabeküler alan	0.04	0.01	0.04	0.01	.076
Dal noktalar / cm ²	282	68	336	42	.213
Dal noktalar / Uzunluk	0.08	0.01	0.08	0.01	.254
Dal noktalar / Perifer	0.03	0.00	0.03	0.00	.932
Dal noktalar / Trabeküler alan	0.01	0.00	0.01	0.00	.176
Dal noktalar/ Terminal noktalar	0.34	0.08	0.31	0.9	.665
İlik					
İlik alanı / Toplam alan	0.48	0.06	0.44	0.04	.069
Uzunluk / Toplam alan	0.12	0.01	0.11	0.00	.254
Uzunluk / İlik alanı	0.21	0.03	0.24	0.03	.048*
Terminal noktalar / cm ²	648	184	832	162	.044*
Terminal noktalar / Uzunluk	0.09	0.03	0.12	0.03	.040*
Terminal noktalar / İlik alanı	0.03	0.01	0.04	0.01	.039*
Dal noktalar / cm ²	525	64	554	73	.213
Dal noktalar / Uzunluk	0.08	0.01	0.08	0.01	.814
Dal noktalar / İlik alanı	0.03	0.00	0.03	0.01	.062
Dal noktalar / Terminal noktalar	0.98	0.36	0.66	0.20	.074

n=25 t testine göre p değeri *p≤0.05.

Tablo 1, 2, 3 ve 4'teki p değerleri sadece maksillanın anterior bölgesinde ve posterior mandibulada anlamlıdır. Posterior maksilla ve anterior mandibuladaki normal olarak p değerleri, tekrarlanan anlamlılık testlerinin artifaktı gibidirler ve düşük örnek değerindedirler. Tablo 1, 2, 3 ve 4 bu nedenle daha tanımlayıcıdır.

Tablo 4.4. Posterior Mandibulanın Trabeküler Analizi (Periapikal Radyograflarda)

Morfolojik Özellikler	Osteoporoz		Kontrol		p Değeri
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
Trabekül					
Trabeküler alan / Toplam alan	0.47	0.05	0.52	0.04	.036*
Perifer / Toplam alan	0.24	0.03	0.28	0.03	.008*
Perifer / Trabeküler alan	0.48	0.03	0.52	0.03	.006*
Uzunluk / Trabeküler alan	0.13	0.01	0.15	0.01	.214
Uzunluk / Toplam alan	0.05	0.01	0.06	0.00	.049*
Terminal noktalar / cm ²	820	161	1182	165	.007*
Terminal noktalar / Uzunluk	0.22	0.02	0.24	0.03	.022*
Terminal noktalar / Perifer	0.05	0.01	0.08	0.01	.026*
Ter. noktalar / Trabeküler alan	0.03	0.00	0.04	0.00	.007*
Dal noktalar / cm²	256	89	283	42	.402
Dal noktalar / Uzunluk	0.05	0.01	0.05	0.01	.954
Dal noktalar / Perifer	0.03	0.01	0.03	0.00	.723
Dal noktalar / Trabeküler alan	0.01	0.00	0.01	0.00	.704
Dal noktalar / Terminal noktalar	0.32	0.07	0.24	0.09	.238
İlik					
İlik alanı / Toplam alan	0.53	0.05	0.47	0.04	.032*
Uzunluk / Toplam alan	0.13	0.02	0.14	0.01	.236
Uzunluk / İlik alanı	0.20	0.04	0.23	0.03	.028*
Terminal noktalar / cm ²	580	175	882	103	.009*
Terminal noktalar / Uzunluk	0.08	0.03	0.12	0.01	.023*
Terminal noktalar / İlik alanı	0.03	0.01	0.03	0.00	.014*
Dal noktalar / cm²	603	74	654	42	.742
Dal noktalar / Uzunluk	0.08	0.02	0.08	0.01	.314
Dal noktalar / İlik alanı	0.02	0.01	0.02	0.00	.362
Dal noktalar / Terminal noktalar	1.08	0.27	0.72	0.18	.026*

n=25 t testine göre p değeri *p≤0.05.

Ayrıca trabeküler kemikteki değişikliklerin yanında osteoporoz teşhisindeki önemli kriterlerden biri olan inferior mandibular korteksin kalınlığı panoramik radyograflarda ölçüldü. Mental foramen bölgesindeki inferior mandibular korteks kalınlığı sağ-sol ortalama değerleri osteoporotik hastalarda 0.38 ± 0.09 cm, normal bireylerde 0.40 ± 0.07 cm olarak bulundu. Çok az da olsa bir farklılık görülmesine rağmen istatistiksel olarak bu değerler anlamlı değildi. $P > 0.05$. olarak tanımlandı.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çene kemiklerindeki osteoporoz, iskeletteki genel mineral kaybının etkisi özellikle yeni radyolojik metotlarla yoğun olarak çalışılmıştır (Klemetti 1994). Ancak bu yöntemlerin pahalı olması, alınan radyasyonun fazla olması ve çekim zamanının uzun olması gibi dezavantajları vardır. Kırıklar nedeniyle osteoporoz, maliyeti giderek artan bir hastalık olduğundan tanının kırık oluşmadan önce konması esastır. Diğer teşhis yöntemlerinin pahalı olmasından dolayı, araştırmacılar dental radyograflarla hastalığın tanısına yönelmişlerdir. Bu yüzden panoramik radyograflar şu günlerde dişhekimleri tarafından kullanılan bir teşhis vasıtası durumuna gelmiştir. Mandibulada, kemik kaybının tespiti ve kret rezorpsiyonunun derecelendirilerek sınıflandırılması, ilk olarak panoramik ve lateral sefalometrik radyograflar üzerinde yapılmıştır. Teknolojinin gelişmesi ve bilgisayarların yaşamımıza girişiyle birlikte osteoporozun daha erken teşhis edilmesi gündeme gelmiştir.

Dişhekimliğinde bilgisayar kullanımı ile osteoporozu teşhis etmeye yönelik yurt dışında birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen ülkemizde bu konu üzerinde hiç durulmaması böyle bir çalışmanın yapılmasını gerekli kıldı. Bunun bir eksiklik olduğu düşüncesiyle yapılan çalışmamız Türkiye’de ilk olması ve yeni çalışmalara öncülük etmesi sebebiyle büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı tedaviye başlaması gereken osteoporotik hastaları saptayabilecek kadar hassas ve spesifik bir görüntüleme yöntemi belirleyebilmek ve osteoporozun kötü sonuçları ortaya çıkmadan önlenmesine yardımcı olmaktır.

Geraets ve ark (1990) distal radius’taki trabeküler değişikliklerin lumbar spinadaki kemiğin mineral yoğunluğuyla ilişkili olduğunu ve White ve Rudolph (1999)’un çalışmasında olduğu gibi trabeküler yapıdaki değişikliklerin çenelerdeki değişikliklerle uyumlu olduğunu göstermişlerdir. Bu da osteoporozlu hastalarda çenelerdeki spongioz

kemiğin diğerk spongioz kemiklerle benzer cevaplar verebileceği dűşüncesini akla getirmektedir. Bu çalışmaların sonuçları, bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Vücutta trabeküler kemik hacmi yaşla azalabilir, ancak artışı sadece daha önceden varolan trabekülanın kalınlaşması şeklinde olur. Bu ayırım, osteoporoz tedavisi için önemlidir. Trabeküler kemiğin baskı direnci, varolan kemik miktarından çok, yapısal elemanlar arasındaki bağlantının korunmasına bağlıdır. Dolayısıyla, tedavi ile hacim normal değerlere kadar artsa bile, kalınlaşan trabeküla bağlantısız kalmakta ve normal iskeletin biyomekanik özelliklerine kavuşmamaktadır. Bu sebeple, osteoporozun erken teşhisiyle beraber, kemik kaybının engellenmesi, meydana gelmiş hasarı tedavi etmeye çalışmaktan çok daha önemlidir (Parfitt AM ve ark 1983). Aydın ve Uludağ (1990)'da DPA ile yaptıkları çalışmada osteoporozun erken teşhisinin önemini vurgulamışlar ve postmenopoz tam dişsiz kadınlarda osteoporozun kret rezorbsiyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yaptığımız çalışmada erken teşhisin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır.

Çalışmamızda dişhekimlerinin rutin olarak başvurdukları bir yöntem olması sebebiyle açı ortay tekniği kullanılmıştır. Çünkü yapılan çalışmada istenen, pratisyen dişhekimlerinin bile osteoporozu teşhis etmeye yönelik tıp hekimlerine yardımcı olabilmelerini sağlamaktır. Paralel teknikte uzun kon, film tutucu gibi apareylere gerek olması, rutin radyolojik muayenelerde tercih edilmemesine yol açtığı ve bu tekniğin kullanılması sonuçlarımıza maksimum yönde bir katkı sağlamayacağı düşünöldüğü için bu teknik kullanılmamıştır.

White ve Rudolph (1999) alışmalarının daha iyi tanımlanmış popülasyonlarda çalışılarak desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızın sonuçları bu çalışmayla uyumludur ve destekler mahiyettedir. Ancak bu araştırıcıların çalışmasıyla bizim çalışmamız arasında bazı farklılıklar vardır. Öncelikle örnek boyutu çalışmamızda daha büyüktü (n=25, White ve Rudolph (1999)'un çalışmasında ise

n=12). Ek olarak bu araştırıcılar, hastaların osteoporozla ilgili tıbbi hikayelerini (örneğin menopozun üzerinden kaç yıl geçtiği veya hormon replasman tedavilerinin yapılp yapılmadığını) bilmiyordu. White ve Rudolph (1999) istatistik analiz olarak hotelling t² testi kullanırken, çalışmamızda t testi kullanılmıştır.

White ve Rudolph (1999)'un yaptıkları çalışmada görüntülerin yoğunluk ve kontrast farklılıkları vardır. Çünkü ekspoz, hasta, film ve banyo koşulları farklıdır. Bu nedenle radyograflar üzerindeki optik yoğunluk direkt olarak dikkate alınmamıştır. Bizim alışmamızda ise anatomik bölgelere göre ekspoz süreleri ayarlanmış ve taze banyo solusyonları kullanılarak otomatik banyo makinesi ile banyo edilmiştir. Görüntü standardizasyonu ve kalibrasyonu için herhangi bir step wedge ya da benzeri aletler kullanılmamıştır. Çünkü yapılan çalışmada amaç, ekspoz ve banyo parametrelerinden bağımsız olan trabeküler kemiğin i morfolojik yapısını incelemektir.

Çalışmamızda odontojenik faktörler nedeniyle trabeküler yapı değişebileceği için mümkün olduğunca dentisyondan uzak alanlar seçilmiştir. Bu seçilen alanlar ve kullanılan 600 dpi White ve Rudolph (1999)'un çalışmasıyla uyum göstermektedir.

Panoramik radyograflar üzerinde osteoporozun mandibuladaki değişiklikleri gösterilmeye çalışılmış fakat radyografik olarak normal ve osteopenik kemik kaybını ayırt etmek mümkün olmamıştır (Packota ve Hoover 1988).

Panoramik radyograflar üzerinde yapılan çalışmalarda (Packota ve Hoover 1988, Kribbs ve ark 1989-1990, Klemetti ve ark 1994) panoramiğin mandibulada osteoporozun neden olduğu değişiklikleri yeterli olarak göstermediği, sadece kaba bir tahmin sağladığı belirtilmiştir. Ancak panoramik radyograflar tüm çene ve trabekülleri gösterdiğinden bilgisayar analiz yöntemleriyle incelenmesi, araştırıcının subjektif yargısını ortadan kaldırdığı ve sayısal sonuçlar verdiği için daha objektif sonuçlar verebileceği yönünde mit vadedicidir.

Burada belirtilen trabekül yapı ölçümleri, hastaya göre x ışını demetinin oryantasyonundan ve orijinal radyografin diagnostik aralıktaki optik yoğunluğundan bağımsızdır. Ancak kemiğin trabeküler ve ilik bileşenlerinin daha iyi karakterize edilmesi mümkündür. Özellikle görüntüyü düzgünleştirmek için spesifik erozyon ve dilatasyon kullanılmasının, ayrıca görüntüyü binary yapmak için kullanılan parlaklık eşik değerinin görüntü üzerinde sabit bir etkisi vardır. Bu ve diğer parametrelerin ayrıntılı bir şekilde araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları, osteoporozu olan hastaların kontrol bireyleriyle kıyaslandığında çenelerindeki trabeküler yapılarının değiştiği hipotezini desteklemektedir. Osteoporozun mandibulada kemiğin mineral yoğunluğunda azalmaya neden olduğu bilinmektedir (Kribbs ve ark 1989, Kribbs 1990, Horner ve ark 1992, von Wowern ve Kollerup 1992, Klemetti ve ark 1993, Taguchi ve ark 1995 a, b, Horner ve ark 1996, Law ve ark 1996, Taguchi ve ark 1996 a, b, Hildebolt 1997, Horner ve Devlin 1998). Diğer bazı çalışmalarda da demineralize insan maksillalarında trabeküler yapının değiştiği gösterilmiştir (Southard ve ark 1996, Ruttiman ve ark 1992). Çalışmamızda bu bulgular, osteoporozlu hastaların trabeküllerinin çenelerde de yapısal olarak değiştiği boyutuna taşındı.

Apendiküler iskelet büyük oranda kortikal kemikten oluşurken spinanın vertebral gövdelerinde ise trabeküler kemik baskındır. Yüzey alanının hacmine oranı yüksek olduğundan, trabeküler kemiğin turnoverinin kortikal kemikten sekiz kez daha hızlı olduğu ve metabolik uyarılara daha fazla cevap verdiği bilinmektedir. Osteoporotik kırıkların ilk önce trabeküler kemiğin yoğun olduğu vertebra gövdelerinde ve distal radiusta görülmesi yönünde klinik ve epidemiyolojik bulgular trabeküler kemiğin erken kaybıyla ilgili fizyolojik çalışmaları desteklemektedir (White ve Rudolph 1999). Bu gözlemin çalışmamızda özellikle önemi vardır. Çünkü özellikle anterior bölgelerde olmak üzere maksiller ve mandibular alveoler kemikler trabeküler kemik açısından

zengindir. Ama dental radyograflarda hangi yapıların trabeküler örüntünün ortaya çıkmasına neden olduğunun açıkça bilinmediği unutulmamalıdır.

White ve Rudolph (1999)'un bildirdiğine göre Bender ve Seltzer (1961), kadavra mandibulalarındaki posterior alanda spongioz kemiğin kaldırılmasının trabekül yapının radyografik görünümünü etkilemediğini göstermişlerdir. Sadece kortikal kemiğin endosteal yüzeyi kaldırıldığında radyografik görüntü değişmiştir. Bu bulgu maksilla için geçerli olmayabilir. Çünkü bu bölgede kortikal kemik incedir ve spongioz kemik daha yoğundur. Bender ve Seltzer (1961) yaptıkları çalışmada sırasıyla radyografik trabeküler yapının gerçek kaynağı, spongioz ve ya endosteal kortikal kemik mi olduğu ve anatomik alanlara göre gösterebileceği farklılıkları araştırmışlardır.

Nedeni ne olursa olsun (artan yaş veya hastalık), osteoporozlu hastalarda spongioz kemik alanlarındaki trabeküler kemiklerde azalma, sayılarında ve kalınlığında azalma vardır (White ve Rudolph 1999). Bu çalışmada da gösterildiği gibi, birim alan başına terminal nokta sayısında azalma ve trabeküler alanın fonksiyonu olarak perifer ve iskelet uzunluğunda azalma vardır. Bu çalışmada bir santimetrekareye düşen trabeküler terminal nokta sayısı kontrol bireyleriyle karşılaştırıldığında, osteoporozlu hastalarda dikkate değer bir şekilde düşerken, santimetrekare başına düşen dal noktalarının sayısında düşme görülmemektedir. Muhtemelen osteoporozda rezorbe olan trabeküllerin ince yapısını terminal nokta sayısı daha iyi yansıtmaktadır. Ama temel trabeküler yapıyı yansıtan dal noktaların ölçümü osteoporozda daha az değişmektedir. Aynı şekilde, bir diğer temel trabeküler yapı ölçümü olan iskeletleştirilmiş trabekül uzunluğu bu iki grup arasında farklılık göstermemektedir.

Osteoporoz belirginleştiği zaman, göze çarpan radyolojik değişiklik kemik korteksinin incelmesidir. Klinisyen, yaşlı şahısların çene kemiğiyle adölesan veya genç yetişkinlerinki ile karşılaştırdığında yaşlıların inferior mandibular korteks kalınlığı ve densitesinde bir azalma tespit ederek osteoporoz tahmininde bulunabilir. Panoramik

radlyograflarda olduğu gibi, böyle bir yöntem, osteoporozba bağlı kemik kaybının kaba bir tahminini oluşturur (Goaz ve White 1994). Bununla birlikte; başa pozisyon verme ve x-ışını projeksiyonunun standartizasyonundaki zorluklar ve kemik yapılarındaki anatomik çeşitlilik sağlıklı sonuçlar elde edilmemesine yol açabilir.

Klemetti ve ark (1994), panoramik radyograflar üzerinde çalışmışlar ve mandibulada meydana gelen değişikliklerden yararlanarak iskeletin kemik yoğunluğu hakkında bilgi edinmeyi denemişlerdir. Yaptıkları alışma sonucunda, osteoporoz teşhisinde panoramik radyografların bilgi vermediğini, ancak çok sayıda örnek kullanıldığında, istatistiksel olarak iskeletteki kemik kaybı ile mandibula korteksindeki kemik kaybı arasında anlamlı bir ilişki kurulabileceğini belirtmişlerdir. Bizim alışmamızda ise bir fark görülmemiştir. Diğer yandan, mandibula korteksinin kalınlığı ve iskeletin mineral yoğunluğu arasındaki önemli pozitif ilişki, tamamen baş pozisyonunun başarılı standartizasyonuna bağlıdır.

Klemetti ve ark (1994), inferior mandibula korteksinin, panoramik radyograflarda çalışma için kemik yapısı olarak en uygun yer olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda osteoporozlu ve kontrol bireyleri arasında inferior mandibular korteks kalınlığında çok küçük bir fark bulunmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Bu farklılıklar görüntünün magnifikasyonu, kullanılan anatomik tespit noktalarında görüntülerin distorsiyona uğraması, mandibulanın sağ ve sol taraf ölçümlerinin standartize edilememesi gibi nedenlere bağlı olabilir.

Panoramik radyograflarla yapılan bir çalışmada (Mohajery ve Brooks 1992), mandibula köşesinin korteks kalınlığı, sinüs duvarının kalınlığı ve lamina duranın genişliği ölçülmüş ve osteoporozlu ile normal grup arasında önemli bir farklılık olmadığı grlmştir. Yaşla birlikte mandibula köşesinin korteks kalınlığının azaldığı ama bu ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı vurgulanmıştır. Kribbs ve ark (1989-1990) yaptıkları çalışmalarda Mohajery ve Brooks (1992)'a zıt sonuçlar elde

etmişlerdir. Bu sonuçları bir çok faktör etkileyebilir. Bunlar hasta popülasyonunun genişliği, hasta seçim kriterleri, kullanılan teknikler, hastalık ve kemiğin niteliği şeklinde sıralanabilir.

Klemetti ve ark (1994)'ın bildirdiğine göre Bras ve ark (1982), postmenopozal dönemdeki kadınlarda ve kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda panoramik radyograflarla yaptıkları çalışmada, ölçülen mandibular korteks kalınlığının normal bireylere göre daha az olduğunu rapor etmişlerdir.

Taguchi ve ark (1995a), inferior mandibular korteks kalınlığının 5. dekattan sonra kadınlarda hızla azalan kortikal KMY ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

İliac crest, femoral boyun, vertebralar ve distal radiustaki trabeküler yapının değişiklikleri ile osteoporozlu hastalarda ve normal yaşlanma sonucu trabeküler yapıdaki meydana gelen değişikliklerin karşılaştırmalı sonuçlarını veren raporlar mevcuttur (Geraets ve ark 1990, Taguchi ve ark 1996a). Ancak Croucher ve ark (1994), spongios kemik alanındaki yapısal değişikliklerin ve yaşlanmayla meydana gelen değişikliklerin birbirinin aynı olduğunu, primer osteoporozun spesifik bir hastalık süreci değil biyolojik yaşlanma nedeniyle meydana geldiğini söyleyerek karşı çıkmışlardır. Oysa menopoz sonrasında kemik kaybının hızlandığı erken menopozun osteoporoz sürecini hızlandırıp öne aldığı eskiden beri bilinmektedir (Yılmaz 1997).

Muayenehaneler sayısal görüntüleme yöntemine yöneldiklerinden radyografların ister direkt ister indirekt sayısallaştırılmış olsunlar tüm görüntülerin trabeküler yapısını analiz edecek uygun modülleri geliştirmek mümkün olabilir. Diagnostik amaçla alınan radyografların kullanılması ile çok sayıda hastada bu analizler uygulanabileceğinden, böyle bir işlem osteoporoz taramaları için uygun olabilir.

Anterior maksiller alan, osteoporotik hastalarla kontrol hastalarının ayırt edilmesi için en hassas olmaya eğilimli alandır. Bu alanda relatif olarak daha büyük miktarlarda

trabeküler kemik ve relatif olarak daha düşük kortikal kemik kalınlığı vardır. Trabeküler kemiğin kortikal kemiğe oranı maksillada yüksektir. Mandibulada bukkal ve lingual kortikal tabakalar relatif olarak daha yoğundur (Southard ve Southard 1992, White ve Rudolph 1999). Çalışmamızın sonuçları bu çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmadaki tüm hastalar kadındı, erkekler için hiçbir veri toplanmamıştır. Ek sigara içmenin boyutu, alkol tüketimi, egzersiz miktarı ve beslenme koşulları gibi sosyal faktörler incelenmemiştir.

Sonuç olarak her ne kadar bu çalışmamız osteoporozlu hastaların trabeküler kemiklerinin morfolojik yapılarının farklı olduğunu belirtse de bu bulguları bir arada bahsedilen koşulların kontrol edildiği daha iyi tanımlanmış populasyonlarda da çalışılarak desteklenmesi gerekir.

Bu çalışmada osteoporoz erken teşhisinde dişhekimliğinde rutin olarak kullanılan periapikal ve panoramik radyografların katkıları incelenmiştir. Dijitalize edilmiş dental radyograflarla osteoporozun erken belirtilerinin tespit edilebileceği, maksilla ve mandibuladaki trabeküler değişikliklerin farkedilebileceği ve anterior maksillanın osteoporoz özelliklerini en iyi yansıtan bölge olduğu bulunmuştur.

Teknolojinin hızla ilerlemesi, gelecek yıllarda yapılacak çalışmalarla birlikte dişhekimlerinin osteoporoz erken teşhisinde etkin bir rol alabileceklerini göstermektedir. Erken teşhisin önemi osteoporozda daha da artmaktadır. Ancak tanı yöntemleri basit, ucuz ve standart değildir. Hastaların ilk kırıkları oluşmadan doktorlarına gönderilmeleri çok önemlidir. Bu sebeple, dişhekimleri kadın hastalarını osteoporozun erken teşhisi, korunması ve tedavisi yönünde harekete geçirebilecek çok hassas bir noktada bulunmaktadır. Pratisyen dişhekimlerininde sıkça başvurdukları panoramik ve periapikal radyograflar, dijitalize edilip işlenmesiyle birlikte osteoporoz teşhisinde tıp hekimlerine yardımcı olabileceklerdir. Bu mekanizma sayesinde hastanın

ilk kırığı oluşmadan önce, hasta doktoruna gönderilmiş olacak ve dişhekiminin hastalarına sunabileceği hizmet de artmış olacaktır.



6. ÖZET

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA 2001

Hasan Hüseyin YILMAZ

Osteoporozun Çene Kemiklerindeki Radyografik

Bulgularının Bilgisayar Yardımı ile İncelenmesi

Bu çalışmanın amacı; tedaviye başlaması gereken osteoporotik hastaları saptayabilecek kadar hassas ve spesifik bir görüntüleme yöntemi belirleyebilmek ve osteoporozun kötü sonuçları ortaya çıkmadan önlenmesine yardımcı olmaktır. Böylece, dental radyograflarda osteoporozun erken belirtileri tanımlanabilirse, dişhekimleri bu hastaların hekimleri tarafından takibini sağlayabilecekti. Bu amaçla 25'i osteoporozlu, 25'i kontrol hastalarından tüm ağız ve panoramik radyografları alındı. Radyograflar 600 dpi'de dijitalize edildi. NIH image kullanılarak radyografların dijital görüntülerini iskelet görüntüye indirgeyen bir paket programla görüntüler incelendi. Görüntü ilk olarak tüm ince ve orta skaladaki yapıları elimine etmek için Gaussian filtresiyle bulanıklaştırıldı. Bu görüntü orijinalinden çıkarıldı. Sonuçta parlaklıktaki varyasyonun büyük çoğunluğunun trabeküllere karşı kemik iliği alanlarının varlığına bağlı olduğu bir görüntü elde edildi. Trabeküllerin görüntüsü iskelet görüntü haline getirildi. Trabekül alanı, her birim alanda terminal ve dal noktalarının sayısını ve diğer derivatif ölçümleri belirlemek için analiz edildi. Kontrol hastalarındaki alveoler kemik trabeküllerinin, osteoporozlulara oranla daha ince ve detaylı olduğu ve anterior

maksillanın, trabekül yapısındaki değişiklikleri yansıtan en hassas bölge olduğu bulundu.



7. SUMMARY

Examining the Dental Radiographic Manifestations of Osteoporosis with the Aid of Computer

The purpose of this study is to define a sensitive and specific imaging technique to determine osteoporotic patients and prevent osteoporosis bad result before their manifestation. In this way, if the early signs of osteoporosis could be defined in dental radiographs, the dentists would be able to ensure the follow up of these patients by physicans. For this purpose panoramic and full mouth intraoral radiographs were obtained from 25 patients with osteoporosis and 25 control patients. All of these radiographs were digitized at 600 dpi. The images were examined with a custom program using NIH image that reduces a digitized image of a radiograph to a skeletonized image. The image is first blurred with a Gaussian filter to remove all fine and medium scale structure. This image is then subtracted from the original and results in an image in which most variation in brightness is due to the presence of trabeculae versus marrow spaces. The image of the trabeculae is then skeletonized and analyzed to determine the number of terminal and branch points per unit area and other derivative measures. It was found that the trabeculae of the alveolar bone in control patients show a finer and detailed structure than those with osteoporosis. As a result the anterior maxilla was found to be the most sensitive site for reflecting changes in the trabecular architecture and morphologic features of alveolar bone for the two groups were defined.

8. KAYNAKLAR

Alexandre C (1995) *Diagnosis and treatment of osteoporosis*, Curr Opin Rheumatol 7(3),240-2

Arasıl T (1997) *Osteoporoz girif ve tanım*, Osteoporoz Merck Sharp and Dohme 5-10

Aurbach GD, Marx SJ, Spiegel AM (1992) *Parathyroid hormon calcitonin and calciferol*, In Williams Textbook of Endocrinology, 8th edition saunders p:1505

Aydın Ü, Alasya D (1998) *Dişhekimliğinde direkt digital radyografi*, Atatürk Üniv. Dişhekimliği Dergisi cilt 8 sayı 2 ,78-84

Aydın AK, Uludağ B (1990) *Tam protez hastasında dual-photon absorptiometry*, A.Ü Dişhek Fak Der 17,409-14

Bayraktar F (1997) *Osteoporozda tanı yöntemleri*, Güncel bilgiler ışığında tüm yönleriyle osteoporoz, Yılmaz C (ed) Eczacıbaşı ve Rhône-Poulenc, Bilimsel Kitabevi 67-92.

Bayraktar M (1997) *Osteoporoz:epidemioloji ve klinik*, Güncel bilgiler ışığında tüm yönleriyle osteoporoz, Yılmaz C (ed) Eczacıbaşı ve Rhône-Poulenc, Bilimsel Kitabevi 51-66

Bender IB, Seltzer S (1961) *Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone*, J Am Dent Assoc 74,11-7.

Blank RP, Diehl HA, Ballard GT, Melendez RC (1987) *Calcium metabolism and osteoporotic ridge resorption a protein connection*, J Prosthet Dent 58,590-94

Bragger U (1988) *Digital imaging in periodontal radiography a review*, J Clin Periodontol 15,551-7

Bragger U, Pasquall L (1989) *Color conversion of alveolar bone density changes in digital subtraction images*, J Clin Periodontol 16,209-14.

Bras J, Van OJ CP, Abraham-Inpijn L, Kusen J, Wilmink JM (1982) *Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex a diagnostic tool in metabolic bone loss*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 53,541-5

Castleman KR (1996) *Digital image processing*, 1. Ed Simon and Schuster Company New Jersey USA.

Consensus Conference (1984) *Osteoporosis*, JAMA 252,799-802

Croucher PI, Garrahan NJ, Compston JE (1994) *Assessment of cancellous bone structure comparison of strut analysis trabecular bone pattern factor and marrow space star volume*, J Bone Miner 11,955-61

De Vernejoul MC (1998) *Bone structure and function*, Osteoporosis in clinical practice Geusens P (ed) Springer-Verlag London Limited 1-4

Dilşen G (1997) *Epidemiyoloji ve risk faktörleri*, Osteoporoz Merck Sharp and Dohme 10-17

Dunn SM, Kantor ML (1993) *Digital radiology facts and fictions*, J Am Dent Assoc 124,818-23

Frederiksen NL (1995) *Diagnostic imaging in dental implantology*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 80,540-54.

- Furkart AJ, Dove SB, McDavid WD, Nummikoski P, Matteson S (1992)** *Direct digital radiography for the detection of periodontal bone lesions*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 74,652-60
- Gambert SR, Schultz BM, Handy RC (1995)** *Osteoporosis clinical features prevention and treatment*, Endoc Metab North Amer 24 (2),317-71
- Gennari C (1998)** *Differential diagnosis bone pain and fracture*, Osteoporosis in clinical practice Geusens P (ed) Springer-Verlag London Limited 69-72
- Geraets WG, Van der Stelt PF, Netelenbos CJ, Elders PJ (1990)** *A new method for automatic recognition of the radiographic trabecular pattern*, J Bone Miner Res 5,227-33.
- Goaz PM, White SC (1994)** *Osteoporosis*, Oral radiology principles and interpretation 3.ed Mosby-Year Book.
- Gonzales RC, Woods RE (1993)** *Digital image processing*, 2. Ed Addison-wesley Publishing Company Inc USA.
- Griffiths BM, Brown JE, Hyatt AT, Linney AD (1992)** *Comparison of three imaging techniques for assessing endodontic working length*, Int Endod J 25,279-87
- Groenhuis RA, Webber RL, Ruttiman UE (1983)** *Computerized tomosynthesis of dental tissues*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 56,206-14
- Gröndahl HG, Gröndahl K (1983)** *Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 55,208-13
- Habets LLMH, Bras J, Merkesteyn JPR (1988)** *Mandibular atrophy and metabolic bone loss*, J Oral Maksillofac Surg 17,325-29

Halse A, White SC, Espelid I, Tveit AB (1990) *Visualization of stannous fluoride treatment of carious lesions by subtraction radiography*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 69,378-81

Hayırhoğlu A (1999) *Osteoporoz ve kemik dansitometrisi*, Günce yayınevi Göztepe İstanbul.

Hildebolt CF (1997) *Osteoporosis and oral bone loss*, Dentomaxillofac Radiol 26, 3-15

Hildebolt CF, Pilgram T, Yokoyama N, Dotson M, Muckerman J, Hauser J et al (2000) *3 year prospective study of estrogen oral and postcranial bone in postmenopausal women*, J Dent Res 79 (IADR abstracts)

Horner K, Shearer AC, Walker A, Wilson NHF (1990) *Radiovisiography: an initial evaluation*, Br Dent J 168,244-248

Horner K, Devlin H, Alsop CW, Hodgkinson IM, Adams JE (1996) *Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis*, Br J Radiol 69,1019-25.

Horner K , Devlin H (1998) *The relationships between two indices of mandibular bone quality and bone mineral density measured by dual energy x-ray absorptiometry*, Dentomaxillofac Radiol 27,17-21.

Hubar JS, Manson-Hing LR, Heaven T (1990) *COMRADD:computerized radiographic differantial diagnosis*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 69,263-5

Humphrey D, Astley H, Hellier MD (1989) *Osteoporosis, Disease, drugs and the dentistry*

Işıkman E (1981) *İskelet sistemi radyolojisi*, Klinik Radiodiagnostik Hacettepe TAş Kitapçılık Ankara

İşeri U (1998) *Kemik yoğunluğu ölçüm metotları ve RVG*, MÜ Dişhek Fak Doktora Tezi

Jeffcoat MK, Page R, Reddy M, Wannawisute A, Waite P, Palcanis K et al (1991) *Use of digital radiography to demonstrate the potential of naproxen as an adjunct in the treatment of rapidly progressive periodontitis*, J Periodont Res 26,415-21

Kanis JA, Melton 3 LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N (1994) *The diagnosis of osteoporosis*, J Bone Miner Res 9,1137-41

Kazazoğlu E, Heath MR, Mehmet J (1990) *A digital x-ray unit radiovisiography*, General Dental Treatment, Instalment 20,2,4-7;01-9

Klemetti E, Vainio P, Lassila V, Alhava E (1993) *Cortical bone mineral density in the mandible and osteoporosis status in postmenopausal women*, Scan J Dent Res 101,219-23

Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H (1994) *Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group*, Scand J Dent Res 102,68-72

Kribbs PJ, Chesnut CH, Ott SM, Kilcoyne RF (1989) *Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporotic population*, J Prosthet Dent 62,703-7.

Kribbs PJ (1990) *Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women*, J Prosthet Dent 63,218-22.

- Kutlu M (1997)** *Kemik dokusu ve fizyolojisi Güncel bilgiler ışığında tüm yönleriyle osteoporoz*, Yılmaz C (ed) Eczacıbaşı ve Rhône-Poulenc. Bilimsel Kitabevi 5-29.
- Kutsal YG (1997)** *Osteoporozda görüntüleme yöntemleri*, Osteoporoz Merck Sharp and Dohme 43-57.
- Lavelle CLB, WBU CJ (1994)** *When will excellent radiographic images be available to the general dental office*, Dentomaxillofac Radiol 23,183-91.
- Law AN, Bollen AM, Chen SK (1996)** *Detecting osteoporosis using dental radiographs a comparison of four methods*, J Am Dent Assoc 127,1734-42.
- Maggio JJ, Hausmann EM, Allen K, Potts TV (1990)** *A model for dentinal caries progression by digital subtraction radiography*, J Prosthet Dent 64,727-32
- Matkovic V, Ilich J (1993)** *Influence of age sex and diet on bone mass and fracture rate*, Osteoporosis Int suppl. 1,20-2
- Mohajery M, Brooks SL (1992)** *Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 73,112-7
- Mohammed A, Alder M, McNally MA (1996)** *A pilot study of panoramic film density at selected sites in the mandible to predict osteoporosis*, Int J Prosthodont 9,290-94
- Mol A, Van der Stelt PF (1989)** *Digital image analysis for the diagnosis of periapical bone lesions a preliminary study*, Int Endod J 22,299-302.
- Mol A, Vander Stelt PF (1993)** *Locating the periapical region in dental radiographs using digital image analysis*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 75,373-82

Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP (1989) *Presentation and physical evaluation of radiovisiography*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 68,238-42.

Nelvig P, Wing K, Welander U (1992) *Sens-A-Ray a new system for direct digital intraoral radiography*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 74,818-23

Nicopoulou-Karayianni K, Bragger U, Burgin W, Nielsen PM, Lang NP (1991) *Diagnosis of alveolar bone changes with digital subtraction images and conventional radiographs*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 72,251-6

Okano T, Mera T, Ohki M, Ishikawa I, Yamada N (1990) *Digital subtraction of radiograph in evaluating alveolar bone changes after initial periodontal therapy*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 69,258-62

Olbricht T, Bencker G (1993) *Glucocorticoid-induced osteoporosis; pathogenesis, prevention and treatment with special regards to the rheumatic disease*, J Int Med 234 (3)

Packota GV, Hoover JN (1988) *A study of the height of intact alveolar bone on panoramic radiographs of adult patients*, J Prosthet Dent 60,504-509

Parfitt AM, Mathews CHE, Frame B, Kleerekoper M, Villanueva AR (1983) *Impaired osteoblast function in metabolic bone disease*, J Clin Invest 72,1275-81

Payne JB, Reinhardt RA, Nummikoski PV, Dunning DG, Patil KD (2000) *Smoking induced alveolar bone loss in postmenopausal females*, J Dent Res 79 (IADR abstracts)

Peck WA, Riggs BL, Bell NH, Wallace RB, Johnston CC, Gordon SL et al (1988) *Research directions in osteoporosis*, Amer J Med 84,275-84

Persson RE, Hollender LG, Persson GR, Kiyak HA (2000) *Assesment of pathology from panoramic radiographs in 405 older subjects*, J Dent Res (IADR abstracts) 200,453

Pitts NB (1984) *Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 58,358-66

Prelevic GM (1991) *Postmenopausal osteoporosis definition pathogenesis prevention and therapy*, Srp Arh Celok Lek 19(5-6),155-61

Rasband W (1997) *NIH image 1.61* <http://rsb.info.nih.gov/nih-image>.

Reddy MS, Bruch JM, Jeffcoat MK, Williams RC (1991) *Contrast enhancement as an aid to interpretation in digital subtraction radiography*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 71,763-9

Redford M, Webber RL, Horton RA (1994) *Fractal dimension as a measure of clinical changes in alveolar bone*, J Dent Res 73,390

Riggs BL (1995) *Osteoporosis*, in de Groot LJ (ed) *Textbook of endocrinology* Orlando, Grune and stratton 2. Edition

Ruttiman UE, Webber RL, Groenhuis RJ, Troullos E, Rethman MT (1985) *Autamed estimation of lesion size*, SPIE 314,372-7

Ruttiman UE, Webber RL, Hazelrig JB (1992) *Fractal dimension from radiographs of peridental alveolar bone*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 74,98-110

Slavkin HC (1996) *Notes on a silent disease*, J Am Dent Assoc 127,801-804

Southard KA, Southard TE (1992) Comparison of digitized radiographic alveolar features between 20 and 70 year old women a preliminary study, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 74,111-7

Southard TE, Southard KA, Jakobsen JR, Hillis SL, Najim CA (1996) *Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone*, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 82,569-76

Stevenson JC, Whitehead MI (1982) *Postmenopausal osteoporosis*, *Br Med J* 282,585-8

Şirin Ş (1999) *Dijital radyografi teknikleri*, S.Ü.Dişhekimliği Fakültesi 2. Uluslararası sempozyumu

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Wada T (1995) *Tooth loss and mandibular osteopenia*, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 79,127-32

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Otani K, Wada T (1995) *Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women*, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 80,612-6

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Ohama K, Wada T (1996) *Relationship between the mandibular and lumbar vertebral bone mineral density at different postmenopausal stages*, *Dentomaxillofac Radiol* 25,130-5

Taguchi A, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Ohtaki M (1996) *Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women width and morphology of inferior cortex of the mandible*, *Dentomaxillofac Radiol* 25,263-7

Tuncel E (1994) *Klinik radyoloji*, Nobel-Güneş Kitabevi Bursa, 473

- Tyndall DA, Kapu SF, Bagnell CP (1990)** *Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region*, J Endod 16,173-8
- Vanderschuren D, Bouillion R (1998)** *Physiology of calcium homeostasis and bone remodelling*, Osteoporosis in clinical practice Geusens P (ed) Springer-Verlag London Limited, 5-10
- Vander Stelt PF, Vander Linden LWJ (1985)** *Digitized pattern recognition in the diagnosis of periodontal bone defects*, J Clin Periodontol 12,822-7
- Vander Stelt PF, Geraets WG (1991)** *Computer-aided interpretation and quantification of angular periodontal bone defects on dental radiographs*, IEEE Trans Biomedical Eng 38,334-8
- Vander Stelt PF (1993)** *Computer assisted interpretation in radiographic diagnosis*, Dent Clin North Amer 37,683-96
- Vandre RH, Webber RL (1995)** *Future trends in dental radiology*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 80,471-8
- Versteeg KH, Van der Stelt PF (1995)** *Effect of logarithmic contrast enhancement on subtraction images*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 80,479-86
- Von Wowern N, Kollerup G (1992)** *Symptomatic osteoporosis a risk factor for residual ridge reduction of jaws*, J Prosthet Dent 67,656-60
- Wenzel A (1988)** *Effect of image enhancement for detectability of bone lesions in digitized intraoral radiographs*, Scan J Dent Res 96,149-60

Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F (1991) *Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 72,621-6

White C, Eisman J (1998) *Genes and osteoporosis*, Osteoporosis in clinical practice Geusens P (ed) Springer-Verlag London Limited 37-40

White SC (1989) *Computer aided differential diagnosis of oral radiographic lesions*, Dentomaxillofac Radiol 18,53-9

White SC, Rudolph DJ (1999) *Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 88,628-35

Yılmaz C (1997) *Osteoporozun patogenezi*, Güncel bilgiler ışığında tüm yönleriyle osteoporoz, Yılmaz C (ed) Eczacıbaşı ve Rhône-Poulenc Bilimsel Kitabevi 30-50

Yune HY (1993) *Two dimensional three dimensional reconstruction computed tomography techniques*, Dent Clin North Amer 4,613-26

9. ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Ankara'da doğdu. İlköğrenimini Ankara Ayvalı İlkokulu, ortaöğrenimini Ankara Güven Ortaokulu ve lise öğrenimini Ankara Yahya Kemal Beyatlı Lisesinde tamamladı. Yüksek öğrenimini 1994 yılında Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesinde tamamladı. 1995 yılı güz döneminde Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Oral Diagnoz-Radyoloji Bilim Dalında doktora eğitimine başladı.1996 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Oral Diagnoz-Radyoloji Bilim Dalında açılan sınavı kazanarak araştırma görevlisi olarak atandı. Halen aynı bilim dalında görevine devam etmektedir.

Evli ve İngilizce bilmektedir.

10. EKLER

Terimler:

1.*Binary image*; Dijital imajın genellikle siyah-beyaz olmak üzere iki gri seviyedeki görüntüsü.

2.*Blur*; İmaj keskinliğinin azalması.

3.*Dilatasyon*; Binary imajlarda objenin uçlarına piksel eklenmesi. Eğer 4 veya 8' den fazla komşusu siyahsa bir piksel eklenir (siyah yapılır). Dilatasyon devamlılığı olmayan objeleri birleştirir ve boşlukları doldurur.

4.*Erozyon*; Binary imajlarda imajdaki komşu siyah alanların objeleri ve arka planın beyaz olduğu kabul edildiğinde piksellerin obje uçlarından kaldırılmasıdır. Eğer 4 veya 8 komşusundan fazlası beyazsa bir piksel kaldırılır (beyaz yapılır). Erozyon birbirine değen objeleri ayırır ve izole pikselleri kaldırır.

5.*Skeletonizasyon*; Binary imajda tek piksel iskelet genişliği kalıncaya kadar obje uçlarından tekrarlanan piksel kaldırılması.