

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
ORAL DİAGNOZ VE RADYOLOJİ BİLİM DALI

**MANDİBULANIN POSTERİOR BÖLGESİNE
DENTAL İMPLANT YERLEŞTİRİLEBİLMESİ İÇİN
MANDİBULAR KANALIN LOKALİZASYONUNU BELİRLEMEDE
ÜÇ FARKLI GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİNİN KULLANILMASI**

DOKTORA TEZİ

171997

Dr. İLKAY ÇELİK

TEZ YÖNETİCİSİ

Prof. Dr. TANSEV MIHÇIOĞLU

ANKARA, 2006

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

DOKTORA / YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

ÖĞRENCİNİN ADI ve SOYADI : İlkey ÇELİK

ANABİLİM DALI : Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı,
Oral Diagnoz ve Radyoloji Bilim Dalı

SINAV TARİHİ : 16-03-2006

TEZ KONUSU : Mandibulanın Posterior Bölgesine Dental İmplant Yerleştirilebilmesi
İçin Mandibuler Kanalın Lokalizasyonunu Belirlemede Üç Farklı Görüntüleme Yönteminin Kullanılması

KARAR :

Yukarıda belirtilen tarihte yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda yukarıda konusu belirtilen tezin

Düzeltilmesine :

Kabulüne : ✓

Reddine :

OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞU ile karar verilmiştir.

GEREKCE :

JÜRİ BAŞKANI
Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM

ÜYE
Prof. Dr. Hilmi KANSU

ÜYE
Prof. Dr. Tansev MİHÇİOĞLU

ÜYE
Yrd. Doç. Dr. Dilsat ERİTOĞLU

ÜYE
Yrd. Doç. Dr. Kahraman GÜNGÖR

TEŞEKKÜR

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi eğitim dönemimde ve doktora eğitimim süresince maddi ve manevi güçleri ile daima yanımda olan ANNEM'E, BABAM'A, AĞABEYİM'E,

Sonsuz destek, anlayış ve yardımlarını esirgemeyen, her zaman yanımda olan sevgili EŞİM'E,

İyi bir araştırmacı ve ilkeli bir hekim olma yolunda bana daima ışık tutan ve desteklerini esirgemeyen Anabilim Dalı Başkanı'mız, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM'a,

Doktora eğitimim ve tez çalışmam boyunca gerek mesleki gerek manevi destek ve yardımlarını esirgemeyen, tez yöneticim, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Tansev MIHÇIOĞLU'na,

Doktora çalışmamın yürütülmesi ve değerlendirilmesi sırasında bilgilerini, destek ve yardımlarını esirgemeyen Hacettepe Üniversitesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam Sayın Prof. Dr. Hilmi KANSU'ya,

Tez materyallerimi temin etmemde büyük bir özveri ile destek ve yardımlarını esirgemeyen Ankara Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'nden değerli hocam Sayın Prof. Dr. İbrahim TEKDEMİR'e,

BT görüntüleri konusunda yardımlarını ve olanaklarını esirgemeyen Gazi Üniversitesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'nden değerli hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet ARAÇ'a,

Oral Diagnoz ve Radyoloji ailesine katıldığım ilk günden itibaren mesleki ve manevi desteğini, sonsuz hoşgörüsünü ve yardımlarını esirgemeyen Bilim Dalı Başkanı'mız değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Dilşat CERİTOĞLU'NA,

Doktora eğitimim süresince hem mesleki hem manevi yardım ve desteklerini esirgemeyen Bilim Dalı Öğretim Üyeleri'mizden değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Kahraman GÜNGÖR şahsında, tüm Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'mize,

Doktora eğitimim sırasında her konuda bana destek olarak sundukları sevgi ve huzur ortamı için Bilim Dalı Öğretim Görevli'miz Dr. Meryem TORAMAN ALKURT şahsında, bölümümüzdeki tüm asistan arkadaşlarıma ve bölüm personelimize,

Hayatımın her noktasında yanımda olan, sevgi ve desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Periodontoloji Anabilim Dalı Öğretim Görevlileri'nden Dr. Ahu URAZ'a en içten duygularıyla,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



SEVGİLİ AİLEM'E VE EŞİM'E...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	4
MATERYAL VE YÖNTEM.....	42
BULGULAR.....	52
TARTIŞMA.....	66
SONUÇLAR.....	78
ÖZET.....	80
SUMMARY.....	82
KAYNAKLAR.....	84
ÖZGEÇMİŞ.....	97

GİRİŞ

İmplant sözcüğü Latince “in=içerisine, içerisinde” ve “planto= ekme, dikme, yerleştirme, gömme” anlamına gelen sözcüklerin bileşiminden oluşmuştur. Anlam olarak ise “bir fonksiyon elde etmek amacıyla, uygun bir yere yerleştirilen organik veya inorganik cisim’e” verilen addır ve Fransızca’dan dillere geçmiştir. İmplantasyon ise, implantın uygulanması işlemine denir. Tıpta, implantasyon, bir materyalin vücut içerisine yerleştirilmesi anlamına gelir¹⁰⁴.

Günümüzde, vücudun kayba uğrayan herhangi bir kısmını yapay olarak tamamlayan, iyileşmesine yardımcı olan ve protez adı verilen kavram da göz önüne alınarak, bu amaçlara yönelik doku içerisine yerleştirilen yapay yapılara “implant protezi” adı verilmektedir¹⁰⁴.

Diş eksikliğini gidermeye ve ağız bölgesinde kayba uğrayan bölümleri tamamlamaya yönelik implant protezleri, çene kemiğinin içine veya üzerine yerleştirilen ve implant adlı bir alt yapıdan dayanak alarak tutuculuğunu sağlayan protezlerdir. Bu implantlara diş implantları, dental implantlar veya oral implantlar, bu konuyu çalışma alanı edinmiş bilim dalına ise oral implantoloji adı verilir¹⁰⁴. Dişhekimiğinin bir branşı olan dental veya oral implantoloji, özel bir eğitim ve uzmanlık gerektirir²⁹.

İmplant tedavisi, son yıllarda tüm dünyada total ve parsiyel dişsizlik, maksillofasiyal protezler ve ortodontik tedavi ankrajı için dişhekimiği pratiğinin önemli bir parçası ve alternatif bir tedavi olarak kabul edilmektedir³⁵. Eksik dişler ve diğer oral yapılar için dental implantların kullanılması, 5 yıllık süreçte % 90’dan fazla başarı elde edilebilmesi nedeniyle hızlı bir artış göstermektedir¹⁰⁶.

İmplant tedavisinin iki önemli avantajı, hareketli protezlerin kullanımından kaçınılması ve hastanın kalan dentisyonunun korunmasıdır. Standardize ve gelişmiş cerrahi teknikler, yeni mikro ve makro implant yüzey yapıları, dikkatli tedavi planlaması ve implant yüklemesi sonrası iyi bir iyileşme ile klinik fonksiyon, yıllar boyu devam ettirilebilmektedir. İmplant protezini oluşturan parçaların maliyetinin azalması, implant tedavisi yapan dişhekimi

sayısının ve medyanın oral implantolojiye gösterdiği ilginin artması sonucu bu tedavi, sosyoekonomik düzeyi yüksek hastalar için özel bir tedavi şekli olmaktan çıkmış, geniş bir hasta grubu için ulaşılabilir bir tedavi haline gelmiştir¹¹⁰.

Klinik dişhekimliğinin diğer tüm branşlarında olduğu gibi implant uygulamasının en önemli aşaması teşhis ve planlamadır. İmplantın uzun dönem başarısı için, anatomik, prostodontik ve mekanik etkenlerin dikkate alınması gerekir⁴.

İmplantlar üzerindeki sabit veya hareketli üst yapıların uzun dönem klinik başarısı, sadece uygun implant sistemi ve doğru cerrahi teknik seçimine değil, aynı zamanda teşhis ve tedavi planlamasına da bağlıdır. Protezin sayısı, pozisyonu, aks eğimi, üst yapının dizaynı, oklüzyonu, anatomik, fonksiyonel, implant çevresindeki doku uyumu ve oral hijyen kriterleri belirlenmelidir¹⁰.

Oral implantolojide cerrahi öncesi tedavi planlamasının amacı, yeterli çiğneme, konuşma fonksiyonu ve estetiği sağlamak için en doğru pozisyonda, optimum sayı ve boyutta implant yerleştirmektir²⁸. Cerrahi öncesi alveoler kemiğin kalite ve miktarı belirlenmeli, anatomik yapıların yeri, yerleştirilecek implant boyutları ve açısı değerlendirilmelidir⁸⁷. Bu nedenle klinik bulgulara ek olarak mevcut kemik yapılarının radyografik olarak değerlendirilmesi, implant öncesi incelemenin önemli bir aşamasıdır³⁵.

Başarılı implant görüntülemesi, her hastanın gereksinimlerine göre belirlenmeli ve implant cerrahisinin yanısıra protetik açıdan da yeterli bilgi sağlamalıdır⁸². İmplant tedavi planlamasında panoramik, lateral sefalometrik, periapikal, oklüzal radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi bir çok radyografik görüntüleme yöntemi önerilmektedir^{86,98,106}.

Cerrahi öncesi implant görüntülemesinde, maksiller sinüs, nazopalatin kanal, inferior alveoler kanal, mental kanal ve foramen gibi anatomik yapılarla olan komşuluk, implant yerleştirilecek bölgedeki bir patoloji, mevcut kemiğin morfolojisi, keskin kenarlı bölgeler, gelişimsel varyasyonlar, çekim sonrası düzensizlikler, genişlemiş kemik iliği aralığı, kortikal

bütünlük ve kalınlık, trabeküler kemik yoğunluğu ve implant yerleşimi için gerekli kemik miktarı gibi kriterler dikkate alınır¹⁰⁶.

Bu çalışmanın amacı, implant planlamasında kullanılan farklı radyografik görüntüleme yöntemlerinin gerçek mandibula boyutları ve mandibular kanalın yerini belirlemedeki etkinliklerinin karşılaştırılmasıdır.



GENEL BİLGİLER

Dental implantlar, kemik ile birleşen metal protezler, proteze vidalanan abutmentler ve abutmentlere bağlanan üst yapıların kombinasyonundan oluşan bir sistemdir. Dental implantların günümüzde en yaygın kullanılanları kök formunda olanlardır. Kök formu implantlardan önce subperiostal, blade ve transosseöz implantlar mevcuttu. Subperiostal implantlar, alveoler kemiğe vidalar ile sabitlenerek periosteum altına yerleştirilen, birbiri içine geçen metallerden oluşur. Blade implantlar, bir jilete benzer şekilde dikdörtgendir. Protezi sabitlemek için, dikdörtgenin uzun kenarından oral kavite içine bir veya daha fazla sayıda post uzantıları içerir. Transosseöz implantlar ise, aşırı rezorpsiyon görülen mandibulanın anterior bölgesine mental foraminaller arasına yerleştirilerek kullanılmaktadır. Diğer implant sistemleri kondiller, artiküler eminens, mental tüberküller veya kaybedilmiş kemik için kullanılır^{38,69}. İmplant tipleri Resim-1'de izlenmektedir.



Subperiostal implant



Transosseöz implant



Blade implant



Silindirik implant



Vida tipi implant

Resim-1: İmplant Tipleri

Günümüzde sıkça kullanılan osseointegre kök formu implantlar, bir sabit yapı ve abutmentten oluşmaktadır. Sabit kısım, çene kemiği içerisine cerrahi olarak gömülen kısımdır. Osseointegrasyonu destekleyen bir materyal olan titanyumdan yapılmıştır. Tipik olarak ortalama 3,25-3,75 mm çapında ve 7-10 mm uzunluğundadır. Yerleştirilecek implantın boyutu, mevcut kemik miktarına bağlı olarak değişir. Dişhekimleri, yüzey alanını artırmak ve daha güçlü ankraj sağlamak için mümkün olan en büyük implantı tercih etmektedirler. İmplant sabit yapısı üzerinde 1-1,5 mm kemik ve implant ile mandibular kanal, maksiller sinüs, nazal fossa gibi vital anatomik yapılar arasında 1-2 mm kemik olması yeterlidir⁸⁴.

Uzun dönem başarılı bir implant uygulaması için birçok faktörün değerlendirilmesi gerekir. Bu faktörler hastanın sistemik durumu, implant bölgesinin sağlığı, bölgedeki dokuların miktarı ve kalitesi, implant üzerine gelen kuvvetler, implantı çevreleyen dokular, implant tipinin seçimi ile cerrahi ve protetik uygulamayı yapan dişhekiminin becerisi şeklinde sıralanabilir⁴¹. Ayrıca implant seçimi konusunda eğitim ve deneyim sahibi cerrah, protodontist ve laboratuvar teknisyeninden oluşan profesyonel bir ekibe gereksinim vardır⁷.

İmplant Tedavisinin Endikasyon ve Kontrendikasyonları

Kronik, kontrol altına alınamayan hastalığı olan, müköz membran ve/veya çene kemiklerinde anomalisi olan hastalar dışında implant cerrahisi, tüm hastalar için bir tedavi seçeneği olabilir. İmplant tedavisinin endikasyonları şu şekilde sıralanabilir⁴³:

- Dişsiz hastalar
- Hareketli protez kullanmakta zorlanan parsiyel dişsiz hastalar
- Uzun boşluklara sahip sabit protez tedavisi gereken hastalar
- Hareketli protez kullanmayı reddeden hastalar
- Diğer endikasyonlar Zarb ve arkadaşları¹¹⁸ tarafından açıklanmıştır:
- Protez yapılacak bölgedeki dokularda şiddetli değişiklikler gözlenmesi
- Zayıf oral kas ilişkileri
- Düşük doku toleransı

- Protez stabilitesini tehlikeye atan parafonksiyonel alışkanlıklar
- Tam protezden gerçek dışı beklentisi olan hastalar
- Hiperaktif kusma refleksi olan hastalar
- Psikolojik olarak hareketli protezlere karşı olan hastalar
- Doğal diş dayanakları yetersiz sayı ve şekilde olan hastalar
- Sağlam dişlerinin prepare edilmesini istemeyen tek diş eksikliği olan hastalar

İmplant tedavisinin kontrendikasyonları mutlak ve göreceli kontrendikasyonlar olarak 2 ana başlıkta değerlendirilir⁴³:

Mutlak Kontrendikasyonlar:

- Yüksek doz radyasyona maruz kalmış hastalar
- Psikoz, dismorfofobi gibi psikiyatrik problemi olan hastalar
- Hematolojik sistem hastalığı olan hastalar

Göreceli Kontrendikasyonlar

- Sert veya yumuşak doku patolojileri
- Yeni diş çekimi yapılan hastalar
- İlaç, alkol kullanımı veya tütün çiğneme alışkanlığı olan hastalar
- Düşük doz radyasyona maruz kalmış hastalar

Diğer kontrendikasyonlar ise tartışmalıdır⁴³:

-5000 Rad'dan fazla radyasyon tedavisi görmüş hastaların implant tedavisinden kaçınması gerekir. Hastanın hekimi ve radyoterapisti ile tedavi tarihi, hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu ve tedavi başlangıcı hakkında konsültasyon yapılmalıdır⁴³. Radyoterapi gören hastalarda savunma mekanizması, osteoindüksiyon, osteokondüksiyon, fizyolojik periost aktivitesi bozukluğu, doku nekrozlarına yatkınlık ve enfeksiyon riski nedeniyle başarılı osseointegrasyon sağlanamayabilir¹⁰⁴.

-Dismorfofobi gibi problemleri olan hastalar bu tedavi için uygun bir aday değildir. Çünkü implant tedavisi bazen estetik ve fasiyal konturların görünümünde değişikliklere yol açabilir ve bu hastalar, değişen görüntülerine uyum sağlayamayabilirler⁴³.

-Lösemi, hemofili ve trombositopenik purpura gibi kan hastalığı olan bireyler genel sağlık durumları nedeniyle bu tedaviyi yaptırmamalıdır⁴³.

-Benign tümör gibi sert ve yumuşak doku patolojileri kişisel bazda değerlendirilmelidir⁴⁵. Eroziv, büllöz, hiperkeratotik lezyonlar, kollajen veya bağ doku beslenme yetersizliği gibi yumuşak doku problemleri olan hastalar değerlendirilmeli ve implant yerleştirilmeden önce tedavi edilmelidir^{41,43}.

-Yakın tarihte yapılmış diş çekimleri için çekim tarihi hastaya sorulmalıdır. Son 6 ay-1 yıl içinde diş çekimi yapılmış ise, yeterli kemik iyileşmesi olup olmadığını belirlemek için bölgenin radyografik olarak değerlendirilmesi gerekir⁴¹.

-İlaç, alkol veya tütün kullanan hastalar dikkatlice değerlendirilmelidir⁴⁵. Bu kişilerde beslenme bozukluğu, enfeksiyonlara yatkınlık, yara iyileşmesinde gecikme ve psikolojik bozukluklar görülebilir¹⁰⁴.

-Diyabet ve hipertansiyon gibi kronik bir hastalığı olan hastalar kişisel bazda değerlendirilmeli ve hastanın hekimiyle konsültasyon yapılmalıdır⁴⁵. Özellikle insülin bağımlı kontrol altında olmayan diabet, yara iyileşmesinde gecikme sonucu implant kaybına neden olabileceği için bir risk faktörü olarak değerlendirilmelidir⁴¹.

-Bazı tek diş eksiklikleri ve ortodontik amaçla yerleştirilen implantlar hariç, çenelerin büyüme ve gelişimlerini tamamladığı 16 yaşından önce implant yerleştirilmesi önerilmez¹⁰⁴.

Dental implant tedavisinden önce tam bir inceleme için hastanın genel fiziksel durumunun doğru olarak değerlendirilmesi çok önemlidir. Tedavi planlamasında gerekli veriler,

medikal hikaye, dental hikaye, klinik muayene, radyografik değerlendirme, çalışma modelleri ve fotoğraflardır. Bu verilere dayanarak detaylı bir tedavi planlaması yapılır⁴³.

Medikal Hikaye

Tedavi planlamasının ilk aşamasında medikal hikaye ile ilgili bilgi edinilmesi gerekir. Hikayenin amacı, daha önce ve son zamanlarda geçirilmiş hastalıklar, alınan tedaviler, oral implantlarla ilgili geçmiş tedavileri belirlemektir⁴¹.

İmplant tedavisi öncesi kardiyovasküler sistem, solunum sistemi, gastrointestinal sistem, salgılama sistemi, sinir sistemi, endokrin sistem, vasküler sistem, deri ve müköz membranlar ile ilgili hastalıklar değerlendirilir⁷.

Dental Hikaye

Dental hikaye, tedavi planlamasının en önemli aşamasıdır. Dental hikayede eksik dişlerin çekim tarihleri belirlenmelidir. Eğer diş çekiminden sonra en az 6 ay geçmemişse, bu durum nisbi bir kontrendikasyon oluşturabilir⁴³.

Total dişsiz hastalarda diş kayıplarına neden olan etyolojik faktörleri değerlendirmek çok daha zordur. Diş kayıpları, periodontal hastalık, çürük, travma, tümörler, hastanın veya hekimin ihmali sonucu meydana gelmiş olabilir. Yeterli diagnostik bilgi olmaması nedeniyle dişhekiminin işlem kararı vermesi zordur. Ancak, parsiyel dişsiz hastalarda tüm ağız sağlığının incelemesini yapmak mümkün olduğundan daha doğru değerlendirme yapılabilir⁷.

Periyodonsiyumun sağlığı için yumuşak dokular ile ağızda mevcut olan dişler çürük, mobilite, plak indeksi ve kalkulus açısından değerlendirilir. Ayrıca dişsiz bölgelerdeki andırkatlar, patolojiler, kalan kemiğin şekli ve boyutu, oklüzyon, prematür kontaktlar, kas ilişkileri, mandibular hareketin sınırlılıkları ve TME (temporamandibular eklem) hastalıkları değerlendirilmelidir. Uzun dönem etkileri dikkate alınarak brüksizm gibi parafonksiyonel

alışkanlıklar da dikkate alınmalıdır^{7,43}. Tüm hazırlık işlemleri yapıldıktan sonra hasta, bir oral hijyen kontrol işlemi içine alınmalı ve 6-12 ay boyunca takip edilmelidir⁷.

Klinik Muayene

İmplant cerrahisinden önce detaylı bir klinik muayene gereklidir. Basit olarak klinik muayene, gözle muayene, süperfasiyal yapıların palpasyonu, boşluğun genişliği, maksillomandibular ilişkileri belirleyen ölçümler ve diagnostik modeller ile kombine şekilde mevcut kemik haritasını oluşturmaya yönelik işlemleri içermelidir⁷.

Temporomandibular eklem, çığneme kasları ve oklüzal ilişkilerin muayenesini içeren fonksiyon analizi yapılmalıdır. Bazı vakalarda oklüzyon dengesi yaratmak için yeni bir oklüzal düzenleme yapmak gerekebilir. Eğer klinik muayene sonucu yıllardır süren veya uzun süreli tedaviye cevap vermeyen fonksiyonel rahatsızlıklar tespit edilirse dental implant tedavisi kontrendike olabilir⁷.

Mevcut kemik genişliğini klinik olarak değerlendirmek için mukoza kalınlığı ölçümü yapılır. Bu işlem lokal anestezi altında osteometre denilen özel kumpasın uçları bir yandan vestibül diğer yandan palatinal veya lingual yönden dişetini geçerek alveol kemiğine temas edene kadar batırılarak yapılır^{97,104}.

Oral muayene sırasında medikal ve dental hikayeden elde edilen bilgiler başarılı tedavi planlaması için rehber oluşturur. İleri tedavi gerektiren sistemik hastalıklar veya medikal konsültasyonlar gibi faktörler implant işlemi öncesinde tamamlanmış olmalıdır. Protez yüklemesi yapılacak bölgelere komşu dişlerde periodontal problemler varsa implant cerrahisi öncesi tedavi edilmeli veya prognozu umutsuz dişler çekilmelidir⁴³.

Radyografik Değerlendirme

Oral implantolojide radyografi önemli bir rol oynar^{91,104,114}. İmplant yerleştirme öncesi bölgedeki kemiğin kalite ve miktarının belirlenmesi gerekir^{13,36,48,56,85}. İmplantların istenilen

şekilde yerleştirilmesi için hekimin, çene kemiklerinin şeklini, rezorpsiyon durumunu, kemiğin yapısını, kemiğin yükseklik, genişlik, uzunluk ve açısını bilmesi, mandibula ve maksilladaki mandibular kanal, foramen mentale, burun tabanı, maksiller sinüs gibi anatomik yapıları çok iyi görmesi ve değerlendirmesi gerekir. Bunlar da radyografik yöntemlerle saptanır^{91,104,114}.

İmplant yerleştirme öncesi ve tedavi sonrası implantı çevreleyen dokuların değerlendirilmesinde değişik radyografi teknikleri kullanılmaktadır^{26,33,82}. Son yıllarda kullanılan görüntüleme tekniklerinin hiçbirisi, araştırmacılar arasında fikir birliği sağlamak için yeterli değildir⁴⁸. Başarılı implant görüntülemesi, her hastanın özel gereksinimlerine göre kişiselleştirilmelidir. Çünkü sabit yerleştirmenin temel objektifi, fonksiyonel, estetik, restorasyon ve görüntüleme açısından doğru pozisyonda ve yeterli boyuttaki protezlerin, güvenli yapılmasına olanak sağlayacak verileri elde etmektir^{11,24,92,93,119}. Protez yerleştirildikten sonra implant stabilitesini ve komplikasyonlarını anlamak ve değerlendirmek gerekir^{40,44}. Görüntüleme tipi seçilirken bu fonksiyonlar dikkatle düşünülmelidir. Kullanılan veya önerilen görüntüleme testleri seçilirken, sadece radyasyon dozu ve maliyeti göz önüne alınırsa hastaya zarar verilir. Hiçbir görüntüleme yöntemi mükemmel değildir. Her bir işlem, yalancı-negatif veya yalancı-pozitif sonuç risklerini taşır. Bu durumda hastanın spesifik gereksinimleri belirlenmelidir. Genellikle radyasyon dozu ve maliyet arasında bir ilişki vardır. Veri ihtiyacı arttıkça radyasyon dozu ve maliyet artmaktadır^{82,99}.

Dental İmplantların Radyolojik Değerlendirmesinin Tarihçesi

Geçmişte dental implant öncesi yapılan radyografik değerlendirmelerde, panoramik, intraoral, sefalometrik radyografi, tomografi veya bu yöntemlerin kombinasyonu kullanılmaktaydı. Elde edilen görüntüler, hekime implant bölgelerindeki kemiğin anatomik yapısını değerlendirme olanağı sağlamaktadır. Bununla birlikte, panoramik radyografi görüntülerinde % 20-30 oranında değişen magnifikasyon nedeniyle doğru ölçümler yapmak zordur. Ayrıca, panoramik cihazla hastanın gerçek pozisyonunu elde etmek zor olduğu için dikey değerlendirme yapmak da mümkün değildir¹⁰⁶.

Son yıllarda implant bölgelerinin değerlendirilmesinde hem geleneksel hem bilgisayarlı tomografinin kullanılması artış göstermektedir. Geleneksel tomografi yöntemleri de yıllardır savunulmaktadır^{28,30,53,75,98}. Transvers görüntüler için yeniden düzenlenen BT bazlı yazılım, tomografik yöntemlere paralel olarak gelişmekte ve çoğu araştırmacı tarafından önerilmektedir⁷⁹. Ancak, literatürler incelendiğinde bu modellerin kullanımı için seçim kriterleri üzerinde araştırmacıların fikir birliği içinde olmadıkları görülmektedir¹⁰⁶.

Basit Radyografi Prensipleri

Dişhekiminin, yeterli kalitede görüntü elde edebilmesi için, seçilen görüntüleme tekniğiyle ilgili rehber alabileceği birçok basit radyografi teknikleri vardır¹⁰⁶.

İlk olarak, gerekli anatomik bilgiyi sağlamak için elde edilen görüntüler, anatomik yapıların yerleşimlerini göstermesi yanında, yeterli tipte ve sayıda olmalıdır. İkinci olarak, seçilen görüntüleme tekniği, incelenecek yapıların boyutları hakkında yeterli bilgi sağlamalıdır. Kullanılan teknik, hastanın doğru şekilde konumlandırılmasına izin vermeli, preoperatif ve postoperatif görüntülerin karşılaştırılmasına olanak sağlamalıdır. Çenelerin dışsız bölgeleri için görüntüleme sırasında genellikle radyopak belirleyiciler içeren stentler kullanılır. Longitudunal ve enine kesitli (cross-sectional) görüntüler ile dışsız mandibula ve maksilla ile ilgili bilgi sağlanabilir. Seçilen teknik kullanılırken hasta, X ışını ve görüntü reseptörü minimum distorsiyon olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Ayrıca tüm görüntüler yeterli dansite ve kontrastta olmalı ve işlem sırasında oluşabilecek artefaktlar engellenmelidir¹⁰⁶. Son olarak, preoperatif görüntüleme işlemi, hastaya verilen radyasyon dozu ve maliyet açısından dengeli olmalıdır. Özel bir vakada birden fazla uygun teknik varsa mümkün olduğunca az radyasyon dozu olarak bilinen ALARA prensibine göre seçim yapılmalıdır^{27,106}.

Preoperatif implant görüntülemesinin amacı, implant bölgesi hakkında bilgi sağlamaktır. İmplant yerleştirilecek bölgedeki herhangi bir patoloji ve maksiller sinüs, nazopalatin kanal, inferior alveoler kanal, mental kanal ve foramen gibi implant yerleştirmeyi engelleyecek anatomik yapıların değerlendirilmesi gerekir^{52,106}. Ayrıca keskin kenarlı bölgeler, gelişimsel

varyasyonlar, çekim sonrası düzensizlikler, genişlemiş kemik iliği aralığı, kortikal kalınlık, trabeküler kemik dansitesi, mevcut kemik miktarı ve alveoler kemiğin oryantasyonu da incelenmelidir. Mandibulanın posterior bölgesine yakın lingual konturlar, osseöz andırıklara neden olarak, fabrikasyon subperiostal implantların yerleştirilmesini güçleştirir ve implant tedavi planını ve prognozunu olumsuz yönde etkiler. Kemik yapısı implantın uygun açıda yerleştirilmesi için yetersiz ise, fazla fonksiyonel yük binmesi nedeniyle implant, olumsuz yönde etkilenebilir¹⁰⁶.



İmplant bölgesindeki kemiğin kalitesi, kortikal ve meduller kemiğin dansitesi, Lekholm ve Zarb⁵⁹ tarafından sınıflandırılmıştır. Bu sistemde alveoler kemik 4 bölüme ayrılmıştır:

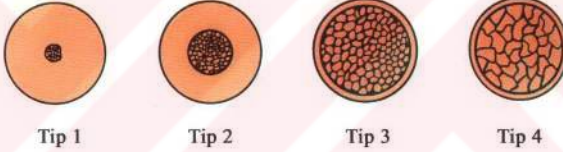
Tip 1: Ağırlıklı olarak homojen, kortikal kemikten oluşan çene kemiği.

Tip 2: Yoğun spongios kemiği, kalın bir tabaka kortikal kemiğin çevrelediği çene kemiği.

Tip 3: Yeterli dirence sahip yoğun spongios kemiği, ince tabakalı kortikal kemiğin çevrelediği çene kemiği.

Tip 4: Düşük dansiteli spongios kemiği, ince tabakalı kortikal kemiğin çevrelediği çene kemiği.

Lekholm ve Zarb tarafından yapılan bu kemik sınıflaması Resim-2’de şematik olarak görülmektedir.



Resim-2: Lekholm ve Zarb'in Kemik Sınıflaması

Lekholm ve Zarb tarafından maksilla ve mandibuladaki atrofi seviyesi belirlemesine yönelik bir sınıflandırma da yapılmıştır⁹⁷. Bu sınıflama Resim-3'te şematik olarak izlenmektedir.

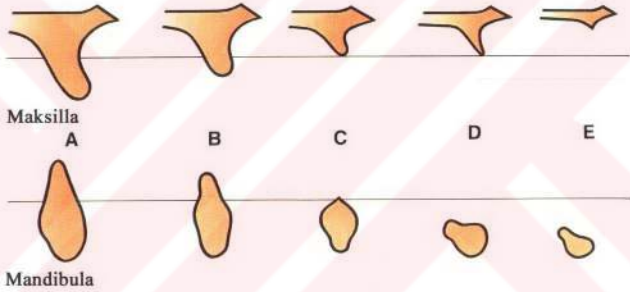
Tip A: Sağlam alveoler kemik

Tip B: Alveoler kemiğin minör rezorpsiyonu

Tip C: Alveoler kemiğin, dental arkın tabanına doğru ilerlemiş rezorpsiyonu

Tip D: Dental arkın tabanının başlangıç rezorpsiyonu

Tip E: Dental arkın tabanının aşırı rezorpsiyonu



Resim-3: Lekholm ve Zarb'ın Atrofi Sınıflaması

Lekholm ve Zarb¹⁰⁶, maksilla ve mandibulanın istenen düzeyde kemik kalitesine sahip olduğu zaman, implantlar için iyi bir stabilizasyon sağlayacağını belirtmişlerdir. Eğer kortikal kemik ince, spongioz kemik, düşük yoğunlukta ve dirençte ise implantların stabilizasyonu azalır⁵⁹. Bunu belirlemek için enine kesitli görüntüleme gerekir.

Son yıllarda Lindh ve arkadaşları⁶², periapikal radyografi görüntülerinde meduller kemiğe göre yoğun, seyrek veya değişen yoğun ve seyrek trabekülasyon şeklinde yeni bir kemik kalitesi sınıflandırması önermektedir. Bu teknik, enine kesitli görüntüleme gerektirmez ancak Lekholm ve Zarb¹⁰⁶'ın metodundan daha az spesifiktir.

Kalan kemiğin yükseklik ve genişliğini belirlemek, olası tedavi stratejileri hakkında bilgi edinmek için dikkatli klinik, radyografik veya bilgisayarlı tomografik ölçümler yapmak gerekir. Özellikle bıçak ağzı şekilli dişsiz bölgeler, eğer önceden iyi değerlendirilmemişse operasyon sırasında zorluklara neden olabilir. Doğru preoperatif planlama ile implant başarısızlığı önlenabilir. Oral cerrahi öncesi, anatomik durumun 3 boyutlu ölçümünü veren modern görüntüleme teknolojileri mevcuttur¹¹⁷.

İmplant tedavi planlaması yapılırken periapikal, oklüzal, panoramik, lateral sefalometrik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntülerinden yararlanılmaktadır^{27,82,106,114}.

Panoramik Radyografi

Panoramik radyografi, dental implant planlamasında kemik boyutları ve patolojilerin belirlenmesinde önemli bir rol oynar⁷⁵. Minimum radyasyon dozu ile maksilla ve mandibula tek bir film üzerinde izlenebilmektedir^{33,38,85}. Bu görüntü, implant cerrahisi için önemli olan maksiller sinüs, nazal kavite, inferior alveoler kanal ve mental foramen gibi anatomik yapıların yeri ve boyutları hakkında bilgi edinmeyi sağlar^{27,114}. Ancak tam dişsiz hastalarda, maksilla ve mandibula pozisyonunu belirlemek zordur. Görüntülerin özellikle anterior bölgede, magnifikasyon ve distorsiyona uğraması kaçınılmazdır¹¹⁴. Resim-4'te bir panoramik radyografi görüntüsü izlenmektedir.



Resim-4: Panoramik Radyografi Görüntüsü

Literatürler incelendiğinde, panoramik radyografi görüntülerinin değişen oranlarda magnifikasyon gösterdiği izlenmektedir. Panoramik radyografi görüntülerinin, Amerikan Akademisi Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji (AAOMR) tarafından yayınlanan bir raporda¹¹³ % 20-25, başka bir çalışmada⁸⁰ % 25'ten fazla magnifikasyon gösterdiği

bildirilmektedir. Vertikal düzlemdeki magnifikasyon nisbeten sabit olmasına rağmen, horizontal düzlemdeki magnifikasyon, arktaki mesafe, fokal spot-obje mesafesi ve hasta konumlandırmasına göre yüksek oranda değişebilmektedir. Ayrıca projeksiyon geometrisi, lingual yapıları fasiyal yapılar üzerine yerleşmiş gibi göstererek objelerin vertikal düzlemde distorsiyona uğramalarına neden olur^{48,112}. Görüntüde meydana gelen bu magnifikasyon faktörü, ölçümlerde 3 mm hataya yol açabilmektedir¹¹⁴. Çapı bilinen metal bilyeler içeren stentler kullanılması ile panoramik radyografi görüntülerinde meydana gelen distorsiyon bir miktar azaltılmaktadır^{2,48,104}.

Panoramik radyografi görüntüleri kullanılarak yapılan ölçümler görüntü distorsiyonu nedeniyle sınırlı olmasına rağmen, dış boyutu, vertikal yükseklik ve TME boyut ölçümleri gibi kantitatif ölçümler tam olarak yapılmaktadır¹⁰². Vertikal ve anguler ölçümlerde teknik hataların elimine edildiği çalışmalar vardır^{19,94}. Panoramik radyografi görüntülerinde vertikal düzlemde meydana gelen magnifikasyon, relativ olarak görüntülenen obje ile tutarlı olduğu için, implant boyutunun belirlenmesinde güvenle kullanılabilir⁴⁸.

Panoramik görüntüler, implant cerrahisi için kritik olabilen submandibular fossa, sunlingual fossa, insiziv fossa, inferior alveolar kanal, foramen mentale, maksiller sinüs ve burun tabanı ile ilişkideki kemik genişliği hakkında bilgi vermez¹¹⁴.

Panoramik radyografide son yıllarda hassas screen-film kombinasyonları ve nadir toprak filtre tekniklerinin kullanılması sonucu, kemik yoğunluğu değerlendirmeleri güvenilir olarak yapılabilmektedir^{100,101}.

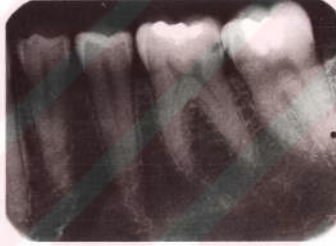
Panoramik radyografi, çene kemiklerinin buko-lingual genişliği hakkında herhangi bir bilgi verememektedir. Bunun için enine kesitli görüntüleme gereklidir^{6,48,76,103,106}.

Çeşitli dezavantajlarına rağmen panoramik görüntüler, kolay ulaşılabilirlik, maksilla ve mandibulanın tek bir film üzerinde birçok anatomik yapı ile ilişkilerinin görülebilmesi, düşük maliyet ve düşük radyasyon dozu nedeniyle günümüzde implant tedavi planlamasında en

yaygın kullanılan radyografik incelemedir^{27,85,106}. AAOMR, implant cerrahisi öncesi, özellikle ilk diagnostik değerlendirme için panoramik radyografiyi önermektedir¹⁰⁶.

Periapikal Radyografi

Periapikal radyografi görüntüleri, panoramik radyografi görüntülerinden daha detaylı görüntüleme gereken bölgelerin incelenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır. Horizontal yönde, özellikle komşu dişlerin köklerine yakın olarak doğru ölçümler yapmaya olanak sağlar¹¹⁴. Karşılaştırmalı çalışmalarda yüksek rezolüsyon ve kontrast nedeniyle altın standart olarak kullanılmaktadır^{39,46,68,108}. Resim-5'te bir periapikal radyografi görüntüsü izlenmektedir.



Resim-5: Periapikal Radyografi Görüntüsü

Dental implantlara komşu kemiğin incelenmesinde, standardize periapikal radyografi görüntüleri önerilmektedir. Standart görüntü geometrisi elde etmek ve distorsiyonu minimuma indirmek için paralel teknik ve film tutucu apareyler kullanılmaktadır^{65,82,116}. Kemik seviyesi ölçümleri için cetveller, kumpaslar, bilgisayar destekli teknikler ve çapı bilinen objeler yerleştirilerek yapılan hesaplamalar kullanılmaktadır^{64,82}. İmplanta komşu kemik değişimini ölçmek için kullanılan bilgisayar destekli sistemler, oldukça iyi sonuçlar vermektedir^{64,81}.

Periapikal görüntülerin avantajları, yüksek kalite, kolay ulaşılabilirlik, düşük maliyet ve düşük radyasyon dozudur. Ayrıca paralel teknik kullanılmasıyla görüntü distorsiyonu

engellenir ve vertikal ve horizontal yönde doğru ölçümler yapılabilir. Dezavantajları ise, her bir görüntüde çenenin sınırlı bir bölümünün görülebilmesi ve enine kesitli bilgi olmamasıdır^{82,106,114}.

Oklüzal Radyografi

Oklüzal radyografi görüntüleri, özellikle dişsiz mandibulada bukko-lingual genişlik ve konturlarla ilgili bilgi edinmek için kullanılabilir. Ancak düzensiz dış konturlar nedeniyle, bukko-lingual genişlik net olarak belirlenemez. Mandibulanın anterior bölgesinde mental ve genial tüberküller daha geniş bir görünüme neden olur. Posterior bölgede ise, sublingual ve submandibular fossalar belirgin olarak izlenemez. Ayrıca, kemiğin vertikal boyutuyla ilgili hiçbir bilgi veremez^{82,114}. Resim-6'da oklüzal radyografi görüntüsü izlenmektedir.



Resim-6: Oklüzal Radyografi Görüntüsü

Oklüzal radyografi görüntüleri, bazen mandibuladaki bilgisayarlı tomografi işlemleri öncesi ayarlama yapmak için kullanılır. Bu görüntülerden elde edilen veriler, bölgenin taranmasında (scan edilmesinde) ve dişler veya dişsiz boşlukların değerlendirilmesinde kullanılabilir. Oklüzal radyografi görüntüleri, maksilla ve mandibuladaki çeşitli patolojilerin belirlenmesinde teşhise yardımcı olur. Öte yandan, kemik boyutlarının belirlenmesinde güvenilir bir teknik değildir⁸².

Sefalometrik Radyografi

Sefalometrik radyografi sayesinde, çenelerin, lateral, postero-anterior ve oblik görüntüleri minimum distorsiyonla elde edilebilir. İmplant yerleşimi için anterior maksilla ve mandibulanın değerlendirilmesinde, spesifik olarak lateral görüntüleri önerilir. Maksilla ve mandibulanın anterior bölgelerindeki kemik yüksekliği ve genişliği lateral ve postero-anterior sefalogramların kombine kullanılmasıyla doğru olarak ölçülebilir. Posterior bölgedeki kemik yüksekliği ve genişliği ise, süperpozisyonlar nedeniyle görülemez. Lateral sefalograf, dişsiz bölgenin görülmesi ve oklüzal düzlem ilişkisinin belirlenmesinde yararlıdır. Postero-anterior ve lateral görüntüler, maksilla ve mandibulanın anterior bölgesinin 3 boyutlu değerlendirmesinde kullanılabilir. Bu görüntülerle, orta çizgideki vertikal kemik yüksekliği, açılanma, iskeletsel ilişkiler ve yumuşak doku profiliyle ilgili bilgiler elde edilir. Lateral sefalometrik veya profil radyografi görüntüleri, implant tedavi planlamasında kemik kalitesinin belirlenmesinde yararlı bir diagnostik yardımcıdır^{82,106}.

İmplant tedavi planlamasında lateral sefalometrik radyografi görüntülerinin avantajları, düşük maliyet ve düşük radyasyon dozudur. Dezavantajı ise, çoğu hastane, muayenehane ve fakültelerde bulunmamasıdır. Ayrıca görüntülerden elde edilen enine kesitli anatomik bilginin sınırlı olmasıdır^{106,114}. Resim-7'de sefalometrik radyografi görüntüsü izlenmektedir.



Resim-7: Sefalometrik Radyografi Görüntüsü

Geleneksel Tomografi

Tomografi sayesinde, X ışını ve filmin eş zamanlı hareket etmesi ile, fokal düzlemde üst üste konumlanmış yapıların bir kesit görüntüsü elde edilebilir^{54,76}. Tomografi görüntüleri, çenelerin posterior bölgesindeki maksiller sinüs, submandibular fossa ve mandibular kanal gibi komşu anatomik yapılarla ilişkideki kemik genişliği ve derinliği hakkında değerlendirme yapma olanağı sağlar. Bu görüntüler ile, alveoler kret ve mandibular kanal arasındaki mesafe, panoramik radyografi görüntülerine kıyasla daha doğru ölçülebilir^{61,114}. Ağzın ön bölgesinde bulunan nazal kavite, insiziv kanal ve sublingual fossa gibi anatomik yapılarla ilişkili kemiğin boyutlarının belirlenmesinde, yararlıdır. Inferior alveoler kanal genellikle görülebilmese de, komşu spongios kemiğin kontrast ve dansitesi düşüktür. Maksiller sinüsün anterior duvarı gibi kıvrımlı yapıdaki kemik duvarları, iyi görülemeyebilir. Görüntülenmek istenen bölgeye komşu olan dişlerdeki metalik restorasyonlar, tomografik görüntüyü anlaşılmaz hale getirebilir. Tomografi görüntüleri, kemik boyutlarının yetersiz olduğu vakalarda, başarılı onlay greftler, sinüs greftleri ve mandibular sinir transpozisyonu planlamasında yararlıdır¹¹⁴.

Geleneksel tomografi, düzlem belirlenmesinde internal yapı dilimi veya kesiti veren bir radyografik tekniktir. Anatomik olarak, kesin gölge ayrımı görüntüleyen ve fulkrum etrafında eşit derecede ışın ve film hareketi yapan 3 boyutlu bir görünüm sağlar⁹¹. Tomografi açısını, kesit kalınlığı belirler. Genellikle çoğu implant boyutuna benzer şekilde, ortalama 3 mm kalınlık kullanılır¹¹⁴.

Tomografik görüntülerin kalitesi ve doğruluğu, yüksek oranda görüntü elde etme sırasındaki uygulamaya bağlıdır. Lineer tomografik görüntülerin % 20'si teşhis için yetersizdir⁵⁴. Polidireksiyonel tomografik görüntüler daha uygundur. Enine kesitli bir görüntü kesiti ise dişsiz bölgeye dik açıda verilen X ışını ile elde edilebilir. Bu işlem için radyografik bir stentten yararlanılabilir⁴⁷.

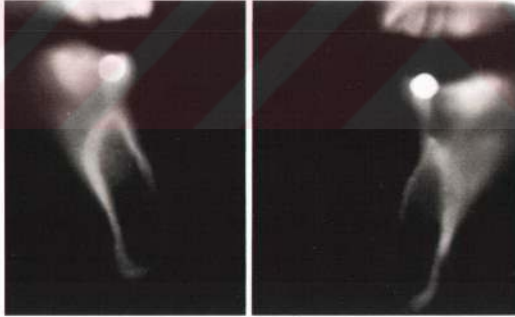
Panoramik radyografi görüntüleri, mandibula ve maksillanın lateral görünümünü gösterirken, geleneksel tomografi görüntüleri frontal görünümünü verir. Geleneksel tomografi endikasyonları, implant planlamasının cerrahi öncesi fazı, gömülü 3. molar dişlerin çekimi öncesi mandibular kanalın yerinin belirlenmesi, osteolitik lezyonların izlenmesi ve ortodontik tedavi öncesi gömülü dişlerin yerinin belirlenmesini kapsar. Ayrıca implant aksının lingual veya bukkal yönde değiştirilmesini gerektiren konkavite, dar alveoler proses, mandibular kanal ve ek kanalların lokalizasyonu, maksiller sinüs tabanı veya dişin cerrahi uzaklaştırması sonucu oluşan tünel defektleri gibi panoramik radyografi görüntülerinde görülemeyen durumların saptanmasında da yararlıdır^{17,51,52}.

İmplant bölgesindeki kemik boyutlarının değerlendirilmesinde, anatomik yapıların süperpozisyonu nedeniyle, geleneksel radyograflar yetersizdir. Mevcut kemiğin kalitesi, miktarı ve vital anatomik yapılarla olan ilişkilerinin incelenmesi için, implant cerrahisi öncesi geleneksel ve bilgisayar destekli tomografi görüntüleri önerilmektedir^{47,87}.

Geleneksel tomografinin implant cerrahisinde ve implant boyutunu belirlemede panoramik ve periapikal görüntülere oranla daha fazla diagnostik değeri vardır. Tomografi, fonksiyonel ve estetik olarak kabul edilebilir uygun implant boyutunu belirleyebilmektedir. Tomografi kullanılarak veya kullanılmadan implant boyutu belirlenmiş, ancak tomografi kullanıldığı durumlarda, anlamlı düzeyde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir⁸⁷.

Dişhekimliğinde uygulanan implant vakalarını doğru olarak görüntülemek için, cerrahi öncesi değerlendirmede ileri görüntüleme yöntemleri önerilmektedir. Bunlar BT'nin yanı sıra, düzlem film tomografisini de kapsamaktadır^{34,66}. Seçilen teknik, tüm açılardan anatomik yapıları değerlendirmeli, patoloji olan bölgeleri göstermeli, olası cerrahi değişikliklerin yerini belirtmeli, postoperatif değerlendirmeye yardım etmeli ve hem teşhis hem tedavi bilgisi sağlamalıdır. Düzlem film tomografisi, bu bilgiyi sağlamaya yardımcı olan görüntüleme yöntemlerinden biridir⁷⁷.

Çenelerin bukko-lingual yöndeki enine kesitli görüntüleri, implantların cerrahi işlemleri öncesinde ek bilgi sağlar. Bu görüntüler genellikle bilgisayarlı veya geleneksel tomografiyle elde edilir^{49,70}. Bu modeller, çoğu zaman dental kullanım önceliği olmayan medikal hastanelerde mevcuttur. Dental ofis ve kliniklerde enine kesitli görüntüler elde etmek amacıyla, çeşitli panoramik makinelerin tomografik fonksiyonu kullanılabilir. Bu tomografilerdeki enine kesitli açılar, çene yapılarının özellikle mandibulanın gözle muayenesinin doğrulanmasında önem taşır. Çünkü görüntüler, açılara göre magnifikasyon ve distorsiyon yönünden dikkate değer ölçüde farklıdır⁷⁷. Bununla birlikte objektif düzlemlerin açıları, çoğu makinelerde otomatik olarak bilinir ve hastalar için ayarlanamaz. Bu problemi çözmek için, panoramik cihazın lineer tomografi fonksiyonu kullanılarak, DLP (Direct Laser Positioning, Asahi Roentgen, Kyoto, Japonya) sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemin objektif tomografik açıları, hasta için manuel olarak ayarlanabilmektedir⁷¹. Bu tip tomografik görüntüler, Morita, Siemens, Trophy, Gendex, Soredex ve Uluslararası Görüntüleme Bilimleri gibi firmalar tarafından üretilmekte ve iyi sonuçlar vermektedir⁵¹. Resim-8'de geleneksel enine kesitli tomografi görüntüsü izlenmektedir.



Resim-8: Geleneksel Enine Kesitli Tomografi Görüntüsü

Geleneksel veya bilgisayarlı tomografi görüntülerinde, her bir kesiti anatomik olarak doğru pozisyonda lokalize etmek zordur. Bu amaçla implant bölgesini görüntülemek için, oklüzal stentler içine küçük metal bilyeler yerleştirilir ve guta perka veya baryum sülfat splintlenerek kullanılabilir¹¹⁴.

İmplant bölgelerinin 3 boyutlu değerlendirmesi için, antero-posterior ve lateral ince kesitler oluşturan tomografik projeksiyonlar gereklidir. Bu tür görüntüleme, tomografik radyografi görüntüleri ile sağlanabilir. Tomografi görüntüleri, genellikle lineer geleneksel radyografi ve bilgisayarlı tomografi tekniği ile elde edilir⁹¹.

Geleneksel tomografinin maliyeti ve hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu bilgisayarlı tomografiden daha düşüktür^{50,71,86,114}. Ayrıca, bilgisayarlı tomografi cihazları genellikle sadece medikal hastanelerde bulunmaktadır. Dental ofislerde kullanımı son derece sınırlıdır. Ancak, özellikle panoramik film makinelerinin lineer tomografi opsiyonu kullanılarak elde edilen enine kesitli tomografi, çoğu dental radyografi görüntüleme merkezinde mevcuttur^{71,114}.

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bilgisayarlı tomografi (BT); ince radyografik kesitler ve bu kesitlerin bilgisayarda sentez edilmesiyle elde edilen görüntüleme yöntemini anlatan radyodiagnostik bir yöntemdir. Bu görüntülerde organ ve dokular, kesit olmaları nedeniyle süperpozisyonlardan kurtulmuştur. Yöntemde X ışını çok iyi kolime edildiği (sınırlandığı) için saçılma minimale indirilmiş, dolayısıyla doku yoğunluğu farklılıkları daha belirgin hale gelmiştir. Yöntem, vücudun ince bir kesitinden geçen X ışını zayıflamalarının, dedektörlerle ölçülmesi ve bilgisayar yardımıyla görüntü oluşturulması temeline dayanır. Kesit yapması, ödem ve hemoraji gibi radyograflarda ayrılamayan yumuşak doku yoğunluklarını ayırması yanında, bütün organ ve dokuları ayırım yapmadan görüntüleyebilmesi yöntemin üstünlüğüdür¹⁰⁵.

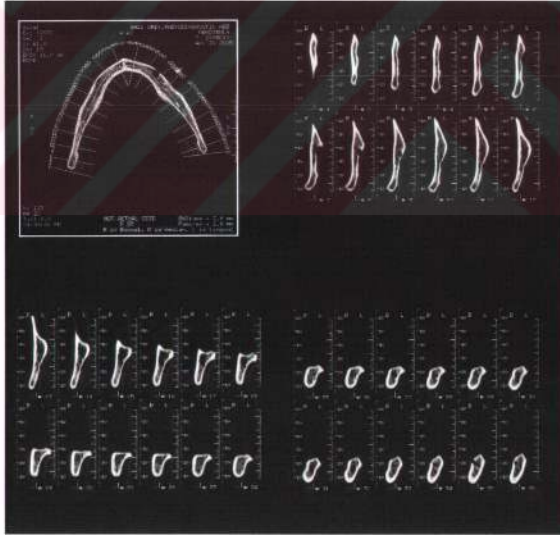
Film üzerine bilgi kaydeden radyografi tekniklerinin aksine BT, bilgiyi bir obje ile atenuasyon veya X ışını transmisyonunun dijital bir kopyası ile oluşturur. Hasta çevresinde birçok açıdan elde edilen veriler, yeniden düzenlenen görüntüler ile dansite değerlerini hesaplamaya olanak sağlar. Hastayı doğru açılarda taramak için tipik olarak dar X ışını kullanılır ve elde edilen bilgi belirli dansitelerde spesifik gri seviyelerine ayrılarak iki boyutlu görüntülere çevrilir. Bilgisayar, depolanan verilerden spesifik bilgi seçerek görüntüleri, herhangi bir düzlemde yeniden düzenleyebilir⁸².

Görüntülerin kontrastı, X ışını kalitesi, doku dansitesi ve yayılan enerjiyi ölçmek için kullanılan dedektörlerin özelliklerine bağlıdır. BT görüntüleri 200'den fazla gri seviyeyi içerir. Görüntü detayı ve rezolüsyon, X ışını dedektörlerinin kalitesi, video monitörü kalitesi ve radyasyon miktarına göre değişir. 1mm'den küçük yapıları görmek mümkündür^{48,82}.

BT, implant değerlendirmesinde kortikal kemikten bağımsız olarak kansellöz kemiğin mineral içeriğini değerlendiren bir tekniktir. Kemiğin 1 mm transvers kesitini analiz eder ve lineer zayıflama katsayısını kullanarak mineral içeriğini hesaplar⁴⁸. Bu amaçla, istenen herhangi bir bölgedeki doku dansitesini belirlemek için gerekli Hounsfield birimini (Hounsfield unit)

ekranda görmek mümkündür⁸². Hounsfield birimi, +1 ve -1 arasında numerik değerler ile X ışını zayıflama miktarını gösterir⁴⁸.

Uygulama sırasında bilgisayar ile basit görüntü düzenlemesi yapılır. Aksiyel görüntüleri hemen elde etmek mümkündür. Diğer düzlemlerde reformat görüntüler için, BT masasında yapılan ek işlemler gereklidir. İmplant planlamasında, genellikle dental arkın çevresinde her 1-2 mm'lik aralıklarla enine kesitli ve panoramik görüntüler kullanılır. Bu görüntüler dental BT programı sayesinde, ek bir ışınlama yapılmadan otomatik olarak elde edilebilir. Bilgisayar çok sayıda enine kesitli görüntü olduğu zaman, depolanan verilerden spesifik bir bilgiyi seçerek istenen düzlemde görüntüleri yeniden düzenleyebilir^{82,111}. Hasta kaydı için rekonstrükte veya reformat görüntüler, film, manyetik teyp, optik disk veya fotoğraf kağıdına transfer edilebilir⁴⁸. Resim-9'da bilgisayarlı tomografi görüntüsü izlenmektedir.



Resim-9: Bilgisayarlı Tomografi Görüntüsü

Direkt görüntüleme, standart rekonstrüksiyon ve çok düzlemlı rekonstrüksiyon gibi birçok BT tekniği, implant bölgelerinin değerdendirmesinde kullanılabilir. Sagital ve koronal tarama gibi direkt görüntüleme teknikleri ile çene konturuna dik kesitler oluşturmak oldukça zordur. Koronal tarama, özellikle kanin-premolar bölgesindeki kemik genişliği artışı, metal dental restorasyonlardan kaynaklanan artefaktlar ve hasta başının hareket etmesi nedeniyle zordur. Standart rekonstrüksiyon ve çok düzlemlı rekonstrüksiyon, aksiyel taramayı kullanır²⁰. Aksiyel BT tarama verilerinin dental amaçla kullanılması için bazı özel yazılım programları geliştirilmiştir. (3D/Dental, Columbia Scientific Inc, Columbia MD, ABD; DentaScan, General Electric Medical Systems, Slough, Berks, İngiltere, Dental CT, Sierex Dental Equipment Ltd., Walsall, İngiltere)¹⁰.

Mandibular kanalın belirlenmesi önemli olduğu için, mandibuladan 1 mm kalınlığında kesitler elde edilmelidir. Maksillada ise, 1,5 mm kesit yeterlidir. Maksilladan elde edilen 1,5 mm kalınlığındaki toplam 20-30 kesit, maksiller sinüsün yerini doğru olarak gösterebilmektedir⁸⁸. Birçok düzlemlde elde edilen ince kesit görüntüleri, mevcut kemiğın değerdendirilmesine, anatomik yapıların yerini ve implantı çevreleyen kemik desteğini belirlemeye olanak sağlar⁴⁸.

Görüntüler üzerinde bulunan milimetre skalası ile, görüntülerdeki kemiğın boyutları ölçülebilir. Bunun için dişhekimleri, genellikle standart boyuttaki filmleri tercih etmektedirler⁴⁸.

Optimum implant yerleştirmek için cerrahi işlemler öncesi ve tedavi planlaması amacıyla yapılan radyografik değerdendirmede, bir stente başvurulmaktadır. Guta perka, metal bilyeler, pinler, tüpler ve baryum sülfatlı dişler gibi radyoopak belirleyiciler içeren radyografik stentler, kemik, vital yapılar ve protez dizaynı için değışmez rehberlerdir^{22,23,107}. İmplant cerrahisi öncesi yapılan BT işlemleri için hastaya radyoopak belirleyici içeren bir stent hazırlanması, hekimin karşılaşacağı bir çok güçlüğu engeller^{2,80}.

BT teknolojisinin maliyeti ve kaliteli görüntüler oluşturmaları için gereken radyasyon dozu yüksektir. Tüm implant hastaları için gerekli veya uygun olmamasına rağmen, cerrahi ve protez öncesi planlamada, mevcut en etkili görüntüleme yöntemidir. Başlıca dezavantajları maliyeti ve radyasyon dozunun yüksek olmasıdır⁸².

BT bazlı sistemlerin avantajları, sabit magnifikasyon ile yüksek kontrastlı ve birçok düzlemde görüntü elde edilebilmesidir. Ayrıca, çok sayıda implant bölgesi aynı anda incelenebilmektedir. Elde edilen görüntüler, özel yazılım programları ile yeniden düzenlenebilir. Dezavantajları ise, genellikle medikal hastanelerde bulunması, yüksek maliyet ve yüksek radyasyon dozu gerektirmesi ve metal cisimlerin artefakt oluşturmalarıdır^{10,106}.

Büyük tükürük bezleri gibi radyasyona duyarlı organların BT'den absorbe ettiği doz değerlendirilmiş ve geleneksel tomografiden 10 kat fazla radyasyon dozu gerektirdiği bulunmuştur⁵⁷.

ALARA prensibine göre AAOMR (Amerikan Akademisi Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji), enine kesitli görüntülemelerde 1-7 adet implant için geleneksel tomografiyi, 8 veya daha fazla sayıda implant bölgesi için ise BT'yi önermektedir¹⁰⁶.

Çalışma Modelleri

Tedavi planlaması için çalışma modelleri, bir yüz arkı transferi ve oklüzal kayıt gereklidir. Çalışma modelleri, kalan dentisyon, kemik ve maksillomandibular ilişkilerin analizi ve protez dizaynı açısından önem taşır. Angle Klas II veya III durumlar, dental implant tedavi planlaması için zor vakalardır. Bu tip vakalarda protez maksiller dişler veya kemik yönünde açılarak, protezde oluşabilecek estetik ve fonksiyonel problemler ortadan kaldırılmış olur^{43,117}. Ancak, şiddetli vakalarda dental implant tedavisinden kaçınmak gerekir. Özellikle şiddetli Klas III ilişkili hastalarda protez tedavisi için, mandibulanın distal yönde ya da maksillanın anterior yönde konumlandırılması gerekebilir⁹⁷.

Parsiyel dişsiz hastalarda model analizi yapılırken, transversal yöndeki implant aksı, karşıt çenedeki doğal dişlerin tüberküllerine göre veya alveoler kretin orta bölgesinde düzenlenmelidir. Sagital düzlemdeki implant aksı, komşu doğal dişlerin aksına paralel olmalıdır. Yapılacak sabit protezin distal uzantısı ve gereken implant sayısının belirlenmesinde, karşıt dentisyon önemli bir rehber oluşturur. Mümkün olduğu ölçüde implant boyut veya sayısı artırılarak, implant-kemik temas yüzeyi artırılmalıdır. Arklar arası mesafe az olduğu zaman, kron boyu kısa implantlar tercih edilir. Bazı vakalarda inter oklüzal mesafeyi artırmak için, karşıt çenedeki dişler üzerinde bazı düzenlemeler yapılabilir⁹⁷.

Çalışma modelleri sayesinde artırılacak (augmente edilecek) kemik derinlik miktarı değerlendirilebilir. Böylece cerrahi ve prostodontik tedavi planlanabilir. Özellikle parsiyel dişsiz çenelerde artırım işlemlerinin gerekliliği değerlendirilmelidir. Ancak modeller nazal taban, maksiller sinüs tabanı, mandibular kanalın yeri ve mental foramenin pozisyonu gibi önemli anatomik yapılar ve atrofi ile ilgili değişiklikler hakkında herhangi bir bilgi sağlamazlar¹¹⁷.

Fotoğraflar

Cerrahi müdahale öncesi tam bir fotoğraf dizisi elde edilmesi teşhise yardımcı olabilir. Frontal, profil ve intraoral olarak çekilen fotoğraflar ile preoperatif ve postoperatif karşılaştırma yapılabilir⁴³.

Kalan Kemik Miktarının İmplant Yerleştirme Üzerindeki Etkisi

İnsan çenesi yaşam boyunca birçok değişikliklere uğrar. Diş kaybı, periodontal hastalıklar, travma, neoplazi ve uyumsuz protezler gibi durumlar, vertikal ve transversal kemik hacminin azalmasına yol açabilir. Çeşitli nedenlerle çene kemiklerinde meydana gelen atrofi nedeniyle, dental implantlarla çiğneme fonksiyonu ve rehabilitasyonunu sağlamak komplike bir hale gelir. İmplant yerleştirmek için gerekli olan alveoler kemik miktarı yeterli değilse, maksilla için yaşam süresi % 82-87, mandibula için % 91-99 oranında azalabilir. Maksillada 10 mm'den fazla, mandibulada 6 mm vertikal boyut ve her iki çene için 5-6 mm transvers boyut olması

gerektiği önerilmektedir. Kemik miktarları daha az olduğunda implant tedavisinin başarı oranı azalıyor gibi görünmektedir¹¹⁷.

Kemik Yüksekliği

İmplantasyon için kemiğin vertikal yüksekliği, mevcut kemiğin sinüsler ve mandibular kanal gibi komşu anatomik yapılara olan mesafesi olarak düşünülür. İmplantların bu yapılara 1-2 mm uzaklıktaki güvenli sınırdan yerleştirilmesi gerekir. Silindir veya vida tipi implantlar için minimum boyut 10 mm olarak kabul edilir. Kemik-implant temas yüzey alanını artırmak için mümkün olduğu kadar uzun implant kullanılmalıdır⁹⁷.

Kemik Uzunluğu

İmplant aksları arasında minimum 7 mm mesafe olmalıdır. Bu da implant çapına bağlı olarak implantlar arasında en az 3-4 mm mesafeye karşılık gelir. Doğal diş ve implant arasında olması gereken minimum mesafe ise 1,25 mm'dir⁹⁷.

Azalan Kemik Miktarının Etyolojisi

Mandibula şeklinin, embriyogenez sırasında önce nazal kret hücrelerinden sonra Meckel kartilajından derive olduğu belirtilmektedir. Mandibula gelişiminde postnatal, humoral ve biyomekanik faktörler etkilidir. Atrofi, esas olarak diş çekimi nedeniyle oluşan diş kaybına bağlıdır. Diş çekimi sonrası alttaki kemik formasyonu ve alveol kenarındaki kemik rezorpsiyonu en erken 2 haftada ve devamlı şekilde izlenebilir. Transvers boyutların yanı sıra, vertikal yönde de değişiklikler meydana gelir. Ayrıca kemik dansitesi çenenin farklı bölgelerinde değişmektedir⁷³.

Rezorpsiyon hayatın her evresinde aynı değildir. Rezorpsiyonun, en fazla diş çekimini takip eden ilk yılda olduğu bulunmuştur. Daha sonra işlem yavaşlar fakat belirsiz olarak devam eder. Mandibulanın anterior bölgesindeki yükseklik azalmasının, maksilladaki kayıp oranının 4 katı olduğu bildirilmiştir. Genelde kemik yüksekliğinin dikkate değer azalması, mandibulanın posterior bölgesinde anterior bölgesinden daha fazladır²⁵.

Alveoler kemik kaybı miktarı kişiden kişiye değişir. Diş kaybı sonrası alveoler kemik rezorpsiyonu, değişik aşamalarda meydana gelir. Bu nedenle, bazı hastalarda implant cerrahisi öncesi kemik yüksekliği artırımı gibi bazı cerrahi girişimler gerekmektedir¹¹⁷.

Mandibular molar bölgede kemik seviyesinin azalmasına neden olan vertikal rezorpsiyon çoğunluktadır. Transvers azalmanın en az olduğu bildirilmektedir⁹⁵. Maksillanın posterior bölgesinde ise kemik, sinüs kavitesinin alt sınırı üzerinde ince bir tabaka kalana kadar rezorbe olabilir. Bu durumda artırım yapılmadan, başarılı implant tedavisi imkansız hale gelir¹¹⁷.

Mandibula ve maksillada meydana gelen rezorpsiyon farklı yönlerde oluşur. Mandibulada merkezkaç rezorpsiyon olurken, maksillada merkezci rezorpsiyon oluşur. Sonuçta, intermaksiller ilişkide bir ayrılık meydana gelir. Dişsiz mandibulanın saatin tersi yönündeki rotasyonu sonucu yüz yüksekliği azalır ve sekonder prognatizm oluşur¹¹⁷.

Çekim sonrası rezorpsiyon mekanizmaları iyi bilinmesine rağmen, kişiye özel ve kişiler arası farklılıklar vardır. İmplant yerleşimi öncesi, her hastada lokal kemik hacmi belirlenmeli ve hastanın anatomisini oluşturan sinüs kavitesi, burun tabanı, inferior alveoler sinir ve komşu dişler gibi vital yapılarla olan ilişkiler iyi değerlendirilmelidir¹¹⁷.

Mandibulaya yerleştirilen protez sayısı, mental foraminalar arasındaki kemik miktarına bağlıdır. Gerçek kemik miktarı, inferior alveoler kanal yolundaki anatomik farklılıklar nedeniyle çok az olabilir. Tam olarak kemiğe bağlı bir proteze yeterli destek sağlamak için en az 4-6 protez gereklidir. İdeal olarak yeterli kemik mevcut ise, 15 mm veya daha uzun implant yerleştirilmelidir. 15 mm'den fazla 4 protez, 10-15 mm'lik 5 protez, 7-10 mm boyutunda 6 protez yerleştirilmesi uygundur. Maksillada tamamen kemiğe bağlı bir protezin başarı oranı farklı kemik dansiteleri nedeniyle mandibuladan daha düşüktür⁴³.

Protez planlaması yapılırken, kalan dentisyon ve dişsiz bölgeler dikkatlice değerlendirilmelidir. Eğer 2 protez yerleştirilecekse, dişler arasında en az 17 mm boşluk olmalıdır. Eğer 3 protez yerleştirilecekse, güvenli olarak yerleştirebilmek için en az 24 mm boşluk olması gerekir. Öte yandan bir protezin oluşturacağı stresin yaklaşık tek köklü bir dişe eşit olduğu dikkate alınmalıdır. 2 protez, 2 tane tek köklü diş veya 2 köklü bir molar dişe eşdeğerdir. Protez dizaynı bu rehberlikler düşünülerek yapılmalıdır⁴³.

Mandibulanın Posterior Bölgesine İmplant Yerleştirilmesi

Mandibulanın posterior bölgesine implant yerleştirilmesi konusunda standart bir protokol oluşmaktadır. İnferior alveoler sinir engeli nedeniyle implant kararları için çoğu zaman sinirin yeri ve sinirin üzerindeki süperfasiyal kemik hacmini görüntüleyen BT ile sağlanan bilgiye gereksinim vardır. İmplant yerleşimini engelleyen başka bir neden yoksa bu bilgi, hekime umutsuz ve şüpheli dişler hakkında yardımcı olabilir^{37,103}.

Mandibuladaki bazal kemik relatif olarak devamlıdır. Çekim sonrası mental spinanın görüntüsü maksilladaki kadar değişmez. Bununla beraber, alveoler sinir ve komşu kan damarlarının pozisyonu değişebilir. Şiddetli atrofik mandibulada, alveoler kret üstündeki mental foramen disloke olur. Bu, hareketli protezlerin kullanımını zorlaştırabilir¹¹⁷.

Mental foramen ve inferior alveoler sinirin pozisyonu ve mandibulanın anatomik şekli çoğu zaman tedavi planını etkiler. 3 boyutlu görüntüler, mental foramenin genellikle sinir gövdesinden daha yukarıda bulunduğunu gösterir. Bu durumda sinirin yerini belirlemek zordur. Sinirin pozisyonu sagittal kesitte sinir pozisyonunun mandibula alt sınırına olan uzaklığının ölçülmesiyle belirlenebilir⁷².

Cerrahi yaklaşımda foramen mentale üzerindeki sınırlı kemiğe dikkat etmek gerekir. Kalıcı hasar oluşma ihtimali konusunda hastaya bilgi verilir ve sadece infiltrasyon ile lokal anestezi yapılır. Mevcut kemik yüksekliğinin klinik ölçümü önemli olduğu için, cerrah,

foramen mentale ve sinirin yerini hafif diseksiyonla belirleyebilir. En iyisi konservatif olmak ve dişsiz bölgenin kretinden foramen üstüne kadar ölçüm yapmaktır⁷².

İnferior alveoler sinir, mandibula boyunca devam ettiği için, implant yerleşiminden önce pozisyonunu belirlemek gereklidir. Sinir ramusun lingualinden mandibulaya girer, mandibulanın gövdesi içinde foramen mentalenin bukkaline kadar ilerler. Bu bölgedeki implant cerrahisi sırasında, sinir hasarı oluşma riski nedeniyle, kemik kalitesinin değerlendirilmesi büyük önem taşır. Yoğun kemik yapısı varlığında, implant, vital sinir yapısına 2 mm'den fazla yaklaşmamalıdır. Bu bölgede daha uzun implant yerleştirmenin, daha başarılı olmasıyla ilgili bir kanıt yoktur, ancak yumuşak doku içine uzanan implantlarda sinir hasarı riski artar. Sinir transpozisyonu olmadıkça, bu bölgedeki implant yerleşiminde bikortikal stabilizasyon sağlanamaz⁷².

İnferior alveoler sinir üzerindeki vertikal kemik yüksekliği sınırlı olan bir hastada, sinir hasarından kaçınmak için, kullanılan implantın bukko-lingual veya lingo-bukkal yönde yerleştirilmesi uygundur. Çoğu vakada bu implantlar, minimal boyutta yerleştirilir. Inferior alveoler sinirin krete yakın olduğu durumlarda implant kontrendikedir veya hastaya sinir transpozisyonu yapılmalıdır. Mandibula gövdesindeki sinirin yeri delme işlemi sırasında lateral baypas yapmak için çok risklidir⁸³.

Tedavi planlamasında, inferior alveoler sinir ve mental foramen bir engel oluşturmuyorsa, mandibulanın şekli önemli hale gelir. Özellikle iskeletsel Klas II Div I (divüzyon I) maloklüzyonlu bir hastada, mandibula maksilladan daha küçük ise dikkatli olmak gerekir. Mandibulanın linguale eğimli olduğu durumlarda, oklüzal uyumsuzluk yaratması nedeniyle ideal pozisyonda implant yerleştirmek mümkün olmaz⁷².

Mandibular dişsiz bölgeki ince, bıçak ağzı kemik yapısı, parsiyel protezlerin yapımında bir engel olarak tanımlanır. Kemik yuvası içerisinde yeterli çap olsa bile, bölgede geniş gövdeli implantların kullanılması zordur. Bu durumda restorasyon olarak, geleneksel sabit bir protez seçilmesi, implant yerleştirilmesini engelleyebilir. Başka bir seçenek olmadığında, çeneden

veya iliak kretten alınan bir otojen blok grefti bölgeye bağlanır. Bu işlemi yapmak oldukça zordur çünkü uygun plastisite işlemi için kortikal, bukkal ve lingual duvarlar arasındaki spongios kemik çok azdır. Ayrıca bölgede mine keskileriyle enstrümantasyon da zordur⁷².

Posterior mandibulanın geniş olması önemli bir avantajdır. Gerektiğinde daha geniş ve esnek implantların yerleştirilmesine izin verir. Bir protez, ikinci cerrahi işleminden sonra da hareketli ise, uzaklaştırılıp daha geniş çaplı bir protez yerleştirmek gerekir. Daha büyük çaplı bir protez yerleştirmeden önce, bölgedeki tüm yumuşak dokular uzaklaştırılır⁷².

Mandibular molarların periodontal prognozu iyidir ancak endodontik ve restoratif komplikasyonları fazladır. Kısa bir boşlukta büyük bir distal kökü olan iki köklü bir diş, restore etmesi zor olan uzun bir boşluk veya büyük bir mesial kökü olan bir diştten daha iyi prognoza sahiptir. Bu multidisipliner yaklaşımın klinik başarıyı artırdığı düşünülmektedir. Diş stabil olduğunda kişisel etkenler karar vermede önemlidir, fakat periodontal olarak sağlıklı olması istenir⁷².

Mandibular 1. molarların erken kaybı, sıklıkla 2. molar dişlerin mesializasyon hareketiyle sonuçlanır ve mine-sement birleşiminin proksimal farklılığı, mesial interproksimal kret açılmasına neden olur. Eğer başka bir inflamatuvar komponent süperpoze olmadıysa, radyografide hemiseptum olarak izlenen bu yapı, ortodontik olarak dikey hareketle düzeltilebilir⁷².

Diş yapısı ve periyodonsiyum uyum içindeyse, implant tedavisine karar vermek kolay olur. Mandibular 1. molarların eksikliği ve komşu dişler restore edilemediğinde ilginç bir durum meydana gelir. Çünkü mandibular 1. molarların mesio-distal genişliği ortalama 10,5 mm'dir ve dişsiz bölge genellikle 2 implant yerleştirmek için çok küçüktür. Her bir implant 3,75 mm ve ikisi 7,5 mm'dir. Embrajur boşlukları komşu dişlerin proksimaline 2 mm uzaklıktadır ve 2 implant arasında 6 mm olması istenir. Toplam mesio-distal boşluk ortalama 13,5 mm olmalıdır. 5 mm'lik bir implant yerleştirilmesi düşünülebilir, ancak bukkal-lingual genişlik az olduğunda sıklıkla kemik kaybı izlenir. İnferior alveoler sinir yüzeye yakınsa, geleneksel sabit protez yapmak daha uygundur. Eğer 13 mm implant yerleştirmek için yeterli yoğunlukta kemik varsa, distal veya

mesial kök boşluğunda yerleştirilmelidir ve kalan boşluğa kanatlı bir köprü yapılmalıdır. Restorasyon sentrik ilişkide yapılmalı, hasta interproksimal bölgeleri rahatlıkla temizleyebilmelidir⁷².

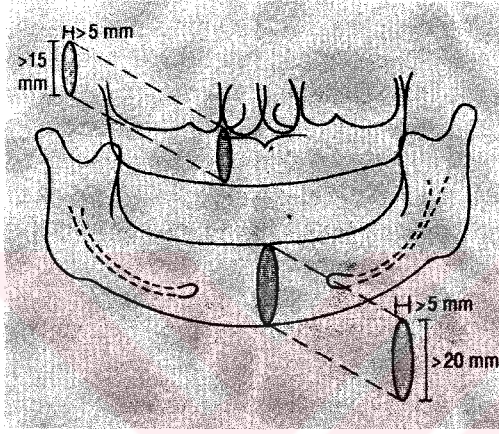
Posterior mandibula, molarların erken kaybı nedeniyle dental implantların yaygın olarak yerleştirildiği bir bölgedir. Mandibular molarların erken kaybına genellikle maksiller molarların supra erüpsiyonu eşlik eder. Kemik hacmi yeterli olsa bile, eksik dişlerin replase edilmesi için vertikal mesafe yetersiz olabilir. İmplant öncesi değerlendirmede multidisipliner yaklaşım için, bazı şartlara gereksinim vardır. Maksiller molarların embrajurlerinin boyutu ve restore edilebilir olması öncelikle önem taşır. Sonraki kritik, uzun gövdeli dişlerdir, böylece furkasyon bölgeleri korunmuş olur. Supra erüpte olan dişler, oklüzal düzlem tahmin edilerek aşındırılır ve geçici kron yapılır, bu işlem, implant yerleşiminden önce delme işlemlerine yardımcı olmak için uygulanır⁷².

Mandibular molarların eksikliğinde, yerleştirilecek implantlar arasında yeterli embrajur boşluğu bulunması gerekir. Böylece implant üzerine büyük boyutta kron yerleştirilmesinden kaçınılmış olur. Bu durumda, 2. premolarların 6 mm distaline birinci implant yerleştirip küçük bir mesial kanatlı köprü kullanılması, gingival hiperplazi yaratabilecek büyük bir krondan daha uygun olacaktır⁷².

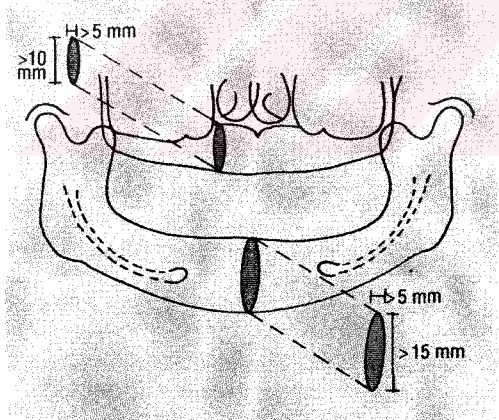
Total ve Parsiyel Dişsiz Mandibula Kemiklerinin Sınıflandırması

İmplant yerleştirme öncesi total ve parsiyel dişsiz mandibula Misch ve Judy⁹⁷ tarafından sınıflandırılmıştır.

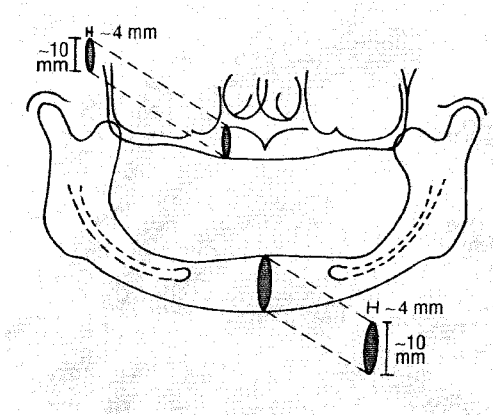
Total Dişsiz Mandibula Kemiklerinin Sınıflandırması



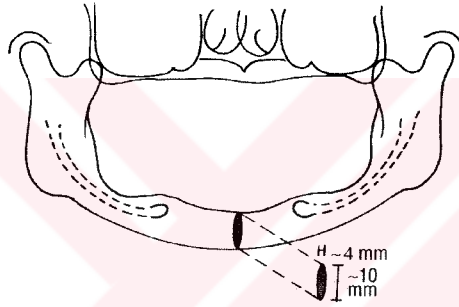
Grup A: Bu tipte maksilla ve mandibulada her tür endosteal implantı yerleştirmek için yeterli kemik miktarı vardır. Mandibulada implantlar interforaminal bölgeye yerleştirilir. Perio-overdenture veya distal kanatlı köprüler kullanılabilir.



Grup B: Bu gruptaki mevcut kemik genişliği grup A'dan daha azdır. Maksilla ve mandibulada silindir ve vida implantların daha küçük formları yerleştirilebilir. İmplant ile kemik temas yüzeyini artırmak için abutment sayısı artırılmalıdır.



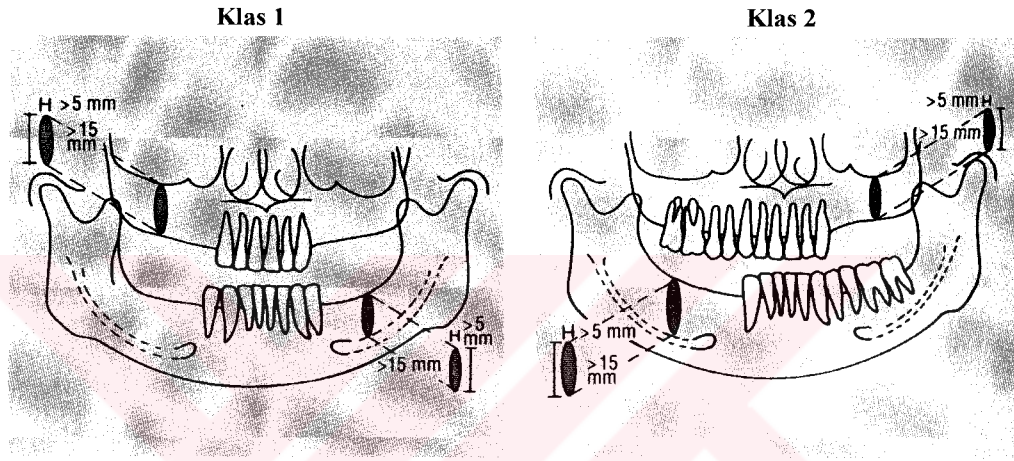
Grup C: Mevcut kemik, dişsiz mandibulanın interforaminal bölgesine, kısa vida ve silindir tip implant yerleştirilmesine olanak sağlar. Bazı vakalarda inferior alveoler sinir yerinin değiştirilmesi, artırımı veya sinüs yükseltme (sinüs lift) işlemleri gerekebilir.



Grup D: Bu tipte hem bazal kemik hem alveoler proses rezorbe olmuştur. Bu nedenle endosteal implantların yerleştirilmesi uygun değildir. İmplant destekli protezler, sadece preprotetik cerrahi işlemlerden sonra yapılabilir.

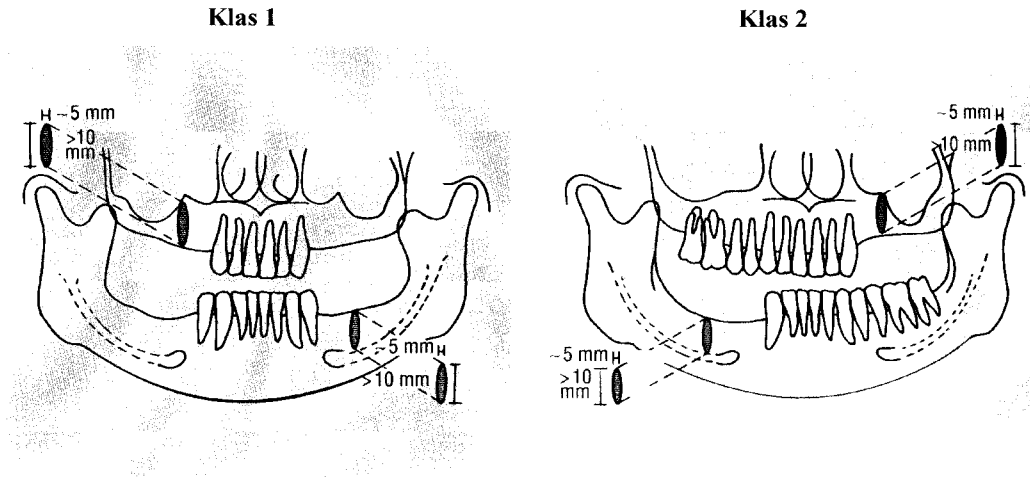
Parsiyel Dişsiz Mandibula Kemiklerinin Sınıflandırması

Grup A (Klas 1 ve 2): Anterior bölgede doğal dişleri olan ve tek veya çift taraflı dişsiz sonlanan vakalar, bu sınıfa girer. Mevcut kemik miktarı, doğal diş veya implant destekli köprüler için yeterlidir. İmplantların sayısı, karşit dentisyona ve eksik dişlerin sayısına bağlıdır (Resim-10).



Resim-10: Grup A (Klas 1 ve 2)

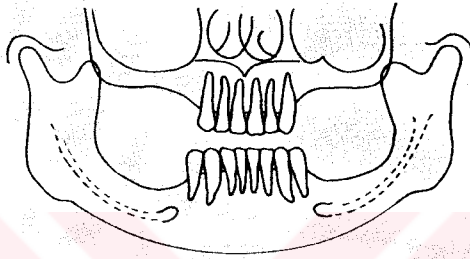
Grup B (Klas 1 ve 2): Bu tipte mevcut kemik miktarı, ancak küçük vida, blade ve silindirik tipte implant yerleşimi için yeterlidir. Bazı vakalarda tutuculuğu sağlamak için, birden fazla implant yüklemek gerekebilir (Resim-11).



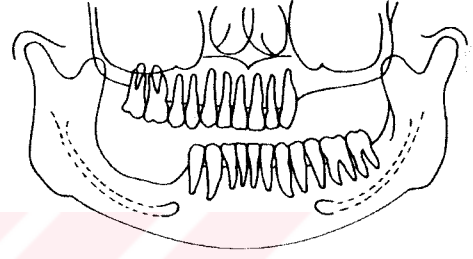
Resim-11: Grup B (Klas 1 ve 2)

Grup C (Klas 1 ve 2): Bu grupta, mevcut kemik vida veya silindir tipte implantlar için yeterli değildir. Son yıllarda bu vakalarda, sinüs yükseltme işlemleri ve inferior alveoler sinir yerinin yeniden düzenlenmesi sonrası implant tedavisi yapılabilmektedir (Resim-12).

Klas 1



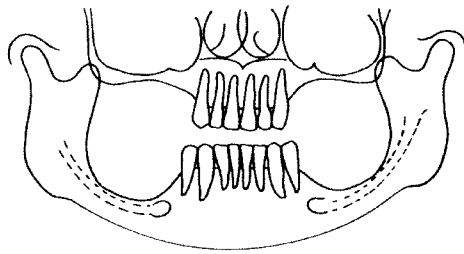
Klas 2



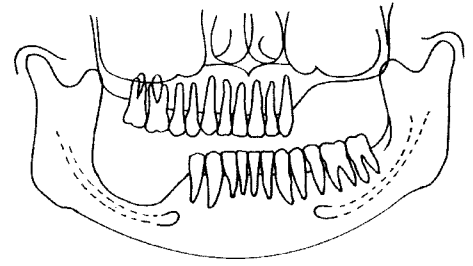
Resim-12: Grup C (Klas 1 ve 2)

Grup D (Klas 1 ve 2): Bu vakalarda, ileri derecede kemik atrofisi nedeniyle, geleneksel hareketli protezler endikedir (Resim-13).

Klas 1



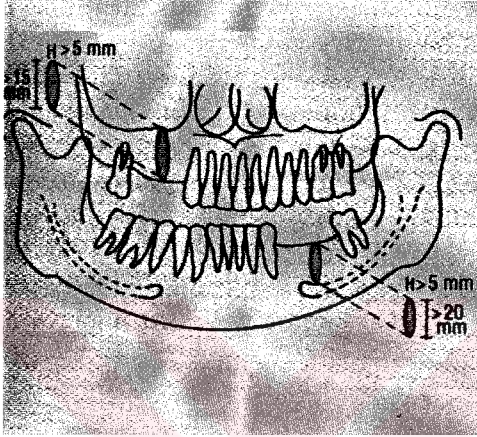
Klas 2



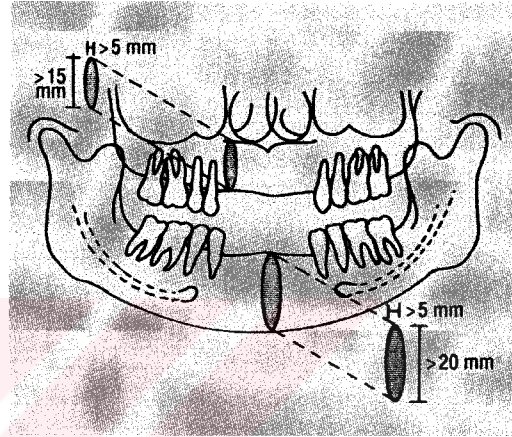
Resim-13: Grup D (Klas 1 ve 2)

Grup A (Klas 3 ve 4): Bu tip hastalar, vida ve silindir tipte implantların yerleştirilmesi için yeterli kemiğe sahiptir. İmplantların sayısı, dişsiz boşluğun uzunluğuna ve planlanan protez üst yapısına bağlıdır (Resim-14).

Klas 3



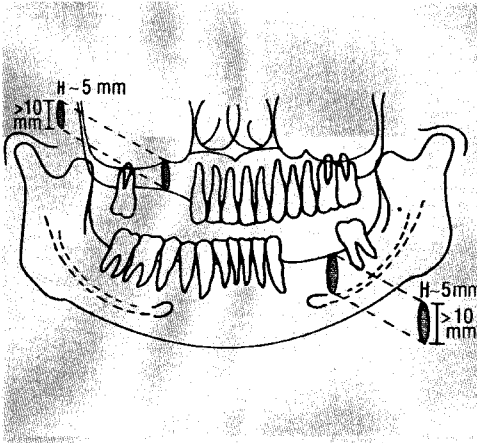
Klas 4



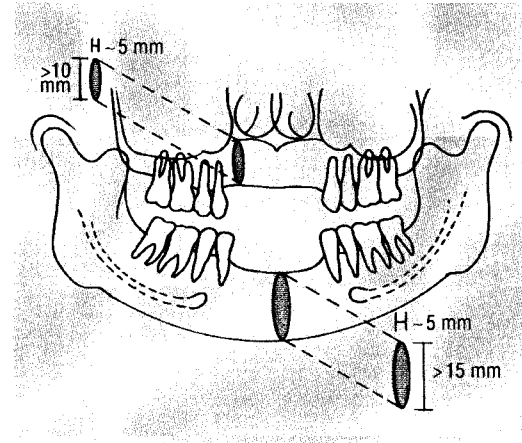
Resim-14: Grup A (Klas 3 ve 4)

Grup B (Klas 3 ve 4): Bu hasta grubunda uzun dişsiz boşluklardaki kemik miktarı, implant destekli sabit köprü restorasyonları için yeterlidir. Bazı hekimler, bu vakalarda blade implantların kullanılmasını önermektedirler (Resim-15).

Klas 3

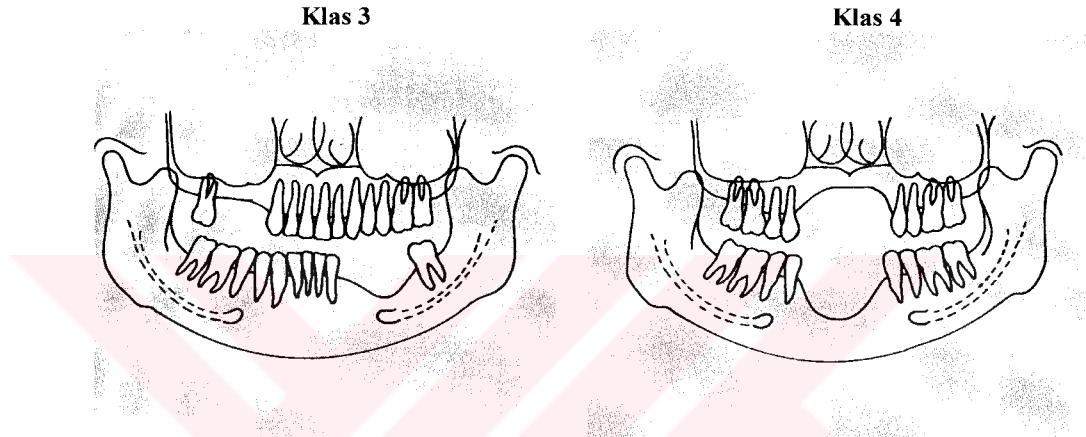


Klas 4



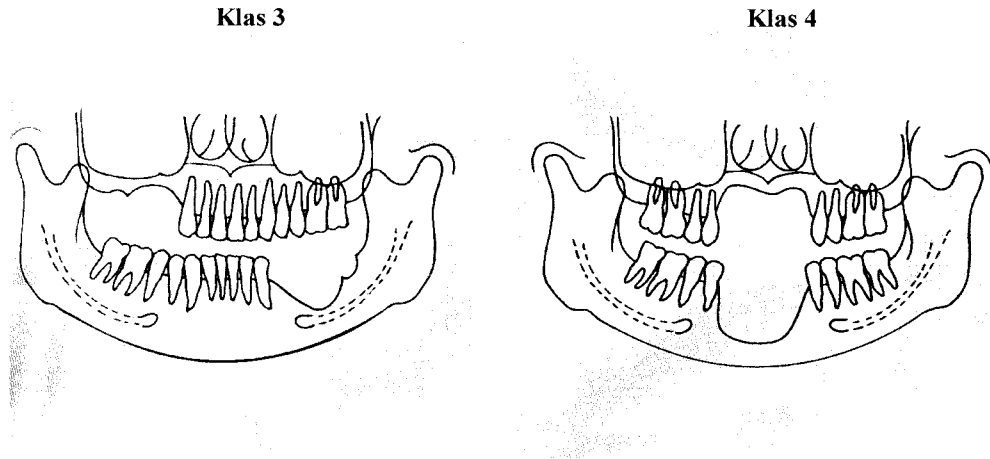
Resim-15: Grup B (Klas 3 ve 4)

Grup C (Klas 3 ve 4): Klas 3 ve uzun dişsiz bölgedeki kemik miktarı, endosteal implantları yerleştirmek için yeterli değildir. Bazı vakalarda, sinüs yükseltme veya mandibular sinir yerinin yeniden düzenlenmesi sonrası, dental implant tedavisi yapılabilir. Klas 4 durumlarda ise, fonksiyonel ve estetik nedenlerden ötürü, kısa vida ve silindir tipte implantlar endikedir (Resim-16).



Resim-16: Grup C (Klas 3 ve 4)

Grup D (Klas 3 ve 4): İleri derecede kemik rezorpsiyonu nedeniyle, endosteal implantların yerleştirilmesi uygun değildir. Bu durumda geleneksel parsiyel protezler tercih edilmelidir (Resim-17).



Resim-17: Grup D (Klas 3 ve 4)

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'ndan temin edilen 6 adet kuru, tam dişsiz erişkin insan mandibulası kullanıldı. Her bir mandibula üzerinde 1. premolar dişlerden 3. molar dişler bölgesine kadar 5 mm aralıklarla her yarım çenede 6 adet olmak üzere toplam 72 kesit bölgesi belirlendi⁶⁰ (Resim-18).

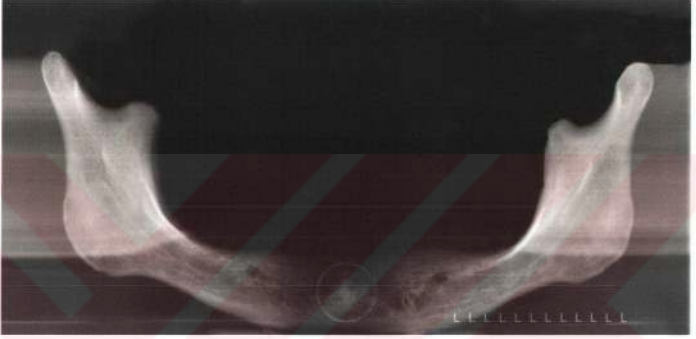


Resim-18: Kesit Bölgeleri Çizilmiş Mandibula Kemikçi.

Kesit bölgelerinden panoramik radyografi, geleneksel (enine kesitli) ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri elde edildi.

Panoramik radyografi görüntüleri Orthopantomograph OP100 (Instrumentarium, Finlandiya) cihaz ile 57 kV, 2 mA ve 17,6 sn ışınlama süresi ayarlaması ve 15x30 cm Kodak screen kaset, T-Mat G film (Eastman Kodak, Rochester, Newyork) kullanılarak elde edildi.

Panoramik radyografların, cihazın fokal trough mesafesi içinde elde edilmesini sağlamak için her bir mandibulanın simfiz bölgesinin ortasına metal bir yüzük yerleştirildi³⁸. Yüzüğün sapma göstermeyen görüntüsü elde edildikten sonra, mandibulalar hep aynı şekilde konumlandırılarak panoramik radyografi görüntüleri elde edildi (Resim-19).



Resim-19 :Yüzük Yerleştirilmiş Mandibula Kemikinin Panoramik Radyografi Görüntüsü.

Panoramik radyografi görüntüleri üzerinde kesitlerin yerlerini belirlemek için 3 mm uzunlukta ortodontik teller, mandibula kret tepesi ve mandibula alt kenarı üzerine yapıştırıldı. Bu tellere ve mandibula alt sınırına dik olacak şekilde 2 cm uzunluğundaki teller mandibula bukkal yüzeyi üzerine, vertikal yönde yerleştirildi. Mandibular kanalın yerini belirlemek için ise, foramen mandibulada mandibular kanal içerisine metal bir tel yerleştirildi⁷⁴ (Resim-20). Panoramik radyografi görüntüleri bu şekilde elde edildi (Resim-21).



Resim-20: Teller Yerleştirilmiş Mandibula Kemigi.



Resim-21: Teller Yerleştirilmiş Mandibulanın Panoramik Radyografi Görüntüsü.

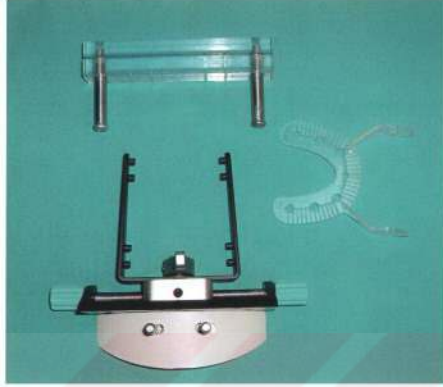
Mandibula kret tepesi ve mandibula alt kenarı üzerine yapıştırılmış olan teller arası mesafe M_1 , mandibulanın vertikal yüksekliği olarak belirlendi. Alveoler kret tepesinden mandibular kanalın üst sınırı arasındaki mesafe ise M_2 olarak adlandırıldı⁶⁰.

Görüntülerdeki magnifikasyon miktarını belirlemek amacıyla her bir mandibula için şeffaf akrilikten plak hazırlanarak, üzerine, 5 mm çapında metal bilyeler premolar ve molar dişler bölgesine gelecek biçimde yerleştirildi.

Geleneksel tomografi için OP100 panoramik cihazın lineer tomografi opsiyonu kullanılarak enine kesitli görüntüler elde edildi. Bu amaçla DLP (Direct Laser Positioning) sistemi kullanıldı.

DLP Sistemi

Bu sistem makinede özel bir yazılım programı, lazer ışını ünitesi ve aksesuar çubuklarından oluşmaktadır. Doğru pozisyon ve doğru tomografik düzlemi elde etmek için makinenin hareketleri yazılım programı ile kontrol edilebilmektedir. Lazer ışınları, görüntülenmek istenen bölgedeki tomografik düzlem açılara çapraz olacak şekildedir. İşlem sırasında doğru pozisyonu elde etmek için fabrikasyon olarak hazırlanmış aksesuar çubukları kullanılır. Silikon esaslı ölçü maddesi ile ısırtma çubukları kullanılarak, oklüzal yüzeylerin kayıtları alınır. Alınan bu oklüzal kayıtlar yardımıyla, istenen bölge ve pozisyon ayarları yapılabilmektedir. Tomografik düzlemler ile implant açısı arasındaki paralelliği sağlamak için ısırtma çubuğu aşağı-yukarı yönde $\pm 15^\circ$ eğimlendirilebilir. Bu fonksiyon, özellikle mandibulanın arka bölgesi için etkili olmaktadır. Lazer ışınları, direkt olarak oklüzal yüzey ölçüsü üzerindeki tomografik düzlemleri gösterir. Görüntüler silikon esaslı ölçü maddesi ile alınan ölçü, ısırtma çubuğu üzerinde konumlandırılarak elde edilmektedir⁷¹ (Resim-22).



Resim-22: DLP Sisteminde Kullanılan Aparatlar.

Geleneksel enine kesitli görüntüler elde edilirken, üretici firmanın önerisi doğrultusunda, standart panoramik kaset grid kaset ile, kolimatör tomografi kolimatörü ile değiştirildi. Her bir mandibuladan, ısırtma çubukları kullanılarak silikon esaslı ölçü maddesi ile kayıt alındı. Mandibulalar, alınan kayıt ve özel aksesuar çubukları yardımıyla konumlandırıldı. Her bir kesitin görüntüsü elde edilirken lazer ışıkları, yukarıda açıklandığı şekilde ayarlandı. Magnifikasyon belirlemesi için her bir kesit bölgesinin görüntüsü elde edilirken, 5 mm çapında bilyeler kullanıldı. Radyograflar, T-Mat G film kullanılarak 57 kV, 2 mA, bölgeye göre 24,6 (premolar bölgesi) ve 23,4 sn (molar bölgesi) ışınlama süresi ayarları ve 3 mm kesit kalınlığında elde edildi (Resim-23).

Premolar Bölgesi



Molar Bölgesi



Resim-23 : Geleneksel (Enine Kesitli) Tomografi Görüntüleri.

Panoramik radyografi ve geleneksel (enine kesitli) tomografi ile elde edilen tüm görüntüler, standart şartlar altında otomatik banyo (Velopex, Medivance Instruments, Londra) ile banyo edildi.

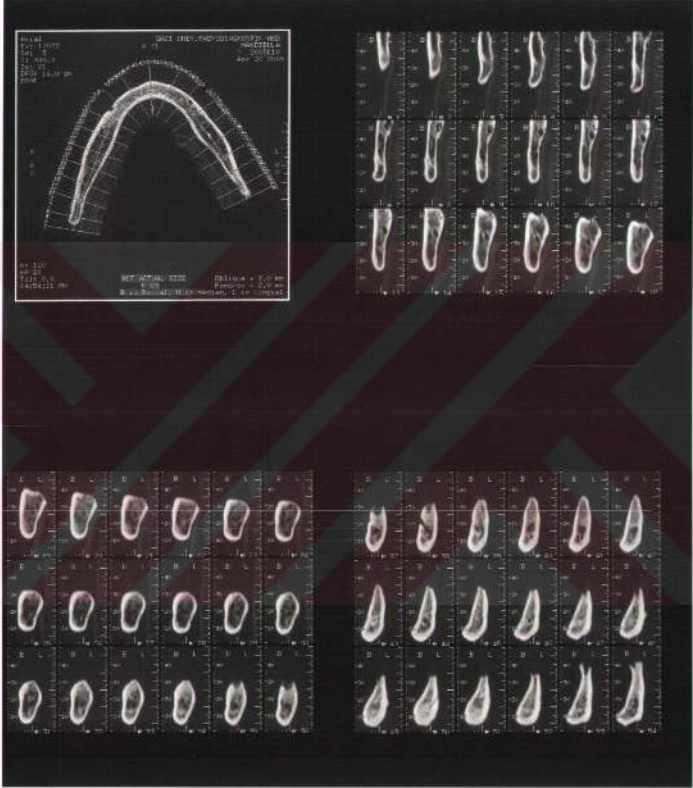
Geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde M_1 ve M_2 mesafelerinin yanısıra aşağıda bildirilen mesafeler ölçüldü^{71,74}:

M_3 Mandibula kret tepesinden 5 mm aşağıdaki bukko-lingual genişlik.

M_4 Mandibular kanal çevresindeki bukko-lingual genişlik.

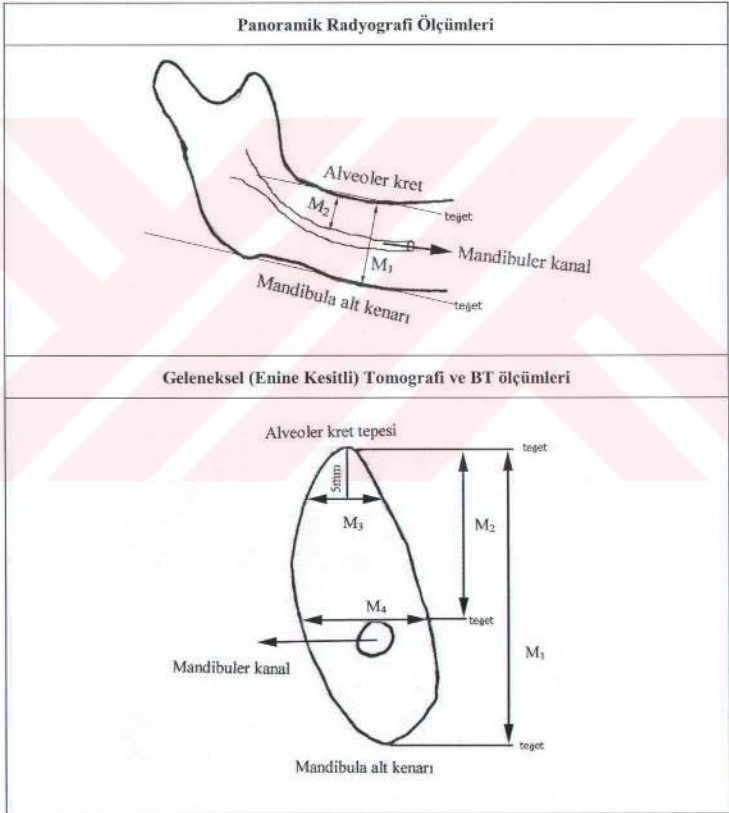
BT görüntüleri Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda Highspeed CTI (GE Medical Systems, Milwaukee, ABD) cihazında, mandibula alt sınırına paralel olarak aksiyel düzlemde, 1 mm'lik ardışık kesitler, 16 cm görüntü alanı, 120 kV, 20 mA ve 512x512 matris parametreleri ile kemik algoritmi kullanılarak elde edildi. 1 mm kalınlıkta elde edilen aksiyel kesitler, birçok çalışmada olduğu gibi^{2,42,48,71} DentaScan (General Electric Medical System, Slough, Berks, İngiltere) ile yeniden düzenlenerek reformat görüntüler

oluşturuldu. Reformat görüntülerin enine kesitli kesitleri kullanılarak M₁, M₂, M₃, M₄ mesafeleri için ölçümler yapıldı (Resim-24).



Resim-24: BT Görüntüleri.

Ölçümler, negatoskop ışığı altında, görüntüler üzerine şeffaf asetat kağıdı yerleştirildikten sonra mandibula alt sınırına teğet bir çizgi ve ölçüm yapılacak bölgelere bu teğetten dikmeler çizilerek⁶⁰, tek araştırmacı tarafından^{49,77} 0,01 mm hassasiyete sahip dijital bir kumpas^{42,50,71} (Mitutoyo, Andover, İngiltere) kullanılarak yapıldı (Resim-25). Aynı araştırmacı ölçümleri 3 haftalık aralıklarla 3 defa tekrarladı^{60,71}.



Resim-25: Ölçümler

Panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri elde edildikten sonra % 2'lik formik asit solüsyonunda bekletilen mandibula kemikleri, birçok çalışmada olduğu gibi^{42,50,60,74,89} işaretlenen bölgelerden 1 mm kalınlıkta karbon separe ile kesilerek gerçek değerler belirlendi (Resim- 26). Görüntüler üzerinden yapılan ölçümler ile gerçek mandibula değerleri karşılaştırıldı.



Resim-26 : Mandibula Kesitleri.

İstatistiksel Analiz

Panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde belli aralıklarla 3'er defa tekrarlanan ölçümlerdeki istatistiksel ilişkileri ortaya çıkarmak için Pearson korelasyon katsayıları hesaplandı. Pearson korelasyon katsayıları, bu ölçümler arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü bulmak amacıyla hesaplandı. Eğer ölçümler arasında kuvvetli bir ilişki varsa, Pearson korelasyon katsayısının istatistiksel olarak anlamlı çıkması beklenir.

Her bir yöntem ile elde edilen görüntüler üzerinde yapılan mesafe ölçümlerinin gerçek mandibula değerleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi tekniği kullanıldı. İki'den fazla grubun aynı anda istatistiksel olarak karşılaştırılması amacıyla tek yönlü varyans analizi yapıldı. Karşılaştırılan ölçümler arasında bir farklılık olduğu ortaya çıktığında, "hangi iki grup birbirinden farklıdır?" sorusuna cevap bulmak için çoklu karşılaştırma testlerine başvuruldu. Mesafe ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğu durumlar için çoklu karşılaştırma testlerinden Dunnett t-testi uygulandı.

Panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler, kendi arasında da istatistiksel olarak karşılaştırıldı. M_1 ve M_2 mesafeleri her üç yöntemde (panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi) de değerlendirildi, M_3 ve M_4 mesafeleri ise sadece geleneksel ve bilgisayarlı tomografi yöntemleri kullanılarak değerlendirildi. Bu nedenle M_1 ve M_2 mesafe ölçümleri karşılaştırılırken tek yönlü varyans analizi tekniği, M_3 ve M_4 mesafe ölçümleri için ise t-testi kullanıldı. T-testi sadece iki grubun istatistiksel olarak karşılaştırılması amacıyla kullanıldı. M_3 ve M_4 mesafe ölçümleri arasında nasıl bir farklılık olduğunu saptamak amacıyla t-testi kullanıldı.

BULGULAR

Bu çalışmada her bir mandibula üzerinde 12 kesit bölgesi belirlendi. Her bir kesitten panoramik radyografi görüntüleri üzerinde 2 (M_1 ve M_2), geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile kuru mandibulalar üzerinde 4 (M_1 , M_2 , M_3 , M_4) mesafe ölçümü yapıldı ve bu ölçümler belli aralıklarla 3'er defa tekrarlandı. Toplam 3024 ölçüm yapıldı.

Panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile kuru mandibulalar üzerinde 3'er defa tekrarlanan M_1 , M_2 , M_3 , M_4 mesafe ölçümleri için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir (Tablo-1).



PARAMETRE	Ölçümler	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3
Panoramik Radyografi (M ₁ mesafesi)	Ölçüm 1	1	1,000	1,000
	Ölçüm 2		1	1,000
	Ölçüm 3			1
Panoramik Radyografi (M ₂ mesafesi)	Ölçüm 1	1	1,000	1,000
	Ölçüm 2		1	1,000
	Ölçüm 3			1
Geleneksel Tomografi (M ₁ mesafesi)	Ölçüm 1	1	1,000	1,000
	Ölçüm 2		1	1,000
	Ölçüm 3			1
Geleneksel Tomografi (M ₂ mesafesi)	Ölçüm 1	1	1,000	1,000
	Ölçüm 2		1	1,000
	Ölçüm 3			1
Geleneksel Tomografi (M ₃ mesafesi)	Ölçüm 1	1	0,999	0,994
	Ölçüm 2		1	0,996
	Ölçüm 3			1
Geleneksel Tomografi (M ₄ mesafesi)	Ölçüm 1	1	0,996	0,997
	Ölçüm 2		1	0,998
	Ölçüm 3			1
BT (M ₁ mesafesi)	Ölçüm 1	1	1,000	1,000
	Ölçüm 2		1	1,000
	Ölçüm 3			1
BT (M ₂ mesafesi)	Ölçüm 1	1	1,000	1,000
	Ölçüm 2		1	1,000
	Ölçüm 3			1
BT (M ₃ mesafesi)	Ölçüm 1	1	0,999	0,994
	Ölçüm 2		1	0,995
	Ölçüm 3			1
BT (M ₄ mesafesi)	Ölçüm 1	1	0,999	0,997
	Ölçüm 2		1	0,997
	Ölçüm 3			1
Gerçek Değerler (M ₁ mesafesi)	Ölçüm 1	1	0,998	0,997
	Ölçüm 2		1	0,996
	Ölçüm 3			1
Gerçek Değerler (M ₂ mesafesi)	Ölçüm 1	1	0,999	0,995
	Ölçüm 2		1	0,996
	Ölçüm 3			1
Gerçek Değerler (M ₃ mesafesi)	Ölçüm 1	1	1,000	1,000
	Ölçüm 2		1	1,000
	Ölçüm 3			1
Gerçek Değerler (M ₄ mesafesi)	Ölçüm 1	1	0,996	0,994
	Ölçüm 2		1	0,997
	Ölçüm 3			1
Toplam	Ölçüm 1	1	1,000	1,000
	Ölçüm 2		1	1,000
	Ölçüm 3			1

Tablo-1: Pearson Korelasyon Tablosu

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi tüm parametrelerde ve tüm parametrelerin toplamında ölçümler arasındaki korelasyon katsayıları 0,994 ile 1 arasında değişmektedir. Bu katsayılar 0,01 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur ($P < 0.01$). Dolayısıyla ölçümler arasında mükemmele yakın bir uyum olduğu % 99 güven düzeyinde söylenebilir.

Panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde yapılan M_1 , M_2 , M_3 , M_4 ölçümleri gerçek mandibula değerleri ile Dunnett t-testi kullanılarak karşılaştırıldı.

M_1 mesafesi (Mandibula kret tepesi ve mandibula alt kenarı arasındaki mesafe=mandibulanın vertikal yüksekliği) için yöntemlerin ortalaması ile gerçek değerlerin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı % 95 güven düzeyinde söylenebilir ($P > 0,05$). Yapılan ölçümlerle ilgili analiz sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir (Tablo-2).

Yöntem	Kontrol	Ortalama Fark	St. Hata	P değeri	% 95'lik Güven aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Panoramik Radyografi	Gerçek	,79889	1,06437	,794	-1,7148	3,3125
Geleneksel Tomografi	Gerçek	-,61181	1,06437	,892	-3,1255	1,9018
BT	Gerçek	-,22444	1,06437	,993	-2,7381	2,2892

Tablo-2 : M_1 Mesafesi İçin Dunnett T-testi Sonuçları

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olmamasına rağmen, panoramik radyografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin ortalaması, gerçek mandibula değerlerinin ortalamasından yaklaşık 0,79 mm daha uzun iken, geleneksel tomografi ölçümlerinin ortalaması, gerçek değerlerin ortalamasından yaklaşık 0,61 mm daha kısa ve BT ölçümlerinin ortalaması, gerçek değerlerin ortalamasından yaklaşık 0,22 mm daha kısa olarak değerlendirildi.

.M₂ mesafesi (Alveoler kret tepesi ile mandibular kanalın üst sınırı arasındaki mesafe) için yöntemlerin ortalaması ile gerçek değerlerin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı % 95 güven düzeyinde söylenebilir (P>0,05). Yapılan ölçümlerle ilgili analiz sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir (Tablo-3).

Yöntem	Kontrol	Ortalama Fark	St. Hata	P değeri	% 95'lik Güven aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Panoramik Radyografi	Gerçek	,85090	,86077	,637	-1,1856	2,8874
Geleneksel Tomografi	Gerçek	-,24162	,84616	,985	-2,2436	1,7604
BT	Gerçek	-,51915	,82124	,866	-2,4622	1,4238

Tablo-3 : M₂ Mesafesi İçin Dunnet T-testi Sonuçları

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olmamasına rağmen, panoramik radyografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin ortalaması, gerçek mandibula değerlerinin ortalamasından yaklaşık 0,85 mm daha uzun iken, geleneksel tomografi ölçümlerinin ortalaması, gerçek değerlerin ortalamasından yaklaşık 0,24 mm daha kısa ve BT ölçümlerinin ortalaması, gerçek değerlerin ortalamasından yaklaşık 0,51 mm daha kısa olarak değerlendirildi.

M₃ mesafesi (Mandibula kret tepesinden 5 mm aşağıdaki bukko-lingual genişlik) ve M₄ mesafesi (Mandibular kanal çevresindeki bukko-lingual genişlik) için sadece geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde ölçümler yapılmış, panoramik radyografi görüntüleri üzerinde bukko-lingual yöndeki değerlendirmeler yapılmamıştır.

M₃ mesafesi (Mandibula kret tepesinden 5 mm aşağıdaki bukko-lingual genişlik) için yapılan ölçümler dikkate alındığında yöntemler ve gerçek değerlere ait ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu % 95 güven düzeyinde söylenebilir. Öyleyse bu film türlerine ait ortalamaların gerçek değer ortalamalarından farklı olup olmadığına bakmak gerekir. Bu amaçla yapılan ikili karşılaştırma sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir (Tablo-4).

Yöntem	Kontrol	Ortalama Fark	St. Hata	P değeri	% 95'lik güven aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Geleneksel Tomografi	Gerçek	-,72472	,22031	,002	-1,2153	-,2341
BT	Gerçek	-,31333	,22031	,266	-,8039	,1773

Tablo-4 : M₃ Mesafesi İçin İkili Karşılaştırma Sonuçları

Tablodan görüldüğü gibi, geleneksel tomografi ölçümlerinin ortalaması ile gerçek değerlerin ortalaması arasındaki fark (-0.72472) istatistiksel olarak önemli bulundu ($P=0.002<0.01$). Dolayısıyla ortalama farkın işaretini de dikkate alarak bukko-lingual genişlik parametresinde gerçek değer ortalamasının, geleneksel tomografi ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede büyük olduğu % 99 güven düzeyinde söylenebilir.

BT ölçümlerinin ortalaması ile gerçek değerlerin ortalaması arasındaki fark (-0.31333) istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($P=0.266>0.05$). Dolayısıyla gerçek değerlerin ortalaması ile BT ölçümlerinin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı % 95 güven düzeyinde söylenebilir.

M₄ mesafesi (Mandibular kanal çevresindeki bukko-lingual genişlik) için yapılan ölçümler dikkate alındığında yöntemler ve gerçek değerlere ait ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı % 95 güven düzeyinde söylenebilir ($P>0,05$). Yapılan ölçümlerle ilgili analiz sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir (Tablo-5).

Yöntem	Kontrol	Ortalama Fark	St. Hata	P değeri	% 95'lik Güven aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
GelenekselTomografi	Gerçek	-,68792	,28488	,061	-1,3223	-,0535
BT	Gerçek	-,34583	,28488	,372	-,9802	,2886

Tablo-5: M₄ Mesafesi İçin Dunnett T-testi Sonuçları

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olmamasına rağmen, geleneksel tomografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin ortalaması, gerçek mandibula değerlerinin ortalamasından yaklaşık 0,68 mm daha kısa ve BT ölçümlerinin ortalaması, gerçek değerlerin ortalamasından yaklaşık 0,34 mm daha kısa olarak değerlendirildi.

Panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi ölçümleri, kendi arasında da istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. M_1 ve M_2 mesafeleri her üç yöntemde panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografide, M_3 ve M_4 mesafeleri ise sadece geleneksel ve bilgisayarlı tomografi yöntemleri kullanılarak değerlendirildi. Bu nedenle M_1 ve M_2 mesafe ölçümleri karşılaştırılırken ikiden fazla grup olduğu için tek yönlü varyans analizi tekniği, M_3 ve M_4 mesafe ölçümleri için ise iki grup olduğu için t-testi kullanıldı.

M_1 mesafesi için panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi ölçümlerine ait ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı % 95 güven düzeyinde söylenebilir ($P>0,05$). Yapılan analiz sonuçları ve ortalama değerler aşağıdaki tablolarda verilmektedir (Tablo-6 ve 7).

Yöntem	Ortalama	Alt Sınır	Üst Sınır	St. Sapma
Panoramik Radyografi	22,7928	21,2932	24,2924	6,38160
Geleneksel Tomografi	21,3821	19,8897	22,8745	6,35099
BT	21,7694	20,2641	23,2748	6,40599

Tablo-6: Tanımlayıcı İstatistikler Tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	P değeri
Gruplar Arası	76,496	2	38,248	,940	,392
Gruplar İçi	8668,856	213	40,699		
Toplam	8745,351	215			

Tablo-7: Tek Yönlü Varyans Analizi Tablosu

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamasına rağmen panoramik ölçümlerinin geleneksel tomografi ölçümlerinden yaklaşık 1,41 mm, BT ölçümlerinden ise yaklaşık 1,02 mm daha büyük olduğu, BT ölçümlerinin de geleneksel tomografi ölçümlerinden yaklaşık 0,38 mm büyük olduğu görülmektedir.

M₂ mesafesi için panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi ölçümlerine ait ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı % 95 güven düzeyinde söylenebilir (P>0,05). Yapılan analiz sonuçları ve ortalama değerler aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir (Tablo-8 ve 9).

Yöntem	Ortalama	Alt Sınır	Üst Sınır	St. Sapma
Panoramik Radyografi	11,9425	10,6095	13,2754	5,02369
Geleneksel Tomografi	10,7758	9,4385	12,1131	5,04014
BT	10,7519	9,4390	12,0649	4,94817

Tablo-8 : Tanımlayıcı İstatistikler Tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	P değeri
Gruplar Arası	66,568	2	33,284	1,381	,254
Gruplar İçi	4651,809	193	24,103		
Toplam	4718,377	195			

Tablo-9 : Tek Yönlü Varyans Analizi Tablosu

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamasına rağmen panoramik ölçümlerinin geleneksel tomografi ölçümlerinden yaklaşık 1,16 mm, BT ölçümlerinden ise yaklaşık 1,19 mm daha büyük olduğu, geleneksel tomografi ölçümlerinin de BT ölçümlerinden yaklaşık 0,02 mm daha büyük olduğu görülmektedir.

M₃ mesafesi için geleneksel ve bilgisayarlı tomografi ölçümlerine ait ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı % 95 güven düzeyinde

söylenbilir ($P>0,05$). Yapılan analiz sonuçları ve ortalama değerler aşağıdaki tabloda görülmektedir (Tablo-10).

Yöntem	Ortalama	St. Sapma	St. Hata	T	P	Ortalama Fark	Farkın St.Hatası	Farkın % 95'lik güven aralığı	
								Alt Sınır	Üst Sınır
Geleneksel Tomografi	7,0385	1,35117	,15924	-1,84	,067	-,41139	,22318	-,852	,029
BT	7,4499	1,32687	,15637	-1,84	,067	-,41139	,22318	-,852	,029

Tablo-10: M₃ Mesafesi İçin T-testi Sonuçları

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamasına rağmen, BT ölçümlerinin geleneksel tomografi ölçümlerinden yaklaşık 0,41 mm daha büyük olduğu görülmektedir.

M₄ mesafesi için geleneksel ve bilgisayarlı tomografi ölçümlerine ait ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı % 95 güven düzeyinde söylenbilir ($P>0,05$). Yapılan analiz sonuçları ve ortalama değerler aşağıdaki tabloda görülmektedir (Tablo-11).

Yöntem	Ortalama	St. Sapma	St. Hata	T	P	Ortalama Fark	Farkın St.Hatası	Farkın % 95'lik güven aralığı	
								Alt Sınır	Üst Sınır
Geleneksel Tomografi	8,5528	1,70607	,20106	-1,2	,231	-,34208	,28409	-,903	,219
BT	8,8949	1,70302	,20070	-1,2	,231	-,34208	,28409	-,903	,219

Tablo-11: M₄ Mesafesi İçin T-testi Sonuçları

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamasına rağmen, BT ölçümlerinin geleneksel tomografi ölçümlerinden yaklaşık 0,34 mm daha büyük olduğu görülmektedir.

İmplant öncesi tedavi planlamasında görüntüler üzerinde yapılan ölçüm hatasının 1 mm'den az olması istenir⁷⁸. Bu nedenle her bir yöntemle elde edilen tüm ölçümlerde, gerçek değerlere kıyasla yapılan hatalar ± 1 mm aralığında değerlendirildi⁴⁴. Yani, ölçülen değer, gerçek değerden 1 mm veya daha fazla uzun ölçülmüşse yapılan hata +1mm ($+1\text{mm} < \text{Hata}$) olarak, ölçülen değer, gerçek değerden 1 mm veya daha fazla kısa ölçülmüşse yapılan hata -1mm ($\text{Hata} < -1\text{mm}$) olarak değerlendirildi. Eğer ölçülen değer, gerçek değere kıyasla 1mm'den daha az oranda kısa veya uzun ölçülmüşse, yapılan hatanın $-1\text{mm} < \text{Hata} < +1\text{mm}$ aralığında olduğu belirlendi.

M₁ mesafesi için ölçümlerde yapılan hata oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo-12).

Yöntem	Hata < -1mm	-1mm < Hata < +1mm	+1mm < Hata
Panoramik Radyografi	% 19,4	% 80,6	% 0
Geleneksel Tomografi	% 2,8	% 83,3	% 13,9
BT	% 0	% 97,2	% 2,8

Tablo-12 : M₁ Mesafesi Hata Oranları Tablosu

M₂ mesafesi için ölçümlerde yapılan hata oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo-13).

Yöntem	Hata < -1mm	-1mm < Hata < +1mm	+1mm < Hata
Panoramik Radyografi	% 20,7	% 79,3	% 0
Geleneksel Tomografi	% 25,8	% 53,2	% 21
BT	% 0	% 91,4	% 8,6

Tablo-13 : M₂ Mesafesi Hata Oranları Tablosu

M₃ mesafesi için ölçümlerde yapılan hata oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo-14).

Yöntem	Hata < -1mm	-1mm < Hata < +1mm	+1mm < Hata
Geleneksel Tomografi	% 0	% 81,9	% 18,1
BT	% 0	% 100	% 0

Tablo-14: : M₃ Mesafesi Hata Oranları Tablosu

M₄ mesafesi için ölçümlerde yapılan hata oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo-15).

Yöntem	Hata<-1mm	-1mm<Hata<+1mm	+1mm<Hata
Geleneksel Tomografi	% 0	% 88,9	% 11,1
BT	% 0	% 98,6	% 1,4

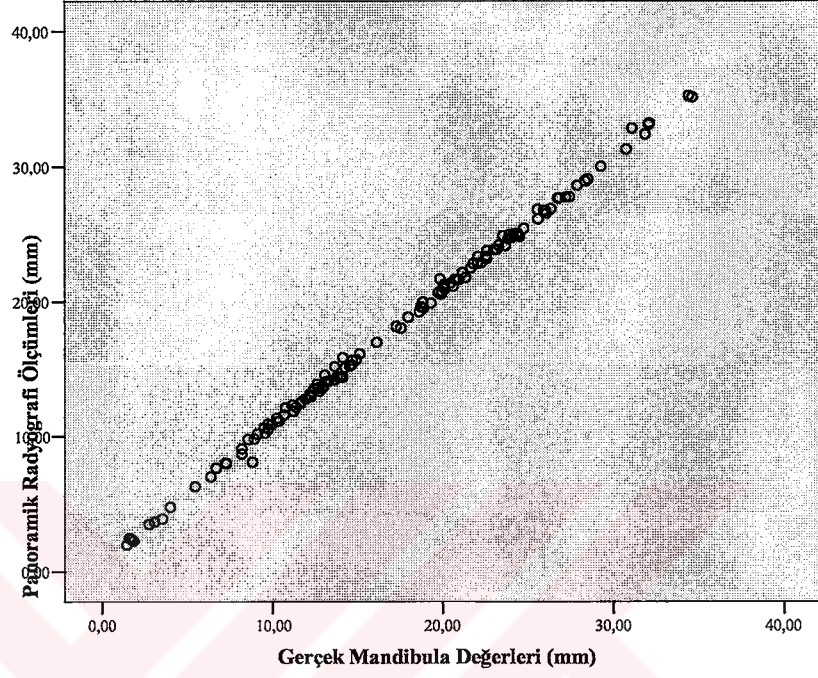
Tablo-15 : M₄ Mesafesi Hata Oranları Tablosu

Panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi ölçümleri, mesafeler dikkate alınmadan toplam olarak değerlendirildiğinde izlenen hata oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo-16).

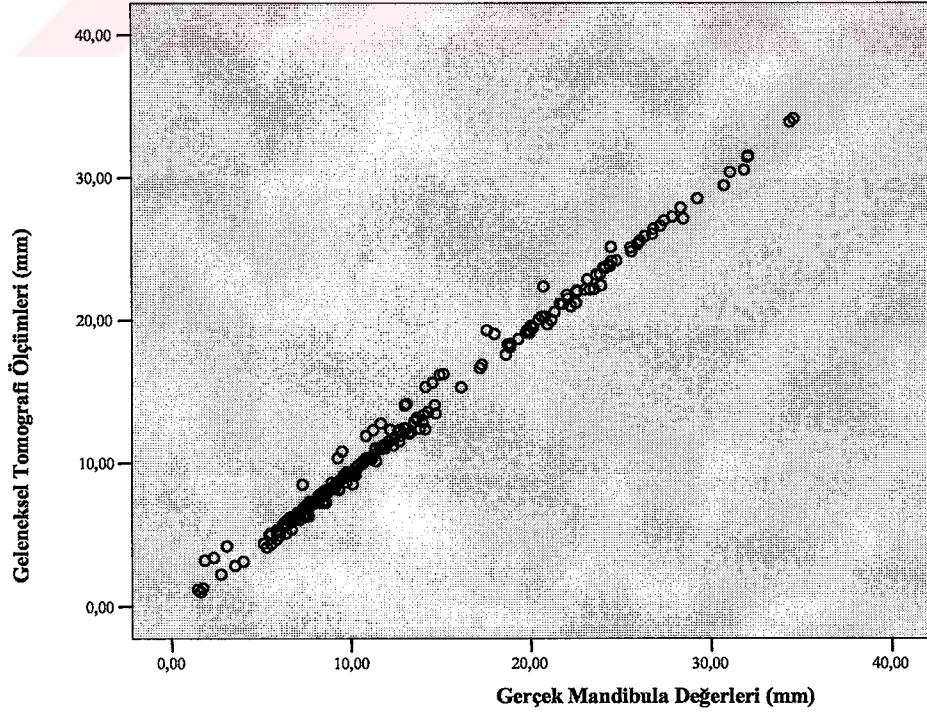
Yöntem	Hata<-1mm	-1mm<Hata<+1mm	+1mm<Hata
Panoramik Radyografi	% 20	% 80	% 0
Geleneksel Tomografi	% 6,5	% 77,7	% 15,8
BT	% 0	% 96,9	% 3,1

Tablo-16: Tüm Parametrelerin Hata Oranları Tablosu

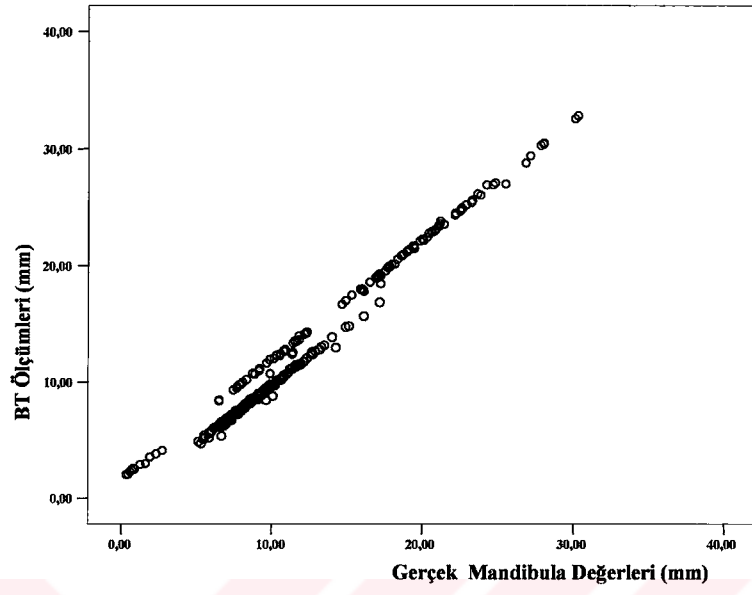
Grafikler



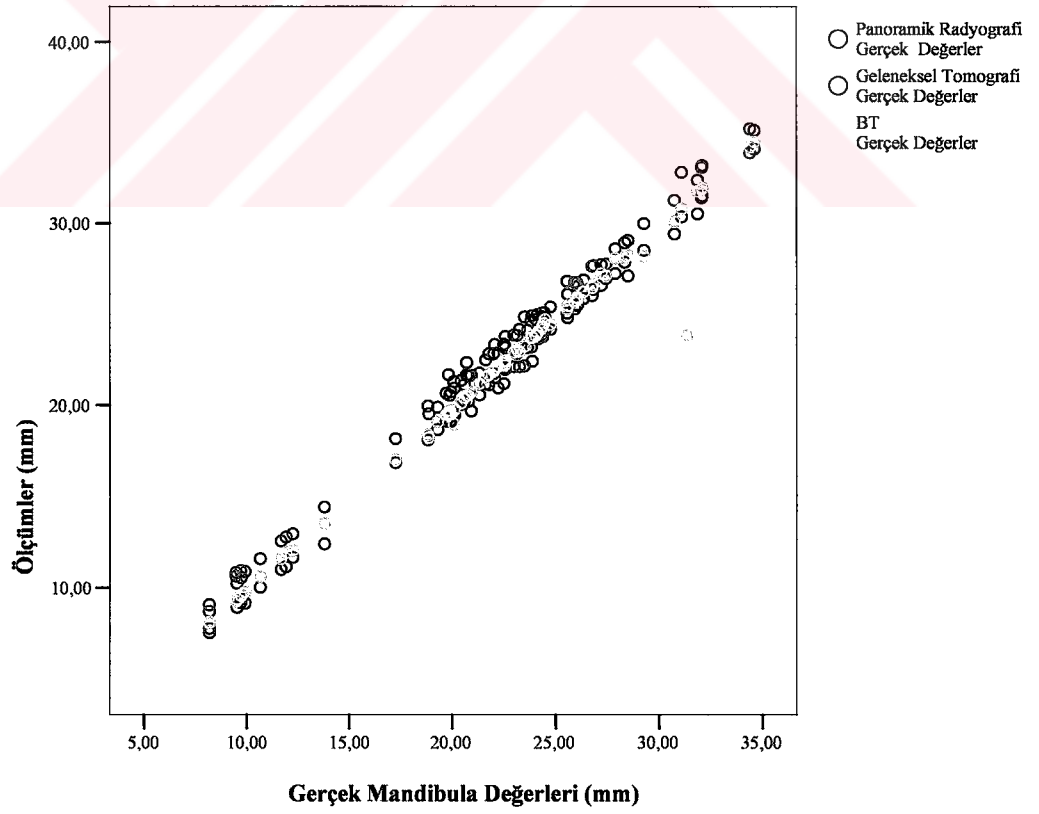
Grafik-1: Panoramik radyograflarda yapılan ölçümler ile gerçek mandibula değerleri



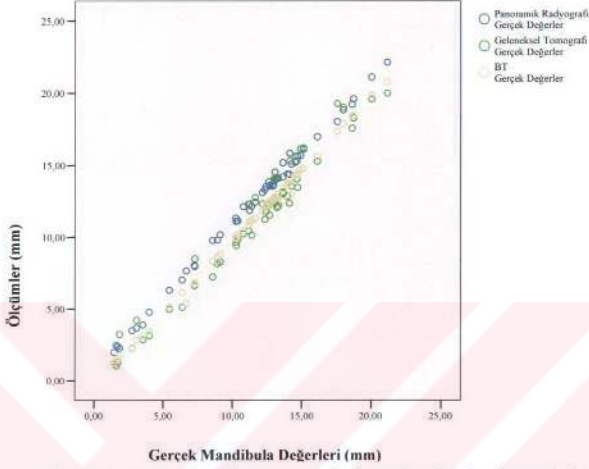
Grafik-2: Geleneksel (enine kesitli) tomografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler ile gerçek mandibula değerleri



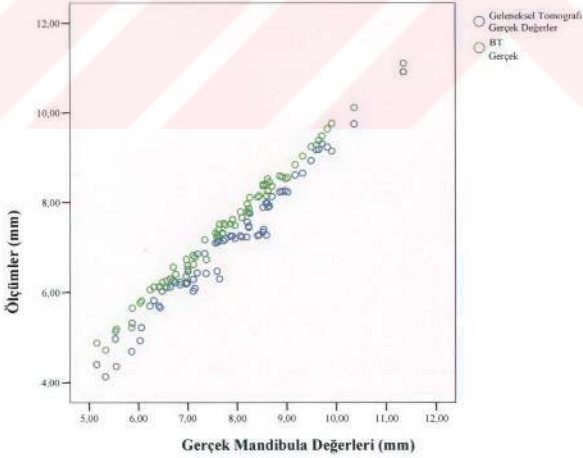
Graik-3 : BT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler ile gerçek mandibula değerleri



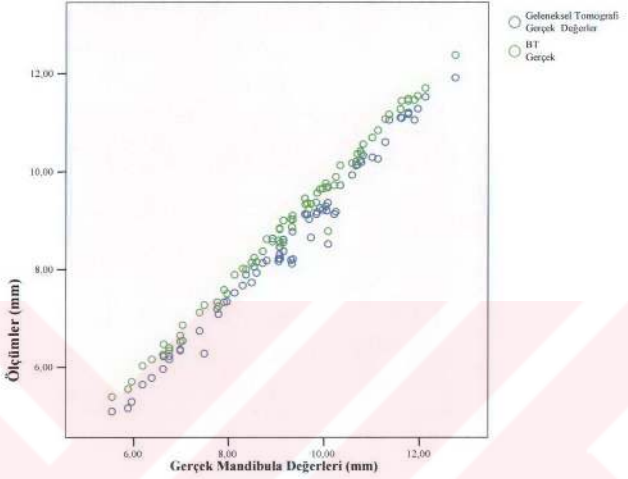
Grafik-4 : M₁ mesafesi için tüm yöntemlerde yapılan ölçümler ile gerçek değerler



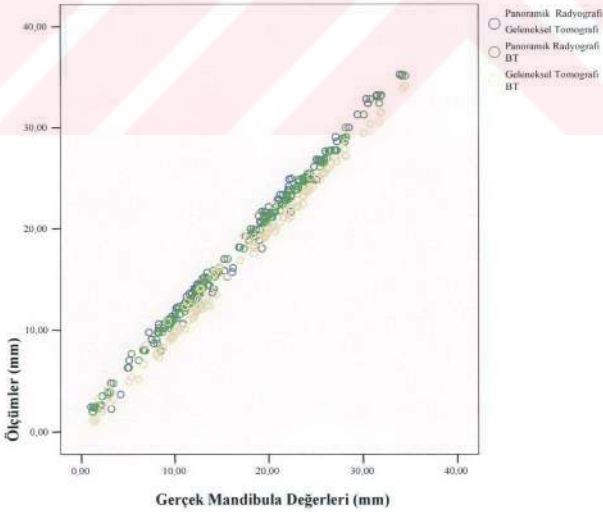
Grafik-5: M₂ mesafesi için tüm yöntemlerde yapılan ölçümler ile gerçek değerler



Grafik-6 :M₃ mesafesi için tüm yöntemlerde yapılan ölçümler ile gerçek değerler



Grafik-7: M₁ mesafesi için tüm yöntemlerde yapılan ölçümler ile gerçek değerler



Grafik-8 : Tüm yöntemlerde yapılan ölçümler ile gerçek değerler

TARTIŞMA

Bu çalışmada implant öncesi tedavi planlamasında, mandibulanın posterior bölgesindeki mandibular kanalın yerinin tespit edilmesinde kullanılan panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntülerinin etkinliği araştırılmıştır.

Mandibulanın anterior bölgesindeki dişlerin replase edilmesinde osseointegre dental implantlar başarıyla kullanılmaktadır. Ancak, maksilla ve posterior mandibulada vital anatomik yapılara zarar vermemek için daha doğru diagnostik bilgiye gereksinim vardır. İki boyutlu radyografik görüntüler, kemik kalınlığı ve vital yapıların bukko-lingual yöndeki yerleşimi hakkında bilgi vermez. Mandibular ve insiziv kanallar ile maksiller sinüsün bukko-lingual yöndeki yerleşimi, implant yerleştirilecek bölgedeki kemiğin şekli, dansitesi ve kortikal kemik miktarını doğru olarak belirleyebilmek için görüntüleme teknikleri gereklidir¹⁰³.

Son yıllarda, implant yerleştirme öncesi en yaygın kullanılan radyografik inceleme, panoramik radyografidir. Panoramik radyografi, çenelerin anatomik ve yapısal özellikleri hakkında bilgi sağlayabilen dar ışın radyografisidir. Bu radyografi, maksilla ve mandibuladaki mevcut kemik miktarı, dansitesi, sinüsler, gömülü dişler, kemik hastalıkları ve simetrilerin görüntülenmesi için yeterlidir. Genellikle kemik yapısını ve mandibular kanalın üst sınırından alveoler kret tepesine kadar olan mesafeyi belirleyebilir^{74,91}. Eğer kemik genişliği ve lingual andırkat, tecrübeli bir cerrah tarafından yeterli olarak değerlendirilirse, 2 boyutlu bir radyografi görüntüsü üzerinde yapılan vertikal boyut ölçümü, implant boyunun tespiti için yeterli olacaktır³⁵.

Sıklıkla başvurulmasına rağmen, panoramik radyografinin oral implantolojide bir değerlendirme aracı olarak kullanılması tartışmalıdır. Görüntüde keskinliğin olmaması, magnifikasyon ve distorsiyon meydana gelmesi nedeniyle güvenilirliği sınırlıdır. Magnifikasyon faktörlerinin hesaplanmasında metal bilye içeren akrilik stentler geniş ölçüde kullanılır^{9,15}.

Görüntülerde meydana gelen magnifikasyondan, X ışını kaynağı ve film arasındaki objenin pozisyonu sorumludur. Panoramik görüntü, hem magnifikasyon hem de konumlandırma hatalarından etkilenir. Horizontal mesafe ölçümleri güvenilirmez iken, vertikal ölçümler nispeten güvenilirdir. Radyografik görüntüler üzerindeki yapıların boyutları, gerçek boyutlara oranla distorsiyon, konumlandırma hataları ve magnifikasyon nedeniyle değişmektedir. Farklı panoramik makineler ile elde edilen görüntülerde oluşan magnifikasyon miktarı sabit değildir. Panoramik makine üreticileri, ürettikleri makine ile ilgili standart bir magnifikasyon miktarı belirlemesine rağmen, aynı üretici tarafından yapılırsa bile, magnifikasyon faktörü makineden makineye de değişebilmektedir. Amir ve arkadaşları⁵, horizontal, vertikal ve oblik yönde ölçümler yaparak magnifikasyon indekslerini değerlendirmişler ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermese de, üreticinin belirlediği değerlerden daha düşük değerler bulmuşlardır.

Panoramik radyografi görüntülerinde meydana gelen magnifikasyon miktarları, birçok çalışmada araştırılmış, bölgeye ve yöne (horizontal ve vertikal) göre değişen farklı sonuçlar bulunmuştur. Bir çalışmada¹¹⁴ horizontal yönde % 20-35 , vertikal yönde ise % 17,5-32 oranında, başka bir çalışmada⁸⁰ horizontal ve vertikal yönde aynı olmak üzere anterior bölgede % 30-33, posterior bölgede ise % 30,6-% 31,4 oranında, bazı çalışmalarda^{12,60} ise hem horizontal hem vertikal yönde % 30 oranında bulunmuştur. Bu değerlere göre, tüm çalışmalardaki araştırmacılar, kullanılan makinelerin farklılığı ve değerlendirme yöntemleri gibi faktörler nedeniyle değişik sonuçlar elde edildiği söylenebilir. Bu nedenle panoramik radyografi görüntüleri kullanılarak yapılacak ölçümlerde, radyopak belirleyiciler içeren stentler ile magnifikasyonun belirlenmesi, daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Bu çalışmada hem panoramik hem geleneksel tomografik görüntüler üzerinde yapılan ölçümler için, 5 mm çapında metal bilyelerin yerleştirildiği akrilik stentler kullanılmış ve magnifikasyonun % 28-34 (ortalama % 31) oranında olduğu bulunmuştur.

Dişsiz hastalarda konumlandırma, ağız açıklığı nedeniyle daha zordur. Görüntüler üzerinde görülen magnifikasyon ve distorsiyon, dişli hastalara göre daha şiddetlidir.

Eğer ışınlama (expojur) sırasında hastanın protezleri takılırsa konumlandırma hataları en aza indirilerek mandibula, stabilize olur. Ancak ışınlama sırasında protezlerin takılması önerilmez. Bu nedenle dişsiz mandibulanın panoramik radyografi görüntüleri ile değerlendirilmesinde, hasta konumlandırması doğru yapılamazsa, bu tekniğin yeterli olmayacağı bildirilmiştir⁹.

Bazı araştırmacılar, operasyon öncesi vertikal kemik yüksekliğinin belirlenmesi için yapılan planlamada, panoramik radyografinin yetersiz olduğuna inanmaktadırlar^{55,96}. Lindh ve arkadaşları, histolojik kesitlerden elde edilen görüntülerle panoramik radyografi görüntülerini karşılaştırmışlar, panoramik görüntülerdeki vertikal mesafe ölçümlerinin gerçek değerlerden düşük olduğunu bulmuşlardır. Ancak, mandibulanın posterior bölgesinde mandibular kanalın seyri ve vertikal kemik yüksekliği hakkında yeterli bilgi edinileceğini belirtmektedirler. Ayrıca kemik yüksekliğinin az ölçülmesi, yerleştirilecek implant boyutunun belirlenmesi açısından bir komplikasyon riski yaratmaz⁶⁰. Öte yandan, mandibulanın posterior bölgesindeki mandibular kanal üst sınırının panoramik radyografi görüntülerinin % 36'sında belirlenemediği ve yapılan ölçümlerin 0,4 mm daha fazla olduğu bazı çalışmalarda gösterilmiştir^{60,96}. Mandibular kanal ve foramen mentalenin üst sınırını panoramik radyografi ile belirlemek zordur, yapılan ölçümlerde farklılıklar görülmesi, inferior alveoler sinirin sensor değişiklikleri ile ilgili olabilir⁸. Bu çalışmada, panoramik radyografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin yaklaşık % 19,4'ünde alveoler kretten mandibular kanalın üst sınırına kadar olan mesafe ölçülememiştir. Ölçümlerin % 80,6'sında ise gerçek değerlere kıyasla hata oranları dikkate alındığında, değerlerin % 63,9'unda yapılan hatanın 1mm'den az olduğu, % 16,7'sinde ise 1mm'den daha fazla oranda kısa ölçümler yapıldığı bulunmuştur.

Mandibulanın posterior bölgesine implant yerleştirilen hastaların operasyon sonrası sensor değişim prevelansı % 37 olabilir, ancak kalıcı değişimlerin, hastaların % 13'ünü etkilediği bildirilmiştir¹⁰⁹.

İmplant öncesi değerlendirmenin önemli bir bölümü, klinik bulgulara ek olarak mevcut kemik yapılarının radyografik görüntülerini elde etmektir. Bu aşamada basit bir

görüntüleme tekniği olarak, panoramik radyografi düşünülebilir²⁷. Ancak son yıllarda, çeşitli çekim tekniklerinde enine kesitli görüntülemenin gerekli olduğu tartışılmaktadır³⁵. Birçok araştırmacı implant yerleştirilmesi planlanan hastalar için çeşitli enine kesitli görüntüleme yöntemlerini önermektedir^{12,60,61,87,89,106}.

Panoramik radyografi tek başına, çenelerin 3 boyutlu görünümü hakkında bilgi sağlayamaz. İmplant cerrahisi öncesi, bukko-lingual yönde mevcut kemik ve komşu anatomik yapılarla olan ilişkilerin belirlenmesinde, enine kesitli görüntülemeye gereksinim vardır. Enine kesitli görüntüleme için geleneksel spiral, lineer, hiposikloidal, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme teknikleri kullanılmaktadır^{60,74,78,90,115}.

Tomografinin implant yerleştirilecek bölgedeki vital anatomik yapıların belirlenmesinde diğer radyografik tekniklerden üstün olduğu gösterilmiştir. Özellikle, mandibulanın posterior bölgesindeki mandibular kanal ve ağız tabanına hasar verme riskini azaltmak amacıyla, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi kullanılmaktadır¹⁴. Serhal ve arkadaşları, mandibulanın posterior bölgesine implant yerleştirilirken panoramik radyografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin gerçek değerlerden daha fazla görüldüğünü, bu nedenle enine kesitli görüntülemenin, rutin bir endikasyon olması gerektiğini belirtmektedirler⁸⁹.

Panoramik görüntüleme sistemlerinin çoğunda, enine kesitli görüntüleme seçeneği vardır. Bu durum oral implantoloji ile ilgilenen diş hekimlerinin ilgisini çekmiştir. Dişhekimleri, implant öncesi değerlendirmede teşhis ve tedavi planlaması ile, restorasyon fazında ise komplike radyografi ekipmanlarıyla ilgilenmektedirler. Yeni görüntüleme sistemleri, üreticiler tarafından test edilmiş olsa da, bu sistemlerin doğru ve kullanışlı olup olmadıklarının bağımsız olarak değerlendirilmesi gerekir. Enine kesitli görüntüleme performansı değerlendirmeleri, panoramik cihazların enine kesitli görüntü elde etme opsiyonlarının kullanıma yeni girmiş olması nedeniyle yetersizdir⁷⁷. Bu çalışmada, mandibulanın posterior bölgesindeki mandibular kanalın yerinin belirlenmesi ve bukko-lingual genişlik ölçümlerinde, geleneksel tomografi olarak OP100 panoramik cihazın lineer tomografi opsiyonunun kullanılmasıyla elde edilen enine kesitli

görüntülerden yararlanılmıştır. Bu sistemlerin kullanılmasından önceki implant vakalarının çoğunda rutin olarak, panoramik radyografi ve reformat BT görüntüleri kullanılmaktaydı. Oral implantolojide operasyon öncesi değerlendirmede, bu iki görüntüleme yöntemi de kullanılmakla birlikte, panoramik cihazlarla elde edilen enine kesitli görüntüleme, yeni bir uygulamadır.

OP100 ile enine kesitli görüntüler elde etmek için, Orto Trans programı gereklidir. Hasta konumlandırması için sadece ısırtma çubukları kullanılır. Optimal görüntüler elde etmek için, lazer ışıkları istenen bölge üzerinde ayarlanır. Üretici firma, cihazın lineer tomografi opsiyonu ile enine kesitli görüntü elde etme sırasında standart panoramik kasetin grid kaset ile değiştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu nedenle enine kesitli görüntüler için, Kodak 15x30 cm grid kaset kullanılmıştır.

Geleneksel tomografi görüntülerinde meydana gelen magnifikasyon miktarı bazı çalışmalarda^{42,74,77} % 40 oranında, başka bir çalışmada¹⁰³ % 27,1-27,9 oranında, diğer bir çalışmada³⁵ % 52 oranında bulunurken, bir çalışmada¹² ise % 30 oranında bildirilmektedir. Bu çalışmadaki magnifikasyon miktarı ise, yaklaşık % 40 oranında bulunmuştur.

Potter ve arkadaşları⁷⁷, iki farklı panoramik makinenin enine kesitli görüntüleme seçeneğini kullanarak, alveoler kretin mandibular kanala olan uzaklığını değerlendirmişler ve altın standarttan yaklaşık 1 mm'den az oranda daha kısa ölçümler yapıldığını bulmuşlardır. İmplant öncesi tedavi planlamasında görüntüler üzerinde yapılan ölçüm hatasının, 1 mm'den az olması istenir¹¹⁴. Bu durum, klinik kullanım için önemli bir fark olarak kabul edilmez. BT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerde belirlenen hata oranlarının, 0,5-2 mm arasında olduğu bildirilmektedir⁷¹. Bu çalışmada BT görüntüleri üzerinde, mandibular kanalın üst sınırının alveoler krete olan uzaklığı için yapılan ölçümlerin, kuru mandibula değerlerinden yaklaşık 0,51 mm daha kısa olduğu belirlenmiştir.

Görüntüler üzerinde yapılan mesafe ölçümleri açısından BT, geleneksel tomografiden daha doğru sonuçlar veren bir yöntemdir. Naitoh ve arkadaşlarının⁷¹ enine kesitli tomografiyi kullandıkları çalışmada fantomlardan elde edilen tomografik görüntülerde genişlik ve

yükseklik farklılıkları 1 mm'den az bulunmuştur. Ayrıca 3. molar bölgesinden elde edilen geleneksel tomografi görüntülerinde, tomografik düzlemleri ayarlamaadaki zorluklar nedeniyle mandibular ramusun engelleyici gölgesi meydana gelmiştir. Aynı çalışmada geleneksel tomografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin BT'ye oranla daha fazla hata içermesinin, görüntü kalitesinin kötü olmasına bağlı olmadığı, düzlemlerin ayarlanmasındaki zorluktan kaynaklandığı belirtilmektedir. Bu hipotez Petrokowski ve arkadaşları⁷⁵ tarafından da desteklenmiştir. Büyük ve pahalı Comm CAT IS-2000 (Imaging Sciences, Roebing, NJ) dışındaki tüm geleneksel tomografik cihazların, hastalardaki optimal tomografik düzlem açılarını ayarlamaada yetersiz olduğu bildirilmektedir⁴⁵.

Kaepler⁵², panoramik teknik bazlı Orthophos Plus (Sirona, Almanya) ile elde edilen tomografik görüntüleri değerlendirmenin, transvers geleneksel tomogramları değerlendirmekten daha zor olduğunu ve daha dar tomografik açı nedeniyle komşu bölgelerin hafif bulanık görüldüğünü belirtmektedir. Bu programlarda, ışınlama ve banyo hatalarından başka, doğru hasta konumlandırması yapılamaması gibi kullanıcıya bağlı bazı faktörler de etkili olmaktadır. Ayrıca magnifikasyonun da belirlenmesi gerekir. Todd ve arkadaşları¹⁰³, lineer tomografi ile BT'yi karşılaştırmışlar, lineer tomografi için magnifikasyonun % 28 oranında, BT için % 4 oranında olduğunu bulmuşlardır.

Bu araştırmada geleneksel enine kesitli görüntülerin elde edilmesi sırasında, tomografi düzlemlerini ayarlamaada zorluklarla karşılaşmış, ancak çok sayıda yapılan tekrarlar sonrasında istenen görüntüler elde edilmiştir. Araştırmanın kuru mandibula kemikleri üzerinde yapılması bu konuda avantaj sağlamış, tekrarlayan ışınlamalar ile hastaların yüksek dozda radyasyona maruz kalması engellenmiştir.

Panoramik makine ile elde edilen tomografinin, reformat BT'ye göre bazı avantajları olduğu bilinmektedir. Geleneksel tomografide hastanın aldığı radyasyon dozu BT'ye göre daha düşüktür⁸⁶. Panoramik cihaz, ancak BT'nin bulunmadığı dental kliniklerde etkili şekilde kullanılabilir¹¹⁴.

Lineer tomografinin, endodontik cerrahi öncesi kök apeksinden inferior alveoler kanala olan mesafenin doğru olarak belirlenmesinde ve kök yüzeylerinin bukkal ve lingual kenarlarla olan ilişkilerinin belirlenmesinde, yararlı olduğu bildirilmiştir. Diğer çalışmalarda lineer tomografinin, mevcut kemiğin konfigürasyonu, şekli, boyutu, anatomik yerleşiminin belirlenmesi, inferior alveoler kanal bifurkasyonları, bukkal-lingual kortikal ekspansiyon, odontojenik veya non-odontojenik kaynaklı patolojiler ile maksiller sinüsler ve gömülü mandibular 3. molar bölgesinin görüntülenmesinde 3 boyutlu bilgi sağladığı gösterilmiştir^{54,58,67,91}.

Lineer tomografinin, implant öncesi değerlendirmede mevcut kemik miktarı ve kalitesiyle ilgili bilgi sağladığı, implant bölgesine uygun sabit protezin boyu, giriş yolu, genişliği ve alveoler kret morfolojisinin doğru olarak belirlenmesinde en iyi radyografik yöntemlerden biri olduğu bildirilmektedir⁵³. Öte yandan lineer tomografide tomografik hareket sırasında kaynak-görüntü mesafesi, kaynak-obje mesafesi ve obje-görüntü mesafesindeki değişimler nedeniyle, sabit magnifikasyondan bahsetmek zordur. Ayrıca tüp hareketi nedeniyle objelerin bulanık görülmesi, diğer bir dezavantajdır¹⁰³. Butterfield ve arkadaşları¹⁰³, lineer tomografinin, mandibuladaki 5 bölgenin 3'ünde inferior alveoler kanalı distorse olarak yansıttığını, kanalın yerini doğru olarak belirleyemediğini ve implant değerlendirmesi için birçok sınırlılıkları olduğunu göstermişlerdir¹⁶. Lineer tomografi görüntülerinin % 14-50'sinde, mandibular kanal pozisyonunun belirlenemediği gösterilmiştir. Bu çalışmada geleneksel tomografi görüntülerinin, % 13,9'unda mandibular kanal net olarak izlenememiştir.

Çok düzlemli BT (Multiplanar BT=MPR-BT) görüntülerinin, gerçek değerlerle kıyaslandığında % 90'dan fazla oranda 1 mm'den az hata vermesi nedeniyle, yüksek düzeyde doğru bir teknik olduğu belirtilmektedir⁴². BT'de geleneksel tomografik görüntülere kıyasla kesit kalınlığının azalması, minimal geometrik distorsiyon olması ve anatomik yapıların daha iyi görünmesi önemli avantajlar sağlamaktadır.

Klinge ve arkadaşlarına⁵⁵ göre kadavra örneklerinde mandibular kanalın belirlenmesinde, BT % 100, geleneksel tomografi % 61, intraoral radyografi % 72'den az ve

panoramik radyografi % 64'ten az hassasiyete sahiptir. Hanazawa ve arkadaşlarına⁴² göre mandibular kanal pozisyonunun belirlenmesinde, gerçek değerlere kıyasla BT'de % 94 oranında 1 mm'den az hata bulunurken, bu oran geleneksel tomografide % 39, intraoral radyografide % 53 ve panoramik radyografide % 17 bulunmuştur. Çalışmamızda, panoramik radyografi görüntülerinin % 19,4'ünde, geleneksel tomografi görüntülerinin % 13,9'unda, BT görüntülerinin % 2,8'inde mandibular kanal belirlenememiştir.

Geleneksel tomografi, istenen enine kesitli görüntüleri açıkça göstermesine rağmen, siyahlıkların düzensizliği nedeniyle gölge karışmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, tomografik görüntüleri okumak için tecrübeye gereksinim vardır. Buna karşın, BT görüntülerinde bulanıklık yoktur. MPR-BT görüntüleri nettir ve bölgenin anatomisi bilindiği zaman kolaylıkla değerlendirilebilir. Geleneksel tomografide Scanora'da (Soredex, Finlandiya) 4 görüntü, OP100'de ise 3 görüntü seri olarak elde edilir, ancak görüntülerin sadece biri nettir. BT görüntüleri ise, tek bir veriden elde edilerek birçok düzlemde kesitler elde edilebilir. X ışını tüpünün tek lineer hareketi nedeniyle OP100'de, Scanora'dan daha fazla hata olduğu belirtilmektedir. Mandibular kanal ölçümlerinde, Scanora ve OP100 arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür⁴². Çalışmamızda OP100 panoramik cihaz kullanılmış ve geleneksel tomografi ölçümlerinin % 6,5'inde gerçek mandibula değerlerinden 1 mm'den daha fazla oranda kısa, % 15,8'inde gerçek mandibula değerlerinden 1 mm'den daha fazla oranda uzun ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin % 77,7'sinde ise gerçek ölçümlere göre 1 mm'den az hata yapıldığı belirlenmiştir.

Son yıllarda BT'nin dental amaçlı kullanımı için, özel yazılım programları geliştirilmiştir. Bunlardan, özellikle implant planlamasında yaygın olarak kullanılan DentaScan ile sagittal veya koronal düzlemdeki aksiyel BT verilerinden reformat görüntüler elde edilmektedir¹⁰. Reformat BT görüntüleri ile mandibulada, foramen mentale-alveoler kret ve inferior alveoler kanal-alveoler kret mesafesini belirlemek mümkündür. Bu görüntüler, implant sayı ve bölgesini belirlemede güvenilir bir yöntem olmakla birlikte, implant boyunu belirlemedeki etkinlikleri daha düşüktür^{18,50}. Bunun nedeni, 3 boyutlu operasyon bölgesinin 2 boyutlu görülmesi ile ilgili olabilir.

Çalışmamızda aksiyel BT verilerinden, DentaScan kullanılarak reformat görüntüler elde edilmiş ve enine kesitli görüntüler üzerinde ölçümler yapılmıştır.

Operasyon öncesi implant planlamasında iki boyutlu reformat BT'nin implant sayısını değerlendirmede güvenilir olduğu, ancak implant boyutunu belirleme özelliklerinin kısıtlı olduğu bildirilmektedir⁵⁰. Schropp ve arkadaşları⁸⁷ implant öncesi değerlendirmede, uygun implant boyutunun belirlenmesinde geleneksel tomografinin etkinliğini değerlendirmişler ve vakaların % 87'sinde yerleştirilen implant ile tomografide belirlenen implant boyutunun aynı olduğunu bulmuşlardır. Aynı çalışmada, sadece panoramik radyografi görüntüleri kullanılarak belirlenen implant boyutu ve genişliğinin, vakaların 1/3'ünde yüklenen implant boyutu ile aynı olduğu gözlenmiştir. BT'de geleneksel tomografik görüntülere kıyasla kesit kalınlığının azalması, minimal geometrik distorsiyon olması ve anatomik yapıların daha iyi görünmesi önemli avantajlar sağlamaktadır.

Operasyon öncesi implant planlamasında, komplikasyon ihtimaline karşı ve özellikle mandibulanın posterior bölgesinde cerrahın, planlanan boyuttan daha kısa implant yerleştirme eğilimi vardır. Reformat BT görüntüleri ile, gerçek kemik yüksekliği ve ölçülen kemik arasındaki farklılık ortalama 0,4-0,5 mm'dir⁶³. Çalışmamızda BT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerde, gerçek değerler ile ölçülen değerler arasında ortalama 0,34 mm fark olduğu bulunmuştur.

Aksiyel taramalar kullanılarak elde edilen çok düzlemli reformat BT görüntüleri, yüksek maliyet ve yüksek radyasyon riskine karşın geniş ölçüde kullanılmaktadır. Tükürük bezleri gibi organların absorbe ettiği doz, BT'de geleneksel tomografiden daha fazladır³². İyi kolime edilmiş bir lineer tomografi incelemesi, BT'den dikkate değer düzeyde daha düşük doz ile enine kesitli görüntüler oluşturabilmektedir. İmplant bölgelerinin incelenmesinde, lineer tomografi hem maksilla hem mandibulada BT'den daha düşük radyasyon dozuna gereksinim duyar. Bir araştırmada panoramik, sefalometrik radyografi ve enine kesitli tomografi için her bir uygulamada alınan doz sırasıyla 0,004 mSV, 0,002 mSV ve 0,002 mSV iken BT'de ise 0,314 mSV

bulunmuştur⁵⁷. Başka bir çalışmada, bir panoramik incelemedeki etkili doz 26 μ SV, lineer tomografide her bir kesitten alınan etkili doz 1-30 μ SV iken, BT incelemesinde alınan etkili doz mandibulada 761 μ SV, maksillada ise 104 μ SV olarak bildirilmektedir³². Mandibuladaki çok sayıda implant bölgelerinin lineer tomografi değerlendirmesi, genellikle BT'den daha düşük doz gerektirirken, tüm maksiller arkın çok sayıda tomografi kesiti sırasında doz karşılaştırması yapıldığında, BT'nin dozu daha düşüktür²¹. Panoramik bazlı enine kesitli tomografi kullanılarak, BT'den daha düşük doz ile başarılı implant planlaması yapılabileceği bildirilmektedir³¹. Tek arkta 8-10 veya daha fazla implant bölgesi olan vakalarda BT'nin kullanılması, geleneksel tomografiye göre radyasyon dozunu azaltmaktadır. Ancak tek implant vakalarında geleneksel tomografi önerilmektedir^{87,106}.

Kalan kemiğin yeterli genişlik ve yükseklikte olduğu net olarak görülen basit vakalarda, klinik muayene, panoramik ve/veya intraoral radyografi görüntülerinin yeterli olduğu; daha kompleks veya kemiğin topografisi ve miktarının şüpheli olduğu durumlarda ise, film bazlı tomografi ve BT görüntülerinin tercih edilmesi gerektiği belirtilmektedir⁸⁰.

İmplant planlamasında kullanılacak görüntüleme teknikleri için dikkate alınması gereken kriterler, anatomik yapılara olan komşuluk, süperpozisyonlar, görüntü elde etme kolaylığı, görüntülerde meydana gelen distorsiyon miktarı, netlik, hasta için biyolojik risk ve maliyet gibi gereksinimleri kapsamalıdır^{27,48}. Dental radyolojide risk, medikal radyolojiden daha düşük olabilir, ancak, maksillofasiyal radyolojideki risk, genel radyolojideki geleneksel ışınlamadan alınan dozla kıyaslanabilir düzeydedir. Bu nedenle enine kesitli görüntüleme için bir sınıflama önerilir²⁷:

Klas 1: Maksillanın anterior segmenti (kanin-kanin arası)

Klas 2: Maksillada kaninlerin distalindeki posterior segmentler

Klas 3: Mandibuladaki anterior segment (kanin-kanin arası)

Klas 4: Mandibulada kaninlerin distalindeki posterior segmentler

Bu 4 farklı bölge, anatomik ve topografik yapılarla olan ilişkileri nedeniyle, klinik olarak son derece önemlidir. Mandibulada vital yapıların yerleşimi, implant cerrahisi

sırasında ağız tabanı yaralanmaları ile karşılaşma riskini artırmaktadır. Ancak, mandibulada yapılacak implant cerrahisi öncesindeki her vakada enine kesitli görüntüleme için BT'nin kullanılması, hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu artıracaktır. Sadece sınır vakalarda tedavi planlaması yapılırken, enine kesitli görüntülemenin gerektiği kabul edilmelidir.

Genellikle implant hastalarının radyografik değerlendirmesi, 3 kritere göre yapılmaktadır²⁷:

1.Tedavi planlaması ve takibinin birbirinden ayrılması gerekir. Maksilla ve mandibuladaki doğru implant uzunluğunun belirlenmesinde, düşük biyolojik risk taşıyan panoramik radyografi, implant yerleştirilmeden önce elde edilmesi gereken, standart bir radyografik inceleme gibi görünmektedir. Panoramik radyografide net olarak izlenemeyen bölgeleri değerlendirmek için intraoral radyografiye başvurulabilir.

2.Maksillada aşağıdaki durumlarda enine kesitli görüntüleme kullanılmalıdır:

-İnsiziv-kanin bölgesine tek veya çok sayıda implant yerleştirilecek vakalarda periapikal radyografide insiziv kanal genişlemesiyle birlikte, alveoler kemikte şiddetli kemik yıkımı görülen vakalar,

-Şiddetli kemik yıkımı görülen vakalar ile maksiller sinüsle yakın ilişkideki bölgeler,

-Tam dişsiz maksillaya sabit protez uygulanacak vakalar.

3.Mandibulaya sabit protez uygulanacak hastalarda, maksilla ve mandibulada klinik muayene sırasında implant yerleştirmeye elverişsiz yumuşak doku tespit edilirse, mevcut kemik hacmini değerlendirmek için geleneksel veya bilgisayarlı tomografi kullanılabilir.

Mümkün olduğunca az radyasyon dozu olarak bilinen ALARA prensibine göre AAOMR, enine kesitli görüntüleme kullanılırken 1-7 implant için geleneksel tomografiyi, 8 veya daha fazla implant bölgesi için ise BT'yi önermektedir¹⁰⁶.

Sonuçta, mandibulanın posterior bölgesinde operasyon öncesi implant planlamasında en etkili yöntemin BT olduğu görüldü. Ancak BT'nin yüksek radyasyon dozu, çoğu dental ofiste bulunmaması gibi dezavantajları vardır. Bu nedenle cerrahi öncesi buko-lingual yönde bilgi edinilmesi açısından geleneksel enine kesitli görüntülerin de yararlı olduğu izlendi. Bu yöntem hem panoramik radyografi görüntülerinde bulunmayan buko-lingual yönde bilgi sağlamakta, hem de BT'ye kıyasla oldukça düşük radyasyon dozu içermektedir. Geleneksel enine kesitli tomografi, bu çalışmada kullanılan panoramik cihazda olduğu gibi, son yıllarda üretilen birçok panoramik cihazda da mevcuttur. Bu da çoğu zaman dişhekimlerine kolay ulaşım için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Öte yandan bu cihazlarla enine kesitli görüntüler elde ederken tomografik projeksiyon açılarını ayarlama zorluklarıyla karşılaşmakta ve dar tomografik açı nedeniyle bulanık görüntüler meydana gelmektedir. Bu dezavantajları en az seviyeye indirebilmek için, hem görüntüleri elde eden personelin, hem de görüntüleri yorumlayan hekimlerin tecrübeli olması daha iyi sonuçlar alınmasına olanak sağlayacaktır.

SONUÇLAR

Bu çalışmada hem panoramik radyografi hem konvansiyonel tomografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler için, 5 mm çapında metal bilyelerin yerleştirildiği akrilik stentler kullanıldı ve panoramik görüntülerdeki magnifikasyonun yaklaşık % 31, konvansiyonel tomografi görüntülerindeki magnifikasyonun ise yaklaşık % 40 oranında olduğu bulundu. BT'deki magnifikasyonun, sabit ve önemsenmeyecek kadar düşük düzeyde olması ve metal cisimlerin artefakt oluşturması nedeniyle BT görüntülerinde radyopak belirleyici kullanılmadı.

Yapılan ölçümlerin gerçek değerlere kıyasla hata oranları dikkate alındığında, panoramik radyografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin % 80'inde, geleneksel tomografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin % 77,7'sinde, BT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin ise % 96,9'unda 1 mm'den az hata olduğu görüldü. Panoramik radyografi görüntülerinin, vertikal yükseklik ölçümlerinde oldukça iyi sonuçlar verdiği belirlendi.

Panoramik radyografi görüntülerinin % 19,4'ünde, geleneksel tomografi görüntülerinin % 13,9'unda, BT görüntülerinin ise % 2,8'inde mandibular kanalın yerinin net olarak izlenemediği saptandı. Yapılan hata oranları dikkate alındığında panoramik radyografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin % 79,3'ünde, geleneksel tomografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin % 53,2'sinde, BT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin ise % 91,4'ünde gerçek değerlere göre 1 mm'den az hata yapıldığı izlendi. Bu sonuçlara göre mandibular kanalın yerinin belirlenmesinde en doğru yöntemin BT, en az doğru yöntemin ise geleneksel tomografi olduğu söylenebilir. Bunun nedeni, geleneksel tomografi görüntülerinin bulanık olması sonucu mandibular kanalın üst sınırının net olarak görülememesi olabilir.

Geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde yapılan bukko-lingual yöndeki ölçümlerin % 81,9-100'ünde gerçek değerlere oranla 1 mm'den az hata yapıldığı saptandı. Her iki yöntemin de oldukça iyi sonuçlar verdiği görüldü.

Mandibulanın posterior bölgesine implant yerleştirilmesi için yapılan tedavi planlamasında kullanılan tekniklerden panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi ölçümlerinin, gerçek mandibula değerleriyle karşılaştırıldığında en etkili yöntemin BT olduğu görüldü. Ancak BT, yüksek radyasyon dozuna gereksinim duyan, çoğu zaman sadece medikal kliniklerde bulunan ve dental kullanım için özel yazılım programları gerektiren komplike bir yöntemdir.

Panoramik radyografi görüntüleri, vertikal yükseklik ölçümleri açısından iyi sonuçlar vermesine rağmen, buko-lingual genişlik hakkında herhangi bir bilgi sağlayamaz. Geleneksel tomografi görüntüleri ise buko-lingual yönde bilgi sağlamakla beraber, görüntü elde etme zorluğu ve dar tomografik açı nedeniyle görüntülerde bulanıklık meydana gelmesi gibi dezavantajlara sahiptir.

İmplant planlamasında kullanılacak görüntüleme yöntemi seçilirken, en doğru yaklaşım, vakaya göre seçim yapılması gibi görünmektedir. Hekim, anatomik yapılara olan komşuluklar ve mevcut kemiğin anatomisi ile ilgili herhangi bir şüphe duymuyorsa, ilk aşamada panoramik radyografi görüntüleri elde edilmeli, daha sonra yapılan değerlendirmeler doğrultusunda, kullanılacak enine kesitli görüntüleme yöntemine karar verilmelidir.

. ÖZET

MANDİBULANIN POSTERİOR BÖLGESİNE DENTAL İMPLANT YERLEŞTİRİLEBİLMESİ İÇİN MANDİBULAR KANALIN LOKALİZASYONUNU BELİRLEMEDE ÜÇ FARKLI GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİNİN KULLANILMASI

Bu çalışmanın amacı, mandibulanın posterior bölgesine implant yerleştirilmesi öncesi mandibular kanalın yerinin belirlenmesinde panoramik radyografi, geleneksel (enine kesitli) ve bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülerinin etkinliğini araştırmaktır.

Bu çalışma için 6 adet kuru, tam dişsiz erişkin insan mandibulası kullanıldı. Her bir mandibula üzerinde 1. premolar dişlerden 3. molar dişler bölgesine kadar 12 kesit bölgesi belirlendi. Kesit bölgelerinden panoramik radyografi, geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri elde edildi.

Panoramik radyograflar üzerinde M_1 ve M_2 mesafeleri ölçüldü.

M_1 : Mandibula kret tepesi ve mandibula alt kenarı arası mesafe

M_2 : Alveoler kret tepesi ile mandibular kanalın üst sınırı arasındaki mesafe

Geleneksel tomografi için OP100 panoramik cihazın lineer tomografi opsiyonu kullanılarak enine kesitli görüntüler elde edildi.

BT görüntüleri için 1 mm kalınlıkta elde edilen aksiyel kesitler, DentaScan (General Electric Medical System, UK) yazılımı ile yeniden düzenlenerek reformat görüntüler elde edildi.

Geleneksel ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde M_1 ve M_2 mesafelerinin yanısıra şu mesafeler ölçüldü:

M_3 : Mandibula kret tepesinden 5 mm aşağıdaki bukko-lingual genişlik.

M_4 : Mandibular kanal çevresindeki bukko-lingual genişlik.

Tüm görüntüler elde edildikten sonra mandibula kemikleri kesit bölgelerinden 1 mm kalınlıkta bir karbon separe ile kesilerek altın standart belirlendi. Görüntüler üzerinden yapılan ölçümler ile gerçek mandibula değerleri karşılaştırıldı.

Sonuçta, mandibulanın posterior bölgesindeki preoperatif implant planlamasında en etkin yöntemin BT olduğu görüldü, ancak BT'nin yüksek radyasyon dozu, çoğu dental ofiste bulunmaması gibi dezavantajları vardır. Öte yandan cerrahi öncesi bukkal-lingual yönde bilgi edinilmesi açısından geleneksel enine kesitli görüntülerin de yararlı olduğu izlendi. Bu yöntem panoramik radyografi görüntülerinde bulunmayan bukkal-lingual yönde bilgi sağlamak ve BT'ye kıyasla oldukça düşük radyasyon dozu içermektedir. Geleneksel enine kesitli tomografi, bu çalışmada kullanılan panoramik cihazda olduğu gibi, son yıllarda üretilen birçok panoramik cihazda da mevcuttur. Bu da çoğu zaman dişhekimlerine kolay ulaşım için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ancak bu cihazlarla enine kesitli görüntüler elde ederken tomografik projeksiyon açılarını ayarlama zorlukları karşılaşılmakta ve dar tomografik açı nedeniyle bulanık görüntüler meydana gelmektedir. Bu dezavantajları minimuma indirebilmek için, hem görüntüleri elde eden personel, hem de görüntüleri yorumlayan hekimler tecrübeli olmalıdır. Böylece daha iyi sonuçlar alınabilir.

SUMMARY

THE USE OF THREE DIFFERENT IMAGING METHODS FOR THE LOCALIZATION OF MANDIBULAR CANAL IN PLACEMENT OF DENTAL IMPLANT IN THE POSTERIOR REGION OF MANDIBLE

The purpose of this study was to investigate the efficiency of panoramic radiography, conventional (cross-sectional) and computed tomography (CT) for detection of localization of the mandibular canal before placement of implant to posterior region of mandible.

6 dry edentulous adult human mandibles were used in this study. 12 slicing areas with gaps of 5 mm between each and which are extending from 1st premolar through 3rd molar teeth were determined for each mandible. Images of panoramic radiography, conventional and computed tomography (CT) were obtained from slice areas.

M₁ and M₂ distances were measured on panoramic radiographs.

M₁: The distance between alveolar crest and the side of inferior mandible

M₂: The distance between alveolar crest and superior border of the mandibular canal

Cross-sectional images were obtained by using linear tomography option of OP100 panoramic unit for conventional tomography.

Reformatted images of 1 mm thick axial slices were obtained by DentaScan (General Electric Medical System, UK) software for CT images.

Following distances were measured on conventional and computed tomography images besides M₁ and M₂ distances:

M₃: The distance of bucco-lingual width 5 mm under mandibular crest

M₄: The distance of bucco-lingual width at circumference of mandibular canal

The gold standard was determined by cutting mandibles from slicing areas with 1 mm thick carbon disc after obtaining all images. The measurements which were obtained from images were compared with actual mandible values.

As a conclusion, CT was found as being the most efficient method in preoperative implant planning at posterior region of mandible even though it has disadvantages such as high radiation dose and its absence in most of the dental clinics. However, conventional cross-sectional images were also observed as being useful for obtaining information about bucco-lingual direction before surgery. This method gives information about bucco-lingual direction which is absent in panoramic radiography images and exposed radiation dose is relatively low when compared to CT. Conventional cross-sectional tomography is also available in most of the currently manufactured panoramic units just like the one that we used in this study. This provides an important advantage to clinicians for easy access. However, difficulties are faced in setting tomographic projection angles when obtaining cross-sectional images with these units and blurred images occurs because of the narrow tomographic angles. To minimize these disadvantages, both the staff who are taking images and the clinicians who are interpreting the images should be experienced. Better results may be obtained as an outcome.

KAYNAKLAR

- 1) ADELL, R., ERIKSSON, B., LEKHOLM, U., BRANEMARK, P-I., JEMT, T.: A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 5, 347-359, 1990.
- 2) AKDENİZ, G., OKŞAN, T., KOVANLIKAYA, I., GENÇ, I.: Evaluation of bone height and bone density by computed tomography and panoramic radiography for implant recipient sites, *J. Oral Implantol.*, 26, 114-119, 2000.
- 3) ALBREKTSSON, T., ZARB, G., WORTHINGTON, P., ERIKSSON, A.R.: The long term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 1, 11-25, 1986.
- 4) ALTAY, O.T., UYSAL, H., ÖZTUNÇ, H., ERYILMAZ, M.: Comparison of four radiographic imaging techniques for implant diagnosis (on dry mandible topography), *Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 21, 51-55, 1997.
- 5) AMIR, C., ASJA, C., MELITA, V.P., ADNAN, C., VJEKOSLAV, J., MURETIC, I.: Evaluation of the precision of dimensional measurements of the mandible on panoramic radiographs, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 86, 242-8, 1998.
- 6) ANDERSON, L.C., KOSINSKI, T.F., MENTAG, P.J.: A review of the interosseous course of the nerves of the mandible, *J. Oral Implantol.*, 17, 394-403, 1991.
- 7) BABBUSH, C.A.: *Dental Implants: Principles and Practice* WB Saunders Company, Philadelphia, 1991.
- 8) BARTLING, R., FREEMAN, K., KRAUT, R.A.: The incidence of altered sensation of the mental nerve after mandibular implant placement, *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 57, 1408-1412, 1999.
- 9) BATENBURG, R.H.K., STELLINGSMA, K., RAGHOEBAR, G.M., VISSINK, A.: Bone height measurements on panoramic radiographs, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 84, 430-435, 1997.

- 10) BESIMO, C., LAMBRECHT, J.T., NIDECKER, A.: Dental implant treatment planning with reformatted computed tomography, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 24, 264-267, 1995.
- 11) BLOCK, S.M., KENT, J.N.: Maxillary sinus grafting for totally and partially edentulous patients, *J. Am. Dent. Assoc.*, 124, 139-43, 1993.
- 12) BOLIN, A., ELIASSON, S., von BEETZEN, M., JANSSON, L.: Radiographic evaluation of mandibular posterior implant sites: correlation between panoramic and tomographic determinations, *Clin. Oral Imp. Res.*, 11, 242-247, 1996.
- 13) BRANEMARK, P-I., ENGSTRAND, P., OHRNELL, L-O., GRONDAHL K., NILSSON P., HAGBERG K, DARLE C, LEKHOLM U.: Branemark Novum: A new treatment concept for rehabilitation of edentulous mandible, Preliminary results from a prospective clinical follow-up study, *Clin. Imp. Dent. Rel. Res.*, 1, 12-16, 1999.
- 14) BRUGGENKATE, C.M., KREKELER, G., KRAAIJENGEM, H.A., FOITZIK, C., NAT, P., OOSTERBEEK, H.S.: Hemorrhage of the floor of the mouth resulting from lingual perforation during implant placement: a clinical report, *Int. J. Oral Maxillofac. Imp.*, 8, 329-334, 1993.
- 15) BRUGGENKATE, C.M., Van der LINDEN, L.W.J., OOSTERBEEK, H.S.: Parallelism of implants visualized on the orthopantomogram, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 18, 213-5, 1989.
- 16) BUTTERFIELD, K.J., DAGENAIS, M.D., CLOKIE, C.: Linear tomography's clinical accuracy and validity for presurgical dental implant analysis, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 84, 203-209, 1997.
- 17) CAULIER, H., NAERT, I., KALK, W., JANSEN, J.A.: The relationship of some histologic parameters, radiographic evaluations and Periotest measurements of oral implants, *The Int. J. Oral Maxillofacial Implants*, 12, 380, 1997.
- 18) CAVALCANTI, M.G.P., YANG, J., RUPRECHT, A., VANNIER, M.W.: Validation of spiral computed tomography for dental implants, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 227, 329-333, 1999.

- 19) CHEN, S.K., HOLLENDER, L.: Image resolution in the midsagittal plane of the orthopantomograph-10 using Lanex regular and T-mat G screen-film combination, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 74, 524-530, 1992.
- 20) CHOI, S.C, ANN C.H., CHOI, H.M., HEO, M.S., LEE, S.S.: Accuracy of reformatted CT image for measuring the pre-implant site: Analysis of the image distortion related to the gantry angle change, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 31, 273-277, 2002.
- 21) CLARK, D.E., DANFORTH, R.A., BARNES, R.W., BURTCHE, M.L.: Radiation absorbed from dental implant radiography: a comparison of linear tomography, CT scan and panoramic and intra-oral techniques, *J. Oral Implantol.*, 16, 156-164, 1990.
- 22) ÇEHRELİ, M.C., ASLAN, Y., ŞAHİN, S.: Bilaminar dual-purpose stent for placement of dental implants, *J. Prosthet. Dent.*, 84, 55-58, 2000.
- 23) ÇEHRELİ, M.C., ŞAHİN, S.: Fabrication of a dual-purpose surgical template for correct labiopalatal positioning of dental implants, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 15, 278-282, 2000.
- 24) DARIO, L.J., ENGLISH, R.: Achieving implant reconstruction through bilateral mandibular nerve repositioning, *J. Am. Dent. Assoc.*, 125, 305-9, 1994.
- 25) DOUGLASS, J.B., MEADER, L., KAPLAN, A., ELLINGER, C.W.: Cephalometric evaluation of the changes in patients wearing complete dentures: A 20-year study, *J. Prosthet. Dent.* 69, 270-275, 1993.
- 26) DUBREZ, B., JACOT-DESCOMBES, S., CIMASONI, G.: Reliability of a parallelling instrument for dental radiographs, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 80, 358-364, 1995.
- 27) DULA, K., MINI, R., van der STELT, P.F., BUSER, D.: The radiographic assessment of implant patients: decision-making criteria, *Int. J. Oral Maxillofac. Imp.*, 16, 80-89, 2001.
- 28) ENGELMAN, M.J., SORENSEN, J.A., MOY, P.: Optimum placement of osseointegrated implants, *J. Prosthet. Dent.*, 59, 467-473, 1988.

- 29) FAGAN, Jr. M., ISMAIL, J.Y.H., MEFFERT, R.M., FAGAN, M.J.: Implant Prosthodontics: Surgical and Prosthetic Techniques for Dental Implants, Mosby Year Book, Inc., St. Louis, Missouri, USA, 1990
- 30) FERNANDES R.J., AZARBAL M., ISMAIL Y.H., CURTIN H.D.: A cephalometric tomographic technique to visualize the bucco-lingual and vertical dimensions of the mandible, J. Prosthet. Dent., 58, 466-70, 1987.
- 31) FLOYD P., PALMER P., PALMER R.: Dental implants 5 radiographic techniques, Brit. Dent. J., 187, 359-365, 1999.
- 32) FEDERIKSEN N.I., BENSON B.W., SOKOLOWSKI T.W.: Effective dose and risk assessment from computed tomography of the maxillofacial complex, Dentomaxillofac. Radiol., 24, 55-58, 1995.
- 33) FREDERIKSEN N.L., BENSEN B.W., SOKOLOWSKI T.W.: Effective dose and risk assessment from film tomography used for dental implant diagnostics, Dentomaxillofac. Radiol., 23, 123-127, 1994.
- 34) FREDERIKSEN N.L.: Diagnostic imaging in dental implantology, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 80, 540-554, 1995.
- 35) FREI C., BUSER D., DULA K.: Study on the necessity for cross-section imaging of the posterior mandible for treatment planning of standard cases in implant dentistry, Clin. Oral Imp. Res., 15, 490-497, 2004.
- 36) FRIBERG B., GRÖNDAHL K., LEKHOLM U.: A new self-tapping Branemark implant: Clinical and radiographic evaluation, Int. J. Oral Maxillofac. Implantol., 7, 80-85, 1992.
- 37) GHER M., RICHARDSON A.C.: The accuracy of dental radiographic techniques used for evaluation of implant fixture placement, Int. J. Periodont. Rest. Dent., 15, 268-283, 1995.
- 38) GOAZ P.W., WHITE S.C.: Oral Radiology Principles and Interpretation 3rd edition. Mosby-Year Book, Inc., St. Louis, Missouri, USA, 1994.

- 39) GOTFREDSEN E., WENZEL A., GRONDAHL H.G.: Observers' use of image enhancement in assessing caries in radiographs taken by four intra-oral digital systems, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 25, 34-38, 1996.
- 40) GRÖNDAHL K., LEKHOLM U.: The predictive value of radiographic diagnosis of implant instability, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.*, 12: 59-64, 1997.
- 41) HAMMERLE C.H.F., GLAUSER R.: Clinical evaluation of dental implant treatment *Periodontology* 2000, 34, 230-239, 2004.
- 42) HANAZAWA T., SANO T., SEKI K., OKANO T.: Radiologic measurements of the mandible: a comparison between CT-reformatted and conventional tomographic images, *Clin. Oral Imp. Res.*, 15, 226-232, 2004.
- 43) HOBO S., ICHIDA E., GARCIA L.T.: *Osseointegration and Occlusal Rehabilitation*, Quintessence Publishing Company, Berlin, 1990.
- 44) HORTON R.A., LUDLOW J.B., WEBBER R.L., GATES W., NASON RH Jr., REBOUSSIN D.: Detection of peri-implant bone changes with axial tomosynthesis, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 81, 124-128, 1996.
- 45) HUBAR J.S., CRESSON R.J.: Technical note: A novel technique for pre-implant radiography using an instant camera system, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 25, 165-166, 1996.
- 46) HUDA W., RILL L.N., BENN D.K., PETTIGREW J.C.: Comparison of a photostimulable phosphor system with film for dental radiology, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 83, 725-731, 1997.
- 47) ISMAIL Y.H., AZARBAI M., KAPA S.F.: Conventional linear tomography: Protocol for assessing endosseous implant sites, *J. Prosthet. Dent.*, 73, 153-157, 1995.
- 48) İPLİKÇİOĞLU H., AKÇA K., ÇEHRELİ M.C.: The use of computerized tomography for diagnosis and treatment planning in implant dentistry, *J. Oral Implantol.*, 28, 29-36, 2002.

- 49) JACOBS R., ADRIANSES A., NAERT J., QUIRYNEN M., HERMANS R., van STEENBERGHE D.: Predictability of reformatted computed tomography for pre-operative planning of endosseous implants, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 28, 37-41, 1999.
- 50) JACOBS R., ADRIANSES A., VERSTREKEN K., SUETENS P., van STEENBERGHE D.: Predictability of a three-dimensional planning system for oral implant surgery, *Dentomaxillofacial Radiol.*, 28, 105-111, 1999.
- 51) KAEPPLER G.: Conventional cross-sectional tomographic evaluation of mandibular third molars, *Quintessence Int.*, 31, 49-56, 2000.
- 52) KAEPPLER G.: New radiographic programs for transverse conventional tomograms in the dentomaxillofacial region, *Quint. Int.*, 30, 541-549, 1999.
- 53) KASSEBAUM D.K., NUMMIKOSKI P.V., TRIPLETT R.G., LANGLAIS R.P.: Cross-sectional radiography for implant site assessment, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 70, 674-8, 1990.
- 54) KASSEBAUM D.K., READER C.M., KLEIER D.J., AVERBACH R.E.: Localization of anatomic structures before endodontic surgery with tomograms, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 72, 610-613, 1991.
- 55) KLINGE B., PETERSSON A., MALY P.: Location of the mandibular canal: a comparison of macroscopic findings, conventional radiography, and computed tomography, *Int. J. Oral and Maxillofac. Imp.*, 4, 327-332, 1989.
- 56) KOHN D.H.: Overview of factors important in implant design, *J. Oral Implant.*, 18, 204-219, 1992.
- 57) LECOMBER A.R., YONEYAMA Y., LOVELOCK D.J., HOSOI T., ADAMS A.M.: Comparison of patient dose from imaging protocols for dental implant planning using conventional radiography and computed tomography, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 30, 255-259, 2001.
- 58) LEE S.Y., MORGANO S.M.: A diagnostic stent for endosseous implants to improve conventional tomographic radiographs, *J. Prosthet. Dent.*, 71, 482-485, 1994.

- 59) LEKHOLM U., ZARB G.A., ALBREKTSSON T.: Tissue-integrated prosthesis: osseointegration in clinical dentistry, Quintessence Publishing Company, Chicago, USA, 1985.
- 60) LINDH C., PETERSSON A., KLINGE B.: Measurements of distances related to the mandibular canal in radiographs, Clin. Oral Imp. Res., 6, 96-103, 1995.
- 61) LINDH C., PETERSSON A., KLINGE B.: Visualization of the mandibular canal by different radiographic techniques, Clin. Oral Imp. Res., 3, 90-97, 1992.
- 62) LINDH C., PETERSSON A., ROHLIN M.: Assessment of the trabecular pattern before endosseous implant treatment. Diagnostic outcome of periapical radiography in the mandible, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 82, 335-43, 1996.
- 63) LUKA B., BRECHTELSBAUER D., GELLRICH N.C., KÖNIG M.: 2-D and 3-D reconstructions of the facial skeleton: an unnecessary option or a diagnostic pearl?, Int. J. Oral Maxillofac. Surg., 24, 76-83, 1995.
- 64) MEIJER H.J.A., STEEN W.H.A., BOSMAN F.: A comparison of methods to assess marginal bone height around endosseous implants, J. Clin. Periodontol. 2000, 250-253, 1993.
- 65) MEIJER H.J.A., STEEN W.H.A., BOSMAN F.: Aiming device for standardized intraoral radiographs of the alveolar crest around implants in the lower jaw, J. Prosthet. Dent., 68, 318-321, 1992.
- 66) MILES D.A., van DIS M.L.: Implant radiology, Dent. Clin. North Am., 37, 645-68, 1993.
- 67) MILLER C.S., NUMMIKOSKI P.V., BARNETT D.A., LANGLAIS R.P.: Cross-sectional tomography, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 70, 791-797, 1990.
- 68) MOYSTAD A., SVANAES D.B., RISNES S., LARHEIM T.A., GRONDAHL H.G.: Detection of approximal caries with a storage phosphor system: A comparison of enhanced digital images with dental x-ray film, Dentomaxillofac. Radiol., 25, 202-206, 1996.
- 69) MUPPARAPU M., SINGER S.: Implant imaging for the dentist. J. Can. Dent. Assoc., 70, 32-39, 2004.

- 70) NAITOH M., ARIJI F., OKUMURA S., OHSAKI C., KURITA K., ISHIGAMI T.: Can implants be correctly angulated based on surgical templates used for osseointegrated dental implants, *Clin. Oral Imp. Res.*, 11, 409-414, 2000.
- 71) NAITOH M., KAWAMATA A., LIDA H., ARIJI E.: Cross-sectional imaging of the jaws for dental implant treatment: accuracy of linear tomography using a panoramic machine in comparison with reformatted computed tomography, *Int. J. Oral Maxillofac. Imp.*, 17, 107-112, 2002.
- 72) NEVINS M., MELLONIG J.T.: *Implant Therapy Clinical Approaches and Evidence of Success*, Vol: 2, Quintessence Publishing Company, Chicago, 1998.
- 73) NISHIMURA I., HOSOKOWA R., ATWOOD D.A.: The knife-edge tendency in mandibular residual ridges in women, *J. Prosthet. Dent.*, 67, 820-826, 1992.
- 74) PELTOLA J.S., MATTILA M.: Cross-sectional tomograms obtained with four panoramic radiographic units in the assessment of implant measurements, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 33, 295-300, 2004.
- 75) PETROKOWSKI C.G., PHAROAH N.J.: Presurgical radiographic assessment of implants, *J. Prosthet. Dent.*, 61, 59-64, 1989.
- 76) POON C., BARSS T.K., MURDOCH-KINCH C.A., BRICKER S.L., MILES D.A., van DIS M.L.: Presurgical tomographic assessment for dental implants: Part 1. A modified imaging technique, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 7, 246-258, 1992.
- 77) POTTER B.J., SHROUT M.K., RUSSELL C.M., SHARAWY M.: Implant site assessment using panoramic cross-sectional tomographic imaging, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 84, 436-42, 1997.
- 78) PREDA L., MAGGIO E.M., DORE R., LA FIANZA A., SOLCIA M., SCIHIFINO M.R., CAMPANI R., PREDA E.G.: Use of spiral computed tomography for multiplanar dental reconstruction, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 26, 327-311, 1997.
- 79) QUIRYNEN M., LAMORAL Y., DEKEYSER C., PEENE P., van STEENBURGHE D., BONTE J., BAERT A.L.: CT scan standard reconstruction technique for reliable jaw bone volume determination, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 5, 384-9, 1990.

- 80) REDDY M.S., MAYFIELD-DONAHOO T., JEFFCOAT M.K.: A semi-automated computer-assisted method for measuring bone loss adjacent to dental implants, Clin. Oral Imp. Res., 3, 28-31, 1992.
- 81) REDDY M.S., MAYFIELD-DONAHOO T., VANDERVEN F.J., JEFFCOAT M.K.: A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants, Clin. Oral Imp. Res., 5, 229-238, 1994.
- 82) REISKIN A.B. : Implant imaging status, controversies and new developments, Dent. Clin. North Amer, 42, 47-56, 1998.
- 83) RUGGE G., LEKHOLM U., NEVINS M.: Osseointegration and nerve transposition after mandibular resection to treat an ameloblastoma: A case report, Int. J. Periodont. Res. Dent., 15, 397-403, 1995.
- 84) SAHIWAL I.G., WOODY R.D., BENSON B.W., GUILLEN G.E.: Radiographic identification of threaded endosseous dental implants, J. Prosthet. Dent., 87, 552-562, 2002.
- 85) SAKAKURA C.E., MORAIS J., LOFFREDO L.C.M., SCARF G.: A survey of radiographic prescription in dental implant assessment, 32, 397-400, Dentomaxillofac. Radiol., 2003.
- 86) SCARF G., LURIE A.G., MOISER K.M., KANTOR M.L., RAMSBY G.R., FREEDMAN M.L.: Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 83, 41-48, 1997.
- 87) SCHROPP L., WENZEL A., KOSTOPOULOS K L.: Impact of conventional tomography on the prediction of the appropriate implant size, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 92, 458-463, 2001.
- 88) SCHWARZ M.S., ROTHMAN S.L.G., CHAFETZ N., RHODES M.L.: Computed tomography in dental implant surgery, Dent. Clin. North. Amer., 33, 555-597, 1989.

- 89) SERHAL C.B., van STEENBERGHE D., BOSMANS H., SANDERINK G.C.H.: Organ radiation dose assessment for conventional spiral tomography: a human cadaver study, Clin. Oral Imp. Res., 11, 83-100, 2001.
- 90) SERHAL C.B., van STEENBERGHE D., QUIRYNEN M., JACOBS R.: Localisation of the mandibular canal using conventional spiral tomography: a human cadaver study, Clin. Oral Imp. Res., 12, 230-236, 2001.
- 91) SILVERSTEIN L.H., MELKONIAN R.W., KURTZMAN D., GARNICK J.J., LEFKOVE M.D.: Linear tomography in conjunction with pantomography in the assessment of dental implant recipient sites, J. Oral Imp., 20, 111-117, 1994.
- 92) SMALL S.A., ZINNER I.D., PANNO F.V., SHAPIRO H.J., STEIN J.I.: Augmenting the maxillary sinus for implants: Report of 27 patients, Int. J. Oral Maxillofac. Imp., 8, 523-528, 1993.
- 93) SMILER D.G.: Repositioning the inferior alveolar nerve for placement of endosseous implants. Technical note, Int. J. Oral Maxillofac. Imp., 8, 145-150, 1993.
- 94) SOIKKONEN K., AINAMO A., XIE Q.: Height of the residual ridge and radiographic appearance of bony structure in the jaws of clinically edentulous elderly people, J. Oral Rehabil., 23, 470-475, 1996.
- 95) SOIKKONEN K., WOLF J., AINAMO A., XIE Q.: Changes in the position of the mental foramen as a result of alveolar atrophy, J. Oral Rehabil., 22, 831-833, 1995.
- 96) SONICK M., ABRAHAMS J., FAIELLA R.A.: A comparison of accuracy of the periapical, panoramic, and computerized tomographic radiographs in locating the mandibular canal, Int. J. Oral Maxillofac. Imp., 9, 455-460, 1994.
- 97) SPIEKERMANN H., DONATH K., HASSELL T.M., JOVANOVIC S., RICHTER E.: Implantology, Thieme Medical Publishers, New York, USA, 1995.
- 98) STELLA J.P., THARANON W.: A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: implications for dental implants, Part 1: Technique, Int. J. Oral Maxillofac. Imp., 5, 15-22, 1990.

- 99) SUNDEN S., GRONDAHL K., GRUNDAHL H.G.: Accuracy and precision in the radiographic diagnosis of clinical instability in Branemark dental implants, Clin. Oral Imp. Res., 6, 220-226, 1995.
- 100) TAGUCHI A., TANIMOTO K., AKAGAWA Y., SUEI Y., WADA T., ROHLIN M.: Trabecular bone pattern of the mandible: comparison of panoramic radiography with computed tomography, Dentomaxillofac. Radiol., 26, 85-89, 1997.
- 101) TAGUCHI A., TANIMOTO K., SUEI Y., OTANI K., WADAMOTO M., AKAGAWA Y., WADA T., ROHLIN M.: Observer agreement in the assessment of mandibular trabecular bone pattern from panoramic radiographs, Dentomaxillofac. Radiol., 26, 90-94, 1997.
- 102) THANYAKARN C., HANSEN K., ROHLIN M., AKESSON L.: Measurements of tooth length in panoramic radiographs 1: the use of indicators, Dentomaxillofac. Radiol., 21, 26-30, 1992.
- 103) TODD A., GHER M., QUITERO G., RICHARDSON A.: Interpretation of linear and computed tomograms in the assessment of implant recipient sites, J. Periodontol., 63, 1243-1249, 1993.
- 104) TUNALI B.: Multidisipliner Bir Yaklaşımla Oral İmplantoloji, Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, 2000.
- 105) TUNCEL E.: Klinik Radyoloji Güneş & Nobel Tıp Kitabevi, Bursa, 1994.
- 106) TYNDALL D.A., BROOKS S.L., HILL C., ARBOR A.: Selection criteria for dental implant site imaging: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 89, 630-637, 2000.
- 107) URQIOLA J., TOOTHAKER R.W.: Using lead foil as a radiopaque marker for computerized tomography imaging when implant treatment planning, J. Prosthet. Dent., 77, 227-228., 1997.

- 108) VERSTEEG K.H., SANDERINK G.C.H., VELDERS X.L., van GINKEL F.C., van der STELT P.E.: In vivo study of approximal caries depth on storage phosphor plate images compared with dental x-ray film, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 84, 210-213, 1997.
- 109) WALTON J.N.: Altered sensation associated with implants in anterior mandible: prospective study, *J. Prosthetic Dent.*, 83, 443-449, 2000.
- 110) WEIGL P.: Implant prosthodontics: What next?, *Quintessence Int.*, 34, 653-659, 2003.
- 111) WEINBERG L.A.: CT scan as a radiologic data base for optimum implant orientation, *J. Prosthet. Dent.*, 69, 381-385, 1993.
- 112) WELANDER U., TRONJE G., MCDAVID W.D.: Theory of Rotational Panoramic Radiography in: *Panoramic Radiology* (LANGLAND O.E., LANGLAIS R.P., MCDAVID W.D., DELBALSO A.M., ed.), 38, Philadelphia, 1989.
- 113) WHITE S.C., HESLOP E.W., HOLLENDER L.G., MOSIER K.M., RUPRECHT A., SHROUT M.K.: Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 91, 498-511, 2001.
- 114) WYATT C.C.L., PHOROAH M.J.: Imaging techniques and image interpretation for dental implant treatment, *Int. J. Prosthodont.*, 11, 442-452, 1998.
- 115) YANG J., CAVALCANTI M.G., RUPRECHT A., VANNIER M.W.: 2-D and 3-D reconstructions of spiral computed tomography in localisation of the inferior alveolar canal for dental implants, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 87, 369-374, 1999.
- 116) ZAPPA U., SIMONA C., GRAF H., van AKEN J.: In vivo determination of radiographic projection errors produced by a novel filmholder and x-ray beam manipulator, *J. Periodontol.*, 62, 674-683, 1991.
- 117) ZARB G., LEKHOLM U., ALBREKTSSON T., TENNENBAUM H.: *Aging, Osteoporosis, and Dental Implants*, Quintessence Publishing Company, Inc, Hong Kong, 2002.

- 118) ZARB G.A., SCHMIT A., BAKER B.: Tissue-integrated prosthesis: Osseointegration research in Toronto, *Int. J. Perio. Restor. Dent.*, 1, 26-51, 1987.
- 119) ZINNER I.D., SMALL S.A.: Sinus-lift graft: Using the maxillary sinuses to support implants, *J. Am. Dent. Assoc.*, 127, 51-57, 1996.



ÖZGEÇMİŞ

1975 Ankara doğumluyum. İlk ve orta öğrenimimi Ankara'da tamamladıktan sonra 1991 yılında Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'ne girdim. 1997 yılında mezun olarak, 2 yıl serbest dişhekimi olarak çalıştım. 1999 yılında Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Oral Diagnoz ve Radyoloji Bilim Dalı'nda doktora eğitimime başladım. Halen aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Evliyim.

