

İMLANT TEDAVİSİNDE DİAGNOSTİK GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİNE BAĞLI KOMPLİKASYONLAR

COMPLICATIONS RELATED TO DIAGNOSTIC IMAGING TECHNIQUES IN IMPLANT TREATMENT

Prof. Dr. Gülfem ERGÜN*

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ŞAHİN**

Makale Kodu/Article code: 2916
Makale Gönderilme tarihi: 01.07.2016
Kabul Tarihi: 26.07.2016

ÖZ

İmplant başarısının en önemli faktörlerinden birisi doğru tedavi planlamasıdır. Diagnostik görüntüleme, bu hedefin gerçekleştirilmesinde önemli bir rol oynar. Görüntüleme tekniği hem anatomiye dikkate alınmalı hem de boyutsal doğruluğu sağlamalıdır. Film boyutlarının kısıtlı olması, görüntüdeki distorsiyon, büyüme ve iki boyutlu görüntü bazı olgularda radyografinin kullanımını sınırlar. Geleneksel radyografi ile ilgili dezavantajlar nedeniyle bilgisayarlı tomografi ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi gibi ileri teknolojiler daha çok tercih edilmektedir. İmplant cerrahi uygulamasında kaçınılması gereken başarısızlıklardan birisi komşu yapıların zarar görmesidir. Bu komplikasyonların arasında en önemlileri paranasal sinüsün perforasyonu olması, komşu dişin kökünün zarar görmesi, kortikal tabakanın, damarların, kanalın ve daha da önemlisi sinirlerin perforasyonu edilmesidir. Cerrahi bölgeye implant planlamasının transfer edilmesindeki en güncel yaklaşım, interaktif bilgisayar yazılım programları yardımı ile bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim tekniğinin kullanılmasıdır. Bu güncel gelişmeler ve ileri görüntüleme teknikleri, implant tedavisinin başarısını artırmada ve önemli komplikasyonların önlenmesinde rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tanısal görüntüleme, komplikasyonlar, bilgisayar yardımıli tasarım, konik ışınli bilgisayarlı tomografi, diş implantı

ABSTRACT

One of the most important factors in implant success is proper treatment planning. Diagnostic imaging is an important tool to accomplish this task. On imaging, the modality should not only consider the anatomy but should also provide dimensional accuracy. Limited film size, image distortion, magnification and a two-dimensional view restrict their use in some cases. Because of the drawbacks associated with traditional radiographs, higher technologies such as computed tomography and cone-beam computed tomography are better preferred. Injury to adjacent structures is an avoidable outcome of oral implant placement surgery. Paramount among these is perforation into paranasal sinus; into neighboring tooth root; through cortical plate and into vessels, canals and most importantly, nerves. The most actual approach for the transfer of implant planning to the surgical site is to use computer-aided design/ computer-aided manufacturing technique. These actual developments and advanced imaging techniques; improving the success of the implant treatment, and plays an important role in the prevention of complications.

Keywords: Diagnostic imaging, complications, Computer-Aided Design, Cone-Beam Computed Tomography, dental implant

GİRİŞ

Diagnostik görüntüleme tekniklerinin değerlendirilmesi implantın klinik başarısı ve uzun süre klinik kullanımı açısından önemlidir. Planlama aşamasında

protez, cerrahi ve radyoloji bölümleri arasında multidisipliner bir çalışma gerektirmektedir.

Dental implant çene kemiği içine cerrahi olarak yerleştirilen¹ hem fonksiyonel hem de estetik olarak kaybedilen dişin yerini tutması amaçlanan biyouyumlu

*Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara

**Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD, Mersin



yapılardır^{2,3}. İmplant bir kaç ay içerisinde çene kemiğine osseointegre olmaktadır. Doğal diş fonksiyonuna benzer şekilde çiğneme ve ısırma kuvvetlerine karşı koyabilmektedir¹. Osseointegrasyon, canlı kemik dokusu ile yüklemeye altındaki implant yüzeyi arasında direkt yapısal ve fonksiyonel bağlantı olarak tanımlanmıştır^{4,5}. İmplant başarısının en önemli faktörlerinden birisi doğru tedavi planlamasıdır⁶. Diagnostik görüntüleme, osseointegre implantlar ile gerçekleştirilen oral rehabilitasyonda tedavi planlamasının önemli bir parçasını oluşturmaktadır⁷. İmplant yerleştirilecek bölgedeki anatomik yapılara zarar vermeden uygun radyolojik teknikler cerrahi rehber plaklar ve cerrahi girişimlerin öngörülerine rehberlik etmektedirler. Görüntüleme tekniği seçmek, en iyi boyutsal doğrulukla birlikte gerekli bilgileri elde etmede klinik başarıda önemli bir rol oynamaktadır. Radyolojik teknikler cerrahi öncesi, cerrahi sırasında (intraoperatif) ve protez sonrası implant görüntülemesinde önemlidir⁸.

Görüntülemenin amaçları

- ✓ Kemik yüksekliğini ve genişliğini ölçmek (kemik boyutları)
- ✓ Kemik kalitesini belirlemek
- ✓ Alveoler kemiğin uzun eksenini belirlemek
- ✓ İnternal anatominin yerini belirlemek ve tanımak
- ✓ Çene sınırlarını belirlemek
- ✓ Altta yatan patolojiyi belirlemek⁹

Görüntüleme tekniğinin seçimi ve çekim zamanı bazı aşamaları içermektedir:

İmplant cerrahisi öncesi görüntüleme

Bu aşamadaki görüntülemede amaçlanan bütün gerekli cerrahi ve protetik bilgilerin ışığı altında kemiğin kalitesi ve miktarı, implant sahasının kritik yapılarla olan ilişkisi ve giriş açılarının (oriyantasyon) belirlenmesidir^{8,10}.

Cerrahi ve intraoperatif implant görüntüleme

Bu aşamadaki görüntülemenin amacı cerrahi işlem sırasında ve hemen sonrasında cerrahi bölgelerin değerlendirilmesi, implantın en uygun pozisyon ve oriyantasyonunun belirlenmesi, iyileşmenin, implant cerrahisinin bütünlüğünün, dayanak pozisyonunun ve protez yapımının doğruluğunun değerlendirilmesidir^{8,9}.

Protez sonrası implant görüntülemesi

Protez ağıza yerleştirildikten hemen sonra bu aşama başlar ve implant ağızda kaldığı sürece devam

eder. Protez sonrası görüntüleme ve takiben yeniden çağırma ve kontrol seansındaki görüntüleme gibi radyografi dizisini içermektedir. İmplant çevresindeki kret kemik seviyeleri (alveolar kemik değişiklikleri) değerlendirilmektedir^{8,9}.

Görüntüleme Tekniklerinin Modelleri

Sağlanacak faydanın verilebilecek zarara oranına göre yararın yüksek olduğu görüntüleme tekniklerinin seçimi radyolojinin temel ilkesi olmalıdır⁸. Dental implantların tedavi planlaması ve idamesinde periapikal radyografi, bite-wing radyografi, okluzal radyografi, sefalometrik radyografi, panoramik radyografi, transtomografi, dijital radyografi gibi geleneksel (konvansiyonel) teknikler⁹ ve manyetik rezonans görüntüleme, konvansiyonel tomografi, bilgisayarlı tomografi, konik ışınli bilgisayarlı tomografi gibi gelişmiş teknikler¹¹ olmak üzere bir çok görüntüleme tekniği kullanılmaktadır⁸.

Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı Tomografi (BT) Hounsfield tarafından keşfedilmiş ve görüntülemede 1972 yılında kullanılmaya başlanmıştır¹⁰. BT, temporomandibular ekleminde (TME), dentoalveolar lezyonlarda (kemik-diş lezyonları), maksillofasiyal deformitelerde ve maksillofasiyal bölgenin preoperatif ve postoperatif değerlendirilmesinde kullanılmaktadır⁸. Operasyon düşünülen implant bölgesinin görüntülerinin alınması sonrasında BT analizinde tanjantsal ve kesitsel tomografik görüntüleri tekrar formatlanır. Günümüz jenerasyonu BT'deki gelişmelerle birlikte BT tarayıcılar bir piksel (0.25 mm) kalınlığında kesitler almakta ve 1 pikselin düzlemsel çözünürlük tarama aralığı (0.5mm-1.5mm) ile bu düzlemsel görüntü alanına benzer geometrik çözünürlüğü üretmektedirler. Yapıların görüntülemelerinde dansitelerinin tam olması, miktar tayininin yapılabilmesi sayesinde bölgedeki dokular birbirinden ayırt edilebilmekte ve kemik kalitesi belirlenebilmektedir^{8,9} (Tablo 1).

Tablo 1. Kemik Kalitesi

Yoğunluk	Hounsfield Birimleri (BT sayıları)
D1	1250
D2	850-1250
D3	350-850
D4	150-350
D5	< 150

(BT: Bilgisayarlı Tomografi)

BT, hastalıkların ayırt edilebilmesine, implant yerleştirilecek bölgenin vital yapılara yakınlığının belir-



lenmesine ve dental implantların uygun pozisyon ve oriyantasyonunun belirlenmesine imkan verir⁸. Aynı zamanda kemik kalitesinin ve miktarının belirlenmesinde yararlanır¹⁰. Bununla birlikte konvansiyonel BT ile yüksek radyasyon dozuna maruz kalınması^{10,12}, maliyetinin yüksek olması⁹⁻¹¹, metallerin görüntü artifaaktlarına neden olması^{10,11}, teknik hatalar⁹, görüntülerin yorumlanması için özel eğitim gerektirmesi^{9,11} gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır.

Konvansiyonel BT'nin sınırlamalarının üstesinden gelebilmek için son zamanlarda çok kesitli heliksel BT tarayıcıları geliştirilmiştir⁸. Bu teknik veri elde etme esnasında hastanın hareketini ve nefes tutma zamanını azaltır. Daha hızlı ve azalmış görüntü kirliliği ile genişletilmiş anatomik kapsama, azaltılmış kısmi hacim etkisi ve yüksek kontrastlı bir görüntü oluşmasına neden olur. Bu teknik 0.5 mm'lik doku dilimleri elde edilirken dilimlerin kalınlığını sağlamada sekiz kat daha hızlıdır. Bu teknik, yeniden elde edilen verinin z eksenindeki çözünürlüğünde artış sağlamaktadır. Tüpün soğuması için gerekli olan bekleme süresi daha azdır⁸.

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (Dental Volumetrik Tomografi)

Konvansiyonel medikal BT tarayıcıların dezavantajlarının üstesinden gelmek amacıyla dental uygulamalar için son zamanlarda yeni bir BT geliştirilmiştir. Bu teknik konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) olarak adlandırılır. KIBT tekniği kullanılarak görüntü elde etmek için X ışını kaynağı ve dedektör rotasyon yapan bir gantry (sehpa)'ye sabitlenmiştir⁸. Bu teknikle konvansiyonel BT'deki dedektörlerin radyasyon zararı minimize edilmektedir⁹. Görüntünün tüm alanının veri setinin elde edilmesinde daha hızlı bilgi sağlamaktadır. Daha kısa inceleme süresi, daha iyi görüntü netliği, azalmış görüntü distorsiyonu ve artmış X ışını etkinliği (verimliliği) sağlamaktadır⁸.

Görüş alanının geniş olmasının en büyük dezavantajı dedektörün saçılma (scatter) radyasyonu nedeni ile oluşan görüntü kirliliği (noise) ve düşük kontrastlı çözünürlükte görüntü oluşmasıdır⁹. Kompakt yüksek kaliteli iki boyutlu dedektör dizileri ve konik ışınlı algoritmalarının geliştirilmesi ile KIBT kullanımı daha kabul edilebilir hale gelmiştir⁸.

Kros-seksiyonel Görüntüleme

Tanı ve tedavi planlaması amacıyla kullanılan kros-seksiyonelden klinik muayene ve radyografik değerlendirme anatomik sınırları (sinirler, damarlar, dişler, kemik korteksi gibi) yeterince gösteremediği za-

man ve patolojinin bulunmadığı durumlarda yararlanılır. Önemli anatomik yapılara zarar verme riskini minimize etmek için ilave bilgi elde edilmesi gereken durumlarda (Konvansiyonel radyografik teknikler kullanıldığında bu bilgi elde edilemiyorsa) kullanılır. Başarılı bir implant tedavisi için mevcut olan kemik yüksekliği ve/veya kemik genişliğinin sınırlı olduğu durumlarda (klinikte sınır vakalarında), implant pozisyonlandırılması ile biyomekanik, fonksiyonel ve estetik olarak tedavi sonuçlarının optimize edilebildiği yerlerde ve cerrahi plak, bilgisayar destekli planlama ve radyografik şablonların kullanımı ile diagnostik bilgilerin geliştirilmesinin gerektiği durumlarda kullanılır¹³.

BT ve KIBT görüntüleme tekniklerinde; 3.0 formunda saklanabilir aksiyel kesitler ve DICOM (Tıbbi dijital bilgi haberleşmesi) ile veri toplaması gerçekleştirilmektedir. Diş hekimliği için belirlenen uyumlu bilgisayar yazılımları ile veri işleme yapılmaktadır. Kesitsel, panoramik, sefalometrik ve üç boyutlu görüntülere veri yeniden biçimlendirilebilmektedir. Bu görüntüleme tekniklerinde implant tedavi uygulamaları, eşsiz kesitsel görüntüyü ve üç boyutlu yeniden yapılandırmayı sağlamaktadır. İmplant yerleştirilmesi ile cerrahi bölgeye tedavi planlarının transfer edilmesini içeren tedavi planlaması ve tanıya yardımcı olur⁶. BT ve KIBT görüntüleme tekniklerinin özellikleri karşılaştırmalı olarak Tablo 2' de verilmiştir^{6,10}.

Tablo 2. BT ve KIBT Görüntüleme Tekniklerinin Karşılaştırılması

Farklılıklar	KIBT	BT
Radyasyon ışınının şekli	Paralleştirilmemiş Konik biçimde X-ray ışını	Paralleştirilmiş Yelpeze biçiminde X-ray ışını
Hareket tipi	360° Tek rotasyon	Çoklu spiral rotasyon
Aletin büyüklüğü	Küçük (Panoramik gibi)	Büyük
Lokasyon /yer	Dental ofis/ Görüntüleme merkezi	Hastane/ Görüntüleme merkezi
Maliyeti	Az	Fazla
Hastanın pozisyonu	Oturarak /Ayakta	Supin pozisyonda
Arama zamanı	10-40sn	< 10sn
Radyasyon dozu	Az	Fazla
Görüntü kalitesi/ Görüntü çözünürlüğü	Voksel boyutu 0.1mm Sert dokular için iyi Yumuşak dokular ayırt edilemez	Voksel boyutu min 0.5mm Hem sert hem de yumuşak dokularda gri skalada yüksek ayırt edilebilirlik

(KIBT: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, BT: Bilgisayarlı Tomografi)

Oral Radyoloji Avrupa Osseointegrasyon Derneği'ne göre implant yerleştirilecek olan bölge ile doğrudan alakalı olan anatomik yapılar ve sınırlar belirlenmelidir. Harris ve ark⁷ dikkate alınması gerekli anatomik oluşumları: *Anterior maxilla'da*; burun



tabanı, nazo-palatin kanal, anterior superior alveoler kanal, *Posterior maxilla'da*; maksiller sinüs ve ilişkili yapılar, posterior superior alveoler kanal, maksiller tuberosite, pterygoid plakalar, *Anterior mandibula'da*; lingual foremen, insisiv kanal, genial tüberküller, *Posterior mandibula'da*; nervus alveoler inferior kanalı, mental foramina, retromolar foremen, sublingual fossa (lingual underkut), mylohyoid undercut, yükselen ramusun lingulası (lingula of ascending ramus) ve *Zygomatik bölge'de*; orbita tabanı, infraorbital foremen, zygomatik kemik olarak sıralamıştır.

Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji Derneğinin pre-operatif görüntüleme ile ilgili tavsiyeleri şunlardır:

1. Panoramik radyografi, mandibular implantların diagnostik tetkikinde seçilmesi gereken ilk görüntüleme tekniği olmalıdır.
2. Başlangıç panoramik incelemeyi desteklemek için intraoral periapikal radyografi görüntüleri kullanılmalıdır.
3. Kesitsel görüntüleme, birinci basamak radyografik görüntüleme değerlendirmesi olarak kullanılmalıdır.
4. Ancak herhangi bir potansiyel implant alanının radyografik değerlendirmesi, ilgilenilen alanın ortogonal kesitsel (kros-seksiyonel) görüntülemesini içermelidir.
5. Potansiyel implant alanının kros-seksiyonel görüntülemesi istendiği zaman, CBCT görüntüleme tekniği seçilmelidir.
6. Sinüs augmentasyon, blok greftleme gibi augmentasyon ve greftleme işlemi planlandığında ilgili bölgenin değerlendirilmesi için CBCT görüntüleme tekniği kullanılmalıdır.
7. CBCT görüntüleme tekniği, implant yerleştirme işlemine hazırlık yapılırken greftleme işlemi ya da augmentasyon yapılmış olan bölgelerin değerlendirilmesinde kullanılmalıdır¹³.

İmplant Uygulamalarına İlişkin Komplikasyonlar

İmplant tedavisi yüksek başarı oranları gösteren güvenli bir tedavi seçeneğidir. Bununla birlikte her cerrahi işlemde olduğu gibi bazı komplikasyonlar oluşabilir. Bu komplikasyonların önlenmesi ya da oluştuğunda çözüm bulunması için bilinmesi gerekmektedir^{5,14}. Tüm bu klinik komplikasyonları sınıflandırmak zorunludur. Bu yüzden kaza ile komplikasyon kavramları arasındaki ayrımı yapmak gerekir. Kazalar, her za-

man cerrahi işlem sırasında meydana gelir. Komplikasyon ise cerrahi işlem yapılır yapılmaz görülmektedir. Ortaya çıktığı zamana göre erken ve geç komplikasyon olarak ikiye ayrılmaktadır¹⁴.

Oral implant cerrahi uygulamasında kaçınılması gereken sonuçlardan ve başarısızlıklardan birisi komşu yapıların zarar görmesidir. Bu komplikasyonların arasında en önemlileri paranasal sinüsün perfore olması, komşu dişin kökünün zarar görmesi, kortikal tabakanın, damarların, kanalın ve daha da önemlisi sinirlerin perfore edilmesidir. Vakaların çoğunda hatalı implant yerleştirilmesinin nedeni yetersiz tedavi planlamasından kaynaklanmaktadır¹³.

Tarama şablonuna bağlı komplikasyonlar

Cerrahi şablonlar hem implantların tanı ve tedavi planlamasında yardımcı olurken hem de çene kemiği içindeki implantların doğru pozisyon ve açılma (angulasyon) ile yerleştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Cerrahi rehber şablonlar ile gerçekleştirilen restorasyona dayalı implant yerleştirilmesi klinik ve laboratuvar komplikasyonları azaltabilir. Dental implantlara olan talebin artması bu şablonların üretimi için daha yeni ve ileri tekniklerin gelişimine neden olmuştur¹⁵.

Yararlı bir radyografik stent üretmenin birçok farklı yöntemleri vardır. Farklı klinik durumlara uyum sağlamada klinisyenlerin kullanabileceği radyopak işaretleyiciler içeren mevcut protezlerin kullanımı, radyopak işaretleyiciler ile birleştirilmiş termoplastik stent kullanımı, mukoza ya da diş destekli stentte radyopak dişlerin kullanımı, protez ya da diagnostik wax-up çalışmasının duplike edilmesi ile radyopak rezin üretimi gibi yaklaşımlar vardır.¹⁶

Radyografik stentin ideal özellikleri şunlardır; Scatter radyasyona neden olmadan doğru diş formu ve pozisyonunun radyopak göstergesi olmalı, tutucu ve intraoral olarak stabil olmalı aynı zamanda rahat olmalı, cerrahi rehber olarak kullanılacaksa steril edilebilmesi ve tarayıcı (donanım) platformu ile uyumlu olmalıdır.¹⁶

Önemli faktörlerden birisi de şablonların doğal destekli ve stabil olmasıdır. Parsiyel dişsizlikte bu durumu sağlamak total dişsizliğe göre daha zordur. Parsiyel dişsizlikte şablon diş (sert) ve mukoza (yumuşak) olmak üzere iki farklı yüzey tarafından desteklenmektedir. İyi bir şablon sadece bir pozisyonda stabil ve rijit olmalıdır.¹⁷

Dental implantın yerleştirileceği yerin hazırlanması ve implantın yerleştirilmesi için bilgisayar destekli



cerrahi sistemlerin kullanımı ile implant pozisyonunun ortalama hassasiyetinin 1mm içinde ve implant inklüzyonu (eğim) için sapmanın 5° içinde olduğu tespit edilmiştir^{18,19}.

Nörovasküler yapıların zarar görmesi ile ilgili komplikasyonlar

❖ Nazopalatin kanalın zarar görmesi

Nazopalatin kanalın morfolojisi ve boyutları aynı zamanda lokalizasyonu ile içeriğinin bilinmesi implant yerleştirilmesi gibi cerrahi işlemler esnasında önemlidir²⁰. Dental implantların sinir dokusu ile teması, implantın osseointegrasyonunun olmamasına veya duyuşal fonksiyon bozukluğuna neden olabilmektedir²¹. Nazopalatin kanal her bir nazal kavitenin tabanının önüne yakın başlar. Her bir kanal, maksillanın palatin çıkıntısının medyan düzlemindeki orta hattaki insisiv foremenin içine açılır²⁰.

Dişsiz maksillanın osseointegre implantlar ile rehabilitasyonu için talebin artmasıyla birlikte nazopalatin kanal bölgesinin pre-operatif olarak değerlendirilmesi ve bu kanalın lokalizasyonu ile ilişkin zorluklar ve anatomik sınırlayıcılar tanımlanmalıdır. Diş kaybından sonra kullanılmama atrofisi çevreleyen yapıları etkileyebilir²⁰. Premaksiller bölgede diş çekiminden sonra kemik kaybının ilerlemesi ile alveoler kret, anatomik yapılara yaklaşabilir. Bu durum implant yerleştirilmesini ve protezin tutuculuğunu zorlaştırmaktadır. Maksillanın anterior alveollerinin palatal migrasyonu ile nazopalatin sinir ve damarlar kret tepesinden çıkmaktadır. Bununla birlikte nazopalatin kanal statik yapıda değildir ve genişleme eğilimindedir²².

Nazopalatin kanalın değişiklikleri veya morfolojik farklılıkları kompleks bir restorasyonda problem olmaya devam etmektedir²⁰. Hem üst hem de alt çenede anterior bölgede implant cerrahisini gerçekleştirmeden önce nörovasküler demetlerin varlığını ve kesin olarak yerini saptamak son derece önemlidir²³. Jacobs ve ark²³ yüksek çözünürlükte manyetik rezonans görüntülemenin nörovasküler yapıların mikro-anatomisini değerlendirmede alternatif bir teknik olduğunu bildirmişlerdir. Bu tekniğin başlıca avantajı histolojik kesit ve boyama gereksinimi olmadan doku yapılarının mikroskobik seviyede incelenebilmesidir²³.

❖ Lingual vasküler kanalların zedelenmesi

Mandibular anterior bölgedeki dental implant cerrahisinin nispeten güvenli ve basit olduğu düşünülmektedir²⁴. Bununla birlikte son zamanlarda dental

implant cerrahisinde mandibulanın lingual yüzeyindeki kortikal kemiğin perforasyonu ile anterior bölgeyi besleyen damarların zarar gördüğü bildirilmiştir. Ağız tabanındaki arterlerin zarar görmesi ile oluşan kanama komplikasyonu anatomik olarak yakınlık ile ilgili olup cerrahi ile ilişkili değildir. Bu yaralanmaların neden olduğu kanama nadir olarak solunum yolu tıkanmasına ve ölümcül komplikasyona neden olabilir²⁵. Bu nedenle lingual arter ve dallarının ağız tabanındaki anatomisinin bilinmesi önemlidir²⁶.

Lingual arter hyoid kemiğin büyük boynuzunun hizasında eksternal karotid arterden ayrıldıktan sonra hiyoglossus kasının altından geçerek sublingual kompartmana ulaşır. Dilin parankimine derin lingual arter olarak katılmadan önce sublingual ve hyoid dallarına ayrılır. Sublingual arter sublingual bez, ağız tabanı mucozasi ve mylohyoid kasını beslemesinin yanı sıra medial mandibular dalını vererek mandibular korteksin anterior ve lateral yüzeylerini de beslemektedir²⁶.

Dental BT görüntüleme yöntemi çenelerin anatomik ve patolojik yapılarını ve özellikle lingual foremeni gösterebilmektedir. Bu foraminaların varlığının panoramik radyografiler kullanılarak görselleştirilmesi olanaksızdır. Mandibulanın konumu ile bu foraminalar medial lingual foremen ve lateral lingual foramen olarak iki gruba ayrılmaktadır²⁵. Tagaya ve ark²⁵ yaptıkları çalışmada medial lingual foremenin görülme sıklığının %100 ve lateral lingual foremende ise bu sıklığın % 80 olduğunu bildirmişlerdir.

Gültekin ve ark²⁶ yaptıkları bir çalışmada mandibuladaki lingual vasküler kanalların sayısı, boyutları, yerleşim ve doğrultularının saptanmasında BT'nin duyarlılığını araştırmışlardır. Alt çene dental implant yerleştirilmesi öncesi dental BT incelemesi yapılan 26 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların hepsinde en azından bir lingual kanal, 8 hastada (%31) en az iki lingual kanal bulunmuştur. İki hastada dört kanal tespit edilmiştir. Tipik lingual kanal lokalizasyonları mandibula orta hattı ve premolar bölgeler olduğunu ve lingual kanalların ortalama çaplarının orta hatta 0.8±0.2 mm, premolar düzeylerde 0.6±0.1mm olduğunu bildirmişlerdir. Dental BT ile mandibular lingual vasküler kanalların sayısı, boyutları, yerleşim ve doğrultularının başarılı bir şekilde saptandığını, diş hekimlerinin bu kanallar ve önemleri konusunda yeterli bilgi sahibi olmaları ile dental implant uygulaması sırasında olabilecek ciddi kanama komplikasyonlarının azaltılabileceği sonucuna ulaşmışlardır.



❖ **İnferior alveolar sinirin zarar görmesi**

Mandibular implant cerrahisinde en önemli ve ciddi komplikasyonlardan birisi inferior alveoler sinirin zedelenmesidir^{27,28}. Bu nedenle implant yerleştirilecek bölgede mandibular kanalın yönünün lokalize edilmesi önemlidir²⁷.

Dental implantla ilişkili olan sinir yaralanmaları kalıcı olabilir ve hastaların yaşam kalitesini değiştirmektedir. Dental implant tedavisi doğal ve elektif (seçmeli) bir işlemdir. Bu nedenle sinir yaralanmalarından kaçınılabilir. Sinir yaralanması olduğunda klinisyenin ihmalinin söz konusu olduğu düşünülebilir ve adli sonuçları doğurabilir. İmplant tedavisine başlanılmadan önce gerekli olan bütün zorunlu aşamalar; pre-operatif planlama yapılması, hasta beklentilerinin karşılanması ve aydınlatılmış onam formunun alınması işlemleridir. Kalıcı sinir zedelenmeleri rektifiye edilemez (giderilemez). Bu nedenle hasar oluşması önlenmelidir¹³.

İnferior alveoler sinirin yaralanmasından kaçınmak için inferior alveoler sinirin doğru lokalizasyonu ve inferior alveoler sinir kanalının koronalindeki mevcut kemiğin doğru ölçümü yapılmalıdır. BT esaslı cerrahi stentler ya da navigasyon sistemleri sinir yaralanmasını önlemede yardımcı olabilir²⁹.

Vazquez ve ark²⁷ yaptıkları çalışmada operasyon öncesi görüntüleme tekniği olarak sadece panoramik radyografi kullanıldığında mandibular posterior bölgeye implant yerleştirilmesi sonrası mental sinir zedelenmesine bağlı duyu değişimi oranını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada 1527 kısmi ya da total dişsiz hastaya mandibular posterior bölgede 2584 implant yerleştirilmiştir. Alveoler kretin üst sınırından mandibular kanalın üst sınırına kadar standart panoramik radyografide operasyon öncesi kemik yüksekliği değerlendirilmiştir. Bütün radyograflar görüntüleme kutusunda standart şartlar altında implant firmasının skalası kullanılarak analiz edilmiştir ve 2mm güvenlik payı olarak çıkartılarak yerleştirilecek implantın uzunluğunu belirlemişlerdir. İnferior alveoler sinir zedelenmesine bağlı kalıcı duysal bozukluk gözlenmemiştir. Hastalarda %0.13 oranında post-operatif parestezi olduğu ve bu duysal bozuklukların 3 ve 6 hafta sonra kendiliğinden iyileştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Kütük ve ark²⁸ yaptıkları bir retrospektif klinik çalışmada panoramik görüntüleme tekniğinin implant ile mandibular kanalın yakınlığının 2mm'den az olan hastalarda mandibular posterior bölgeye implant yerleştirilmesi ile duysal sinir bozukluğu (nörosensoryel

bozukluk) komplikasyonunun görülme riskini değerlendirmişlerdir. 1957 hastanın ve 3608 dental implantın panoramik görüntüsünü incelemişler ve 48 implantın mandibular kanala 2mm'den daha (0-1.9 mm) yakın olduğu iki boyutlu bilgisayar yazılım programı kullanılarak belirlenmiştir. 14 implant mandibular kanala 1 mm'den daha yakın ve 34 implant ise mandibular kanala uzaklığı 1-2 mm arasında yerleştirilmiştir. Sadece bir hastada geçici nörosensoryel bozukluk tespit edilmiştir. Nörosensoryel komplikasyonları önlemek için panoramik radyografi kullanılarak implant uzunluğunun belirlenmesinin güvenilir bir teknik olduğu, BT ya da KIBT tekniği ile dental implantların planlamasının yapılmasının sınır vakalarında gerekli olabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

❖ **Mandibular kanalın anterior loop bölgesindeki zedelenme**

Dental implant cerrahisi sırasında komplikasyonlardan kaçınmak için mental foramenin pozisyonunun radyografik olarak belirlenmesi yeterli değildir. Vakaların çoğunda inferior alveoler sinir 'anterior loop' adı verilen şekilde mesial olarak uzanmaktadır³⁰.

Gómez-Román ve ark³⁰ yaptıkları çalışmada BT tekniği ile anterior loop'un (AL) bulunma sıklığı ve uzunluğunu araştırmışlardır. 37 insan mandibulasında BT analizi yapılarak kros-seksiyonel ve panoramik görüntüler elde edilmiştir. BT görüntüde AL'nin tanınmasının %100 olduğunu, görülme sıklığının %97.3 ve ortalama uzunluğunun 2.26 mm olduğunu bildirmişlerdir. BT taramasında AL'nin tanınması (%100) panoramik radyografi (%38.2) ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğunu, AL varlığı ve mental foramenden mesial genişlemesinin belirlenmesinin komplikasyonlardan kaçınmak için önemli olduğu, AL'nin mesial uzantısından en az 2mm güvenlik mesafesinin olması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

❖ **Lingual sinir zedelenmesi**

Lingual sinir zedelenmesi, dental implant yerleştirilmesi sonrasında görülen yaygın bir komplikasyondur. Sinir zedelenmesinin derecesine bağlı olarak bu komplikasyon hissizlik, parestezi, anestezi, analjezi, hiperestezi, hiperanaljezi ve allodini gibi çeşitli duyu bozukluklarına neden olabilir. Bu gibi durumlar nöropatik ağrı olarak kabul edilmektedir³¹.

❖ **İnfracorbital sinir zedelenmesi**

İnfracorbital sinir, trigeminal sinirin ikinci dalı olan maksiller sinirin bir dalıdır. İnfracorbital sinir orta yüz mukozası ve deriyi beslemektedir. İnfracorbital foramen



yoluyla yüze ulaştığında infraorbital sinir, üç alveoler proksimal dallarına (anterior, middle ve posterior superior sinir) ve dört distal dallarına (inferior palpebral, external nasal, internal nasal ve superior labial) ayrılır²¹.

İnfraorbital kanal, anterior superior alveoler (ASA) sinirin geçişine izin veren lateral bir dal verir. Bu dal canalis sinuosus (CS) olarak adlandırılır³². Canalis sinuosus, ASA sinirinin anatomik bir varyasyonudur²¹. CS, orbitanın alt duvarından aşağıya doğru, maksiller sinüsün ön duvarından medial olarak uzanır ve infraorbital foramenin altından geçer. Nazal fossanın lateral ve alt sınırlarını geçerek nazopalatin kanalın önünde nazal septumun lateraline açılır. Nazal fossa lateral duvarına ulaştığında CS aniden aşağıya doğru döner. Nazal kavite, kesici ve kanin dişlerin alveollerinin medial yüzleri arasında yer alır. Bu kısımda kanin dişine doğru ilk dental dalını ve kesici dişlere doğru küçük dallarını verir³².

CS, anterior superior alveoler sinir, damarları ve ilgili arterleri içeren nörovasküler bir kanaldır^{21,32}. Bu kanal, diagnostik görüntüleme incelemelerinde yetersiz olarak tanınmaktadır. Bununla birlikte cerrahi işlem sırasında ve sonrasında önemlidir. CS kanalının varlığından habersiz olan diş hekimlerinin çoğu, rutin panoromik ve periapikal radyografilerde üst kesici ve kanin bölgesindeki periapikal bir radyolusensi olarak tanımlanan CS kanalı bazen yanlışlıkla bir patolojik lezyon olarak yorumlayabilmektedirler³².

Maksiller anterior bölgeye dental implant cerrahisi estetik, fonetik ve biyomekanik gereksinimleri karşılamak ile birlikte anatomik sınırlamalar nedeniyle çoğu zaman zordur²¹. Cerrahi öncesi muayene sırasında bu bölgeye dental implant planlanırken nazopalatin kanal, insisive foramen ve nazopalatin sinir gibi bazı anatomik yapılar sınırlayıcı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte ASA siniri ve CS kanalın varlığı gibi nörovasküler demetler anterosuperior dişlerin köklerine yakın bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Bu anatomik ilişki nedeniyle dental implant planlaması sırasında ayrıntılı radyografik inceleme gereklidir³².

Neves ve ark²¹ yaptıkları çalışmada pre-operatif olarak KIBT görüntülerinde anatomik varyasyonları (canalis sinuosus) belirlemişler ve aksesuar nörovasküler demetlerin yaralanmasından kaçınmak için dikkatli bir şekilde implantları yerleştirmişlerdir. Cerrahiden sonra hastanın takip randevusunda herhangi bir komplikasyon oluşmadığını bildirmişlerdir.

KIBT görüntüleme tekniği, iki boyutlu incelemeler ile karşılaştırıldığında daha güvenilir ve tekrarlanabilir yüksek çözünürlükte görüntü oluşmasını sağlar. Bu teknoloji ile daha ince kesit kalınlığı ile görüntüler oluşur ve kemik yapıların iyi bir şekilde görselleştirilmesini sağlar³². Özellikle daha küçük voksel boyutu kullanırsa KIBT tekniği ile bilgisayar görüntülerinde canalis sinuosos gibi anatomik varyasyonların farkedilmesi mümkündür. Bireysel anatomik varyasyonların KIBT tekniği ile belirlenmesi implant yerleştirilmesi sırasında sinirlerin yaralanmasından kaçınmak için cerraha yardımcı olacaktır²¹.

Nöropatik Ağrı

İmplant yerleştirilmesi ile ilişkili olarak görülen nöropatik ağrı nadir görülen bir komplikasyondur. Literatürlerde, sinir ile ilgili komplikasyonlar ağırlıklı olarak 'duyusal bozukluklar' olarak sınıflandırılmaktadır. Parestezi ve disestezi oluşumu üzerinde durulmaktadır³³.

Leckel ve ark³³ yaptıkları bir vaka sunumunda 56 yaşındaki sistemik olarak sağlıklı erkek hastaya mandibular sol posterior bölgeye operasyon öncesi panoromik radyografi alınarak iki adet implant yerleştirilmiştir ve cerrahiden bir hafta sonra sol mandibular premolar bölgede devamlı yanma ağrısı başladığı disestezi ya da anestezi olmadığı hasta tarafından bildirilmiştir. Konvansiyonel radyografi ile (panoromik, apikal dental x-ray) mandibular kanalın ana hatlarının implant apeksine yakınlığını belirleyememiştir. Karbamazepin ile farmakolojik tedavi hastanın ağrısının yoğunluğunu biraz azaltmıştır. BT görüntüleme tekniği ile mandibular kanalın kemik yapıları ve implant apeksine yakınlığı belirlenmiştir. Yüksek çözünürlüklü manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tekniği kullanılarak nervus alveolaris inferior üzerindeki fonksiyonel etkisi gösterilmektedir. Neden olan implant çıkartıldıktan sonra hastanın ağrısı yavaş bir şekilde azalmıştır ve 1 yıl sonra ağrısı kalmamıştır.

Nörosensoryel bozukluklar

Mandibular posterior bölgede dental implant yerleştirilmesi esnasında nervus alveolaris inferior zedelenmesinin bir sonucu olarak nörosensoryel bozukluklar gelişebilmektedir. Bu komplikasyon hafif paresteziden tam anesteziye kadar görülebilen en rahatsız edici deneyimlerden birisidir²⁸.

DuToit ve ark¹³ tarafından yaralanma durumlarında sinir semptomlarının tanımlamaları Tablo 3'teki gibi gruplandırılmıştır.



Tablo 3. Sinir Semptomlarının Tanımlamaları

Anestezi	Uyuşukluk, muayenede hiç bir duyu algısı yok
Allojeni	Bir uyarıcıdan kaynaklanan ağrı, genellikle ağrı ile ilişkili değil
Hiperalezi	Acı veren bir uyarandan (stimulus) kaynaklanan abartılmış ağrı
Parestesi	Değişmiş duyu hissi, karıncalanma, batma ve iğneleme hissi
Disestezi	Rahatsız edici bir değişmiş duyu hissi

Maksiller sinüs

Dişsiz posterior maksiller bölgenin dental implantlar ile rehabilitasyonunda karşılaşılan sık sorunlardan birisi önerilen implant bölgesinin yeterli kemik hacmine sahip olup olmadığıdır³⁴. Bu bölgedeki kemik hacmi; maksiller sinüsün varlığı, maksiller sinüsün sürekli pnömatisasyonu ve alveoler kemik yüksekliğinin ilerleyen (progresif) rezorpsiyonu ile sınırlandırılmaktadır¹.

Posterior maksiller bölgede azalmış vertikal kemik yüksekliğini kompanse etmek için öngörülebilir ve en etkili yollardan birisi maksiller sinüs elevasyon tekniğidir^{35,36}. Sinüs tabanını artırmak için çeşitli cerrahi teknikler geliştirilmiştir. Uygulanan teknik ne olursa olsun, enfeksiyon, greft başarısızlığı ve sinüs membran perforasyonu gibi cerrahi sonrası komplikasyonlar cerrahi işlemin başarısızlığına neden olabilir. Cerrahi başarısızlık, önceden var olan sinüs hastalığı ya da sinüs hastalığına yatkınlık ile ilişkili olabilir. Bu nedenle augmentasyon işlemi öncesinde maksiller sinüslerin doğru bir şekilde pre-operatif değerlendirilmesi, post-operatif komplikasyonları en aza indirmek ve işlemin başarı oranını artırmak için gereklidir³⁴.

Maksiller sinüsü incelemek için birçok radyografik görüntüleme tekniği kullanılmaktadır^{34,37,38}. Panoromik radyografi, Avrupa Osseointegrasyon Derneğine göre üst çenede implant yerleştirilmesinde en yaygın kullanılan tetkiktir³⁹. Bununla birlikte panoromik radyograflerin görüntü tabakası boyunca oluşan geometrik distorsiyonu ve eşit olmayan magnifikasyonu gibi doğal sınırlamaları bulunmaktadır. Bu durum anatomi ve patolojinin yanlış yorumlanmasına ayrıca yapılan ölçümlerin güvenli olmamasına neden olmaktadır. Bazen servikal omurga gibi üst üste çıkan yapıların varlığı yanlış tanıya neden olabilmektedir³⁴. Maksiller sinüsün medial duvarı ile ilişkili patolojiler panoromik radyografide sık olarak görülememektedir. Bu nedenle panoromik radyografler sinüs patolojilerinin belirlenmesinde güvenilir bir yöntem değildir³⁷.

Maksiller sinüsün üç boyutlu olarak değerlendirilmesi, maksiller sinüsün detaylı olarak incelenmesine imkan tanır. Sinüs tabanı ile birlikte sinüsün medial ve

lateral duvarlarının yeterli görüntüsü sağlandığı için sinüsün bütün anatomik sınırları görülür ve komplikasyon riski azalmaktadır³⁴.

İmplant tedavisi öncesinde maksiller sinüsün mukozal kalınlaşması ve patolojisinin değerlendirilmesi çok önemlidir. Sinüs lift ve greft işlemi kullanarak sinüs augmentasyon işleminin ne zaman yapılması gerektiği, herhangi bir cerrahi augmentasyon işlemi gerçekleştirilmeden ne zaman kaçınılması gerektiği ve Kulak Burun Boğaz (KBB) doktoru ile konsültasyon yapılmasına karar vermede klinisyene yardımcı olabilecek bir sınıflandırma önerilmektedir³⁴. (Tablo 4)

Tablo 4. Maksiller sinüsteki mukozal kalınlaşma ile ilgili sinüs tabanının yükseltilmesi (sinüs augmentasyonu) işlemleri için önerilen sınıflandırma

	Mukozal kalınlaşma	Tavsiye
Klas 1	0-2 mm radyografik kalınlaşma	Sinüs tabanının yükseltilmesi muhtemel herhangi bir komplikasyon riski olmadan yapılabilir.
Klas 2	3-5 mm radyografik kalınlaşma	Sinüs tabanının yükseltilmesi yapılabilir, dikkatli olunmalıdır.
Klas 3	6-9 mm radyografik kalınlaşma	Sinüs tabanının yükseltilmesi yapılması kontrendike KBB doktoru ile konsültasyon yapılmalı.
Klas 4	10 mm radyografik kalınlaşma	Sinüs tabanının yükseltilmesi yapılması kontrendike KBB doktoru ile konsültasyon yapılmalı.

(KBB: Kulak Burun Boğaz)

Tadinada ve ark³⁴, KIBT görüntüleme tekniği kullanılarak maksiller sinüsün üç boyutlu olarak görüntülenmesinin sinüs patolojilerinin tespit edilmesinde panoromik radyografi ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha fazla güvenilir olduğunu bildirmişlerdir.

Postoperatif maksiller sinüzit

Sinüzit aseptik cerrahi koşullarda oral flora ile maksiller sinüsün kontaminasyonunun bir sonucu olarak meydana gelebilmektedir. Sağlıklı bireylerde cerrahi işlem esnasında iyatrojenik küçük sinüs membran perforasyonları post-operatif sinüzit gelişimi ile ilişkili görünmemesine karşın maksiller sinüs membranının büyük perforasyonlarında maksiller sinüs içine kemik parçalarının boşalması ve maksiller sinüzite neden olma olasılığı daha yüksektir. Post-operatif olarak maksiller mukozanın şişmesi nedeniyle ostium tıkanıklığı, azalan sinüs içi hacmi nedeniyle hava akımının tıkanması, mukozal laserasyonlar ve implanta maruz kalma nedeniyle maksiller sinüsteki bozulmuş mukozal aktivite diğer nedenler arasındadır¹.

Burun tabanı perforasyonu

İmplantların gelişimi ile birlikte ortodontik tedavide iskeletsel ankraj sağlamak için palatinal bölgeye mini-implant uygulanmaktadır. Palatinal bölgeye mini-



implant yerleştirilmeden önce nasal kavite perforasyonları ve insisiv foremen yaralanmaları gibi komplikasyonları önlemek için doğru planlama yapılması gerekir⁴⁰. Burun tabanının perforasyonu veya yeterli kemiğin olmaması gibi daha fazla komplikasyon riski taşıyan hastaların operasyon öncesinde belirlenmesi önemlidir⁴¹.

de Rezende Barbosa ve ark⁴⁰ yaptıkları bir çalışmada palatinal bölgeye mini-implant yerleştirilmesinin planlanmasını yapmak için birinci premolar bölgesinde palatinal kemik yüksekliği ölçümlerini konvansiyonel lateral radyografi (CLR), konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) ve yeniden biçimlendirilmiş sanal lateral radyografi (VLR) tekniklerini kullanarak karşılaştırmışlardır. 110 hastanın üst birinci premolar bölgesinde mevcut kemiğin boyutları ile ilgili lineer ölçümler, sert damak tabanı ve burun tabanı arasında gerçekleştirilmiştir. Bütün radyografik tekniklerin ölçümleri Friedman testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. VLR tekniği ile yapılan ölçümlerin KIBT ve CLR tekniğinden istatistiksel olarak farklılık gösterdiğini bununla birlikte CLR tekniğinin değerlerinin ise, KIBT görüntülerinden istatistiksel olarak anlamlı fark göstermediği sonucuna ulaşmışlardır.

Bukkal ya da lingual kortikal tabakaların perforasyonu

Mandibular posterior bölgede osteotomi hazırlığı sırasında lingual tabakanın perforasyon riskini artırdığı için lingual konkavitenin varlığı özel bir dikkat gerektirmektedir⁴². Chan ve ark⁴² kret şeklini ve potansiyel perforasyon riskini belirlemek için kretleri U (undercut), C (konverjant/yaklaşan) ve P (paralel) olmak üzere üç tip olarak sınıflandırmışlardır ve yaptıkları çalışmada bu kret şekillerinin görülme oranlarının sırasıyla %13.6, %20.4 ve %66 olduğunu bildirmişlerdir.

İnter aktif İmplant Tedavi Planlaması

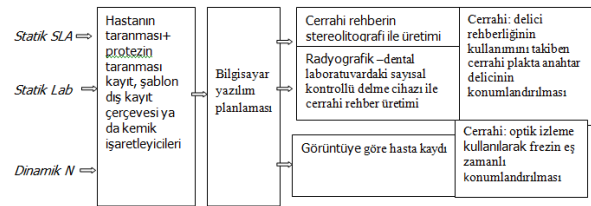
İmplant yerleştirilmesinde protetik uygulamaların felsefesi, implantın diş hekimliğinde nasıl uygulanacağı konusunda yeni bir çığır açmıştır. Mevcut kemiğin yüksek olan bölgesine implant yerleştirmesi fikri geçerliliğini kaybetmiştir. Yeni bakış açısı implant diaznoz ve tedavi planlamasına fonksiyonel, estetik ve protetik uygulamaların hepsinin dahil edilmesidir. Protetik tasarımlar, dental implantların pozisyonlarını belirlemektedir⁶. Bu amacı gerçekleştirmek için BT görüntüleme yardımı ile model destekli tedavi planlaması geliştirilmiştir⁴³. Tanı modelleri döküldükten ve planla-

ma öncesi wax-up çalışması yapıldıktan sonra diaznoz şablonlar hazırlanmaktadır ya da hastanın mevcut protezi modifiye edilmektedir. Belli noktaları işaretlemek için metal pinler ya da gutta-percha gibi radyopak materyaller kullanılarak final restorasyon pozisyonuna dayalı yerleştirilecek implantın pozisyonu ve yönü belirlenmektedir. Daha sonra görüntüleme mevcut kemik yüksekliği, genişliği ve ilişkili anatomik yapılar değerlendirilmelidir. Bu elde edilen bilgilere göre nihai implant pozisyonunun belirlenmesinde değişiklikler yapılabilmektedir. İkinci bir rehber, değişikliklere göre manuel olarak üretilebilmektedir ya da bu stent operasyon esnasında cerrahi rehber olarak kullanılabilir. Bu yaklaşım, başarılı bir teknik olarak gösterilmiştir⁶.

Bilgisayar destekli implant planlaması

Günümüzde implant cerrahisini kolaylaştırmak ve optimize etmek için çeşitli bilgisayar destekli sistemler mevcuttur⁴⁴. Planlanmış bilgileri klinik duruma transfer etmede farklı yöntemler kullanılmaktadır⁴⁵. Jung ve ark⁴⁶ bu yöntemleri statik ve dinamik olarak kategorize etmişlerdir. Statik yöntemler, cerrahi şablonlar ya da implant rehberleridir. Dinamik sistemler ise, seçilen implant pozisyonunu cerrahi alana bir monitörde görsel görüntüleme araçları yardımıyla transfer etmektedir. Dinamik sistem cerrahi navigasyon ve bilgisayar destekli navigasyon teknolojilerini içermektedir ve cerrahin gerçek (eş) zamanlı olarak implant konumunu değiştirmesine izin vermektedir⁴⁵. (Tablo 5)

Tablo V. Statik ve dinamik rehberli cerrahinin çalışma prensibi



(SLA: Stereolitografi, Lab: laboratuvar, N: Navigasyon)

Bilgisayar rehberli (statik) implant cerrahisi, bilgisayarlı tomografik veriden elde edilen sanal bir implant cerrahi planı üreten statik bir cerrahi şablonun kullanılması olarak tanımlanmaktadır ve implant pozisyonunun intraoperatif değişikliklerine izin vermez⁴⁶. Bilgisayar rehberli cerrahinin avantajı, sanal bir implant planlama yazılım programındaki protetik tedavi planlama sürecine dayalı bilgisayar destekli tasarım ve bilgi-



sayar destekli üretim (CAD/CAM) tekniğiyle üretilen cerrahi şablon ile implant yerleştirmenin daha öngörülebilir olmasıdır. Geleneksel döküm destekli implant planlaması ve cerrahi şablon üretimi, planlama sürecinde aynı anda tüm protetik ve anatomik parametrelerin görselleştirilmesine izin vermez. Elde edilen cerrahi şablon implant yerleştirilmesi sırasında tam olarak üç boyutlu rehberlik sağlayamaz. Bilgisayar rehberli implant cerrahisi için mevcut sistemlerin çoğu benzer bir tedavi protokolüne sahiptir. İşaretleyiciler ile birlikte radyografik şablon istenilen protetik tedavi planını gösterir. Radyografik şablonu takan hastaya KIBT tekniği uygulanır. Elde edilen KIBT verileri, protetik esaslı bir implant cerrahi planı formüle edilmesi için sanal implant planlama yazılım programına aktarılır⁴⁷.

Dinamik sistemler, preoperatif planlama ve BT taramalarından elde edilen anatomik bilgileri kullanarak gerçek zamanlı implant pozisyonu ve cerrahi işlemi değiştirebilme olanağı sunar. Cerrahi navigasyon sistemleri, hem hastaya hem de cerrahi el aletine bağlı sensörler gerektirir. Bu sensörler üç boyutlu pozisyon bilgisini kamera ya da detektöre iletir. Bilgisayarda hemen planlama yapılır ve hastanın anatomisinin depolanmış görüntüsüne göre aletlerin sanal pozisyonunu gösterir⁴⁶.

Bilgisayar rehberli navigasyon sistemlerinin doğruluğu; cerrahi planlamadan veri aktarımına, cerrahin sistemle etkileşim yeteneğine, monitör göstergelerine dikkat edilmemesine ve teknik başarısızlıklar gibi birçok faktör tarafından kontrol edilmektedir. Bu faktörlerin üzerinde iyi bir kontrol mekanizması, manuel implantasyon üzerine bilgisayar destekli navigasyonu yükler. BT kullanımı ile ilgili tek dezavantaj daha fazla radyasyona maruz kalınmasıdır. Bu dezavantajın üstesinden gelebilmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır⁸.

Rehberli implant cerrahisi, serbest el cerrahisi ile karşılaştırıldığında ağızdaki implantın son pozisyonu ile planlanmış pozisyonu arasındaki sapma olarak tanımlanan hatayı azaltmaktadır. Rehberli implant cerrahisi; kompleks anatomide, minimal invaziv cerrahi gerektiğinde, implant yerleştirilmesini optimize etmek gerektiğinde (kritik estetik vakalarda) ve immedat yüklemeye klinik olarak endikedir⁴⁴. Bu yaklaşım geriatrik hastalarda ve medikal durumu riskli olan hastalarda faydalıdır. Sadece bilgisayar destekli planlamanın kullanılması hem hastaya hem de klinisyene fayda sağlamaktadır⁴⁵.

Uygun bir yazılım programı kullanarak implant planlama verisinin cerrahi alana transfer edilmesi en zor kısımdır^{44,45}. Digital teknoloji hızlı bir şekilde gelişmektedir ve yeni gelişmeler hataların azaltılmasına olanak sağlayacaktır. Hastanın pre-operatif muayenesinden rehberli cerrahinin uygulanmasına kadar gerekli olan aşamaların sayısını azaltmak önemli bir yaklaşımdır. Üç boyutlu radyografik veri ve üç boyutlu yazılım ile optik taramanın birlikte uygulanması bu durumu mümkün kılmaktadır⁴⁴.

Cerrahi rehberler mukoza, diş, kemik⁴⁸ ya da geçici implantlar tarafından desteklenebilirler. Bütün bu durumlarda ilave stabilizasyon kemik tutucu vidalar ya da pinler ile sağlanabilmektedir⁴⁴. Diş destekli cerrahi plaklar, işlemde en yüksek doğruluğu sunmaktadır⁴⁸. Mukoza destekli cerrahi plak işlemleri kemik destekli olanlar ile karşılaştırıldığında daha yüksek doğruluk göstermektedir⁴⁹. Maksilla ile mandibulanın rehberli cerrahisinin doğruluğu karşılaştırıldığında önemli bir farklılık gözlenmemiştir⁴⁵. Geçici implantlar kullanıldığında tarama yapılacak protezin ve cerrahi plağın stabilizasyonu cerrahi işlemlerin daha doğru gerçekleştirilmesine neden olur. Cerrahi rehberler konvansiyonel olarak ya da hızlı prototipleme teknikleri ile üretilebilmektedir⁴⁴.

CAD/CAM esaslı cerrahi rehberler

CAD/CAM teknolojisi, implant ile rehabilitasyonda planlama yapmak için BT taramalarından elde edilen veriyi kullanır. BT görüntülerini, BT görüntüleme ve planlama yazılımı ile tanıyan veriye dönüştürür. Daha sonra bu yazılım cerrahi öncesi yapılan planlamayı stereolitografik delici kılavuzların kullanımı ile cerrahi alana transfer eder. CAD/CAM esaslı cerrahi rehberlerin kemik morfolojisinin sanal üç boyutlu görüntüsü ile cerraha implant yerleştirilmesinden önce cerrahi kemik alanının görselleştirilmesine imkan vermesi, yetersiz kemik desteği veya önemli anatomik yapıları tehlikeye atma gibi risklerden kaçınılması, tarama şablonu kullanılması ile protetik planlamanın birleştirilmesi tedavinin protetik ve biyomekanik açıdan optimize edilmesine olanak sağlaması, bu tekniğin flep kaldırmadan yapılan cerrahi işlemi teşvik etmesi ve cerrahi öncesi ana dökümün ve geçici restorasyonların yapılmasına imkan vermesi ayrıca immedat yüklemeye olanak tanınması gibi bir çok olumlu özellikleri bulunmaktadır¹⁵.

Dental implant planlamasında ve cerrahiden önce yapılan planlamanın cerrahi bölgeye tahmin



edilebilir transferinde CAD/CAM teknolojisinin doğruluğu belgelenmiştir^{15,50}. Doğruluk, yazılım programındaki planlanmış implant pozisyonu ile hastanın ağızdaki implantın gerçek pozisyonunun eşleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. İmplant veya osteotomi bölgesinin doğruluğu; giriş noktasındaki sapma, apekteki sapma, uzun eksen sapması ve derinlikteki/yükseklikteki sapma olmak üzere çoğunlukla dört parametre ile ifade edilmektedir. Planlanmış ile yerleştirilmiş implant pozisyonunun eşleştirilmesi ikinci bir KIBT taraması veya model eşleştirilmesi (pre-operatif ve post-operatif modellerin karşılaştırılması) ile yapılabilmektedir^{45,51}.

CAD/CAM teknolojisi ile üretilen cerrahi rehberlerin etkinliği ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır¹⁵. Rehberli implant yerleştirilmesinin etkinliği, implantın sağ kalım ya da başarı oranını belirlemektir. Rehberli implant yerleştirilmesini takiben protezin sağ kalım oranını konvansiyonel implant yerleştirilmesi ile karşılaştırılmalıdır. Bununla birlikte flep kaldırmadan yapılan cerrahi işlemler gibi farklı klinik protokoller de rehberli cerrahinin etkinliğine katkıda bulunabilmektedir⁵¹.

Geng ve ark⁴⁸ yaptıkları çalışmada CAD/CAM tekniği ile gerçekleştirilen farklı tiplerde cerrahi rehberlerin kullanımı ile yerleştirilen implantların klinik sonuçlarını ve bu rehberlerin doğruluğunu değerlendirmişlerdir. CAD/CAM tekniği ile üretilen cerrahi rehberler kullanılarak 24 hastaya 111 implant yerleştirilmiştir. İmplant yerleştirildikten sonra yerleştirilen implantlar ile planlanmış olan implantların pozisyonları ve angulasyonları (açılma) pre ve post-operatif BT görüntülerinin eşleştirildiği özel yazılım programı kullanılarak belirlenmiştir. Sapmalar hesaplanmış ve farklı rehberler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Diş destekli cerrahi rehberlerin mukoza destekli olanlardan daha doğru sonuçlar verdiği ve hem kısmi hem de total olarak hazırlanmış rehberli şablonların cerrahi işlemi basitleştirdiği ve optimal implant yerleşimine yardımcı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bilgisayar destekli cerrahi rehber üretimi tekniğinin tüm sistemle ilgili olarak özel eğitim ve özel ekipman gerektirmesi gibi olumsuz özellikleri bulunmaktadır. Bununla birlikte önemli teknik komplikasyonlar da gözlenmiştir¹⁵. Komplikasyonların; hatalı planlama, hatalı radyografik stent, tarama esnasında oluşan hatalar, yazılım planlaması, cerrahi stentin hızlı prototipleme ile üretimi, protez için bilginin transfer edilmesi ile ilgili olduğu kaydedilmiştir. Klinisyen bu hataların

kaynağını fark ederse hataları en aza indirmek ve hasta tedavisini optimize etmek için çaba gösterecektir^{15,52}.

Block ve ark⁵² BT rehberli cerrahi komplikasyonları ve çözümlerini Tablo 6'daki gibi sıralamıştır.

Tablo 6. BT rehberli cerrahi komplikasyonları ve çözümleri

Komplikasyon	Çözümler
BT taraması esnasında ideal kurulumun kullanılmaması	Kurulum, planlanmış insizal kenar ve gingival marjini içeren var olan protez ya da diagnostik wax-up çalışmasının bir kopyası olmalıdır.
Duplike edilmiş olan protezin dokuya tam olmayan uyumu sonucu radyografik protezin malpozisyonu ya da protezin iç yüzü ile mukoza arasındaki hava boşluğu sonucu hatalı rehber stentin üretimi	Duplike edilen protez akrilik ile astarlanabilir (yumuşak astar ile değil). Tarama ve stent yerleştirilmesi esnasında ısırma kaydı kullanılabilir.
Okluzal desteğin olmaması nedeniyle ağıza yerleştirildiğinde stent oriyantasyonunun yetersiz olması	Cerrahi rehber stentte okluzal durudurucular olmayabilir veya kaybolmuş olabilir. Bu durumda posterior dişleri kapsayan ısırma kaydı kullanılmalıdır.
Hastanın tarama sırasında uygun doğrultuda olmaması	Hastane veya görüntüleme merkezi kullanıldığında klinisyenin iletişim hatalarını önlemek için tarama seansında bulunması gerekebilir. Dişlerin üst üste gelmesini önlemek için okluzal yüzeyleri ayırmak ve okluzal düzleme paralel tarama yapılması konusunda teknisyeni yönlendirmede yazılı talimatlar kullanılmalıdır.
Tarama esnasında hastanın hareket etmesi	Konik ışınli tarayıcılarda bulunan çene tutucuları ve alın bantları hastanın sabit kalmasına yardımcı olur. Tarama sırasında hastanın hareketsiz olması ile taramanın hastaya ulaştırılması gerekir.
Geniş dental restorasyon artefaktının aksiyel görüntüyü gizlemesi	Yazılım uygulamaları ile bazı saçılmalar elimine edilebilir. Bununla birlikte çift tarama tekniğinde saçılma artefaktını engellemek için okluzal düzleme radyopak işaretleyiciler koymaktan kaçınılmalıdır.
Maksiller ve mandibular dişlerin üst üste gelmesinin dişlerin pozisyonunu gizlemesi	Dişleri birbirinden ayıran okluzal ısırma kaydı kullanılmalıdır.
Radyografik tarama protezindeki radyopak malzemenin yetersiz karıştırılması	Baryum sülfat, polimer ile karıştırılmadan önce monomer ile karıştırılmalıdır. Karıştırılmadan önce baryum sülfat tozu ince partiküller haline getirilmeli. %15'den daha fazla kullanılmamalı.
Stent içerisine ana silindirin hatalı yerleştirilmesi	Rehber stent, implant sistemi ile eşleştirilmeli. Klinisyen ameliyat gününden önce rehber stenti kontrol etmeli.
Rehber stentin içine yerleştirilen sabitleme vidası tüplerinin sipariş edilenden daha küçük olması	Ameliyat gününden önce cerrahi stent kontrol edilmeli.

(BT: Bilgisayarlı Tomografi)



SONUÇ

Günümüzde implant planlaması ve tedavisinde yararlanılacak çok sayıda görüntüleme yöntemi mevcut olup, hızla gelişmeye devam etmektedir. CAD/CAM ile inter aktif implant tedavi planlaması da yapılmaktadır. Diş hekimliğinde implant planlamasında panoramik görüntüleme yöntemi standart olarak kabul edilmektedir. KIBT görüntüleme spesifik vakalarda implant bölgesinin cerrahi öncesi değerlendirilmesinde, implant yerleşimi ve takibinin radyografik değerlendirilmesinde önemli bir role sahiptir. KIBT tekniğinden elde edilen görüntüler ve yazılım programlarının yardımı ile klinisyenler vital yapılardan kaçınarak estetik, fonksiyonel ve biyolojik talepleri karşılayabilen ideal pozisyonda implantlar yerleştirebilirler. Vital yapıların lokalizasyonunu tam olarak belirleyebilmek için MRG kullanılabilir. Tüm bu görüntüleme tekniklerinin her biri implant tedavisinin başarısını artırmada ve önemli komplikasyonların önlenmesinde rol oynamaktadır. Ancak hiçbir görüntüleme yöntemi mükemmel olmamakla beraber, her birinin avantaj ve dezavantajları vardır. Bu yüzden görüntüleme yöntemi seçimine, operasyon bölgesinin özellikleri, konulacak implant sayısı ve implant vakasının kompleksliği, cihaz maliyeti, hastanın özellikleri ve maruz kalacağı doz gibi pek çok değişken göz önünde bulundurularak; dikkatli ve detaylı bir inceleme sonucunda karar verilmelidir.

Gülfem Ergün: ORCID ID: 0000-0001-9981-5522

Zeynep Şahin: ORCID ID: 0000-0003-2459-2912

KAYNAKLAR

1. Kayabasoglu G, Nacar A, Altundag A, Cayonu M, Muhtarogullari M, Cingi C. A retrospective analysis of the relationship between rhinosinusitis and sinus lift dental implantation. *Head Face Med* 2014;15:53-8.
2. Çakur B, Sümbüllü MA, Harorlu A. Operasyon öncesi implant yerlerinin belirlenmesinde radyolojik kriterler ve radyolojik teknik seçimi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2007;17:23-30.
3. Cochran DL, Nummikoski PV, Schoolfield JD, Jones AA, Oates TW. A prospective multicenter 5-year radiographic evaluation of crestal bone level over time in 596 dental implants placed in 192 patients. *J Periodontol* 2009;80:725-33.
4. Merheb J, Van Assche N, Coucke W, Jacobs R, Naert I, Quirynen M. Relationship between cortical bone thickness or computerized tomography-derived bone density values and implant stability. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:612-7.
5. Thakkar M, Mehta R, Joshi S, Sharma S. Implant Complications and Failures-A Review. *Adv Hum Biol* 2013;3:20-7.
6. Chan HL, Misch K, Wang HL. Dental imaging in implant treatment planning. *Implant Dent* 2010;19:288-98.
7. Harris D, Horner K, Gröndahl K, Jacobs R, Helmrot E, Benic GI, Bornstein MM, Dawood A, Quirynen M.E.A.O. guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:1243-53.
8. Gupta S, Patil N, Solanki J, Singh R, Laller S. Oral Implant Imaging: A Review. *Malays J Med Sci* 2015; 22: 7-17.
9. Nagarajan A, Perumalsamy R, Thyagarajan R, Namasivayam A. Diagnostic imaging for dental implant therapy. *J Clin Imaging Sci* 2014;4:4-14.
10. Shruthi M, Sangeetha R, Singh AK, Kini R, Naik V. To Implant or not to Implant? The Role of Imaging. *J Orofac Res* 2013;3:210-7.
11. Bhoosreddy AR, Bhoosreddy S, Shirsekar VU. Implant Imaging. *J Contemp Dent* 2013;3:127-32.
12. Dagassan-Berndt DC, Zitzmann NU, Walter C, Schulze RK. Implant treatment planning regarding augmentation procedures: panoramic radiographs vs. cone beam computed tomography images. *Clin Oral Implants Res* 2015;30:1-7.
13. Du Toit J, Gluckman H, Gamil R, Renton T. Implant Injury Case Series and Review of the Literature Part 1: Inferior Alveolar Nerve Injury. *J Oral Implantol* 2015;41:144-51.
14. Sanchez Garces MA, Escoda-Francoli J, Gay-Escoda C. Implant Complications, Implant Dentistry-The Most Promising Discipline of Dentistry, Ilser Turkyilmaz (Ed.). 1 ed. Rijeka; Croatia: 2011. p.369-81.
15. D'Souza KM, Aras MA. Types of implant surgical guides in dentistry: a review. *J Oral Implantol* 2012;38:643-52.
16. De Kok IJ, Thalji G, Bryington M, Cooper LF. Radiographic stents: integrating treatment planning and implant placement. *Dent Clin North Am* 2014;58:181-92.



17. Van Assche N, van Steenberghe D, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol* 2007;34:816-21.
18. Nickenig HJ, Wichmann M, Hamel J, Schlegel KA, Eitner S. Evaluation of the difference in accuracy between implant placement by virtual planning data and surgical guide templates versus the conventional free-hand method - a combined in vivo - in vitro technique using cone-beam CT (Part II). *J Craniomaxillofac Surg* 2010;38:488-93.
19. Nickenig HJ, Eitner S. Reliability of implant placement after virtual planning of implant positions using cone beam CT data and surgical (guide) templates. *J Craniomaxillofac Surg* 2007;35:207-11.
20. Liang X, Jacobs R, Martens W, Hu Y, Adriaensens P, Quirynen M, Lambrichts I. Macro- and micro-anatomical, histological and computed tomography scan characterization of the nasopalatine canal. *J Clin Periodontol.* 2009;36:598-603.
21. Neves FS, Crusoé-Souza M, Franco LC, Caria PH, Bonfim-Almeida P, Crusoé-Rebello I. Canalis sinuosus: a rare anatomical variation. *Surg Radiol Anat* 2012;34:563-6.
22. Mardinger O, Namani-Sadan N, Chaushu G, Schwartz-Arad D. Morphologic changes of the nasopalatine canal related to dental implantation: a radiologic study in different degrees of absorbed maxillae. *J Periodontol* 2008;79:1659-62.
23. Jacobs R, Lambrichts I, Liang X, Martens W, Mraiwa N, Adriaensens P, Gelan J. Neurovascularization of the anterior jaw bones revisited using high-resolution magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:683-93.
24. Kusum CK, Mody PV, Indrajeet, Nooji D, Rao SK, Wankhade BG. Interforaminal hemorrhage during anterior mandibular implant placement: An overview. *Dent Res J (Isfahan)* 2015;12:291-300.
25. Tagaya A, Matsuda Y, Nakajima K, Seki K, Okano T. Assessment of the blood supply to the lingual surface of the mandible for reduction of bleeding during implant surgery. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:351-5.
26. Gültekin S, Araç M, Celik H, Karaosmaoğlu AD, Işık S. Mandibulanın lingual vasküler kanallarının dental BT ile değerlendirilmesi. *Tanı Girişim Radyol* 2003;9:188-91.
27. Vazquez L, Saulacic N, Belser U, Bernard JP. Efficacy of panoramic radiographs in the preoperative planning of posterior mandibular implants: a prospective clinical study of 1527 consecutively treated patients. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:81-5.
28. Kütük N, Gönen ZB, Yaşar MT, Demirbaş AE, Alkan A. Reliability of panoramic radiography in determination of neurosensory disturbances related to dental implant placement in posterior mandible. *Implant Dent* 2014;23:648-52.
29. Alhassani AA, AlGhamdi AS. Inferior alveolar nerve injury in implant dentistry: diagnosis, causes, prevention, and management. *J Oral Implantol* 2010;36:401-7.
30. Gómez-Román G, Lautner NV, Goldammer C, McCoy M. Anterior Loop of the Mandibular Canal-A Source of Possible Complications. *Implant Dent* 2015;24:578-85.
31. Momota Y, Kani K, Takano H, Azuma M. Cerebellopontine angle mass mimicking lingual nerve injury after dental implant placement: a case report. *Aust Dent J* 2015;60:412-5.
32. Torres MG, de Faro Valverde L, Vidal MT, Crusoé-Rebello IM. Branch of the canalis sinuosus: a rare anatomical variation--a case report. *Surg Radiol Anat* 2015;37:879-81.
33. Leckel M, Kress B, Schmitter M. Neuropathic pain resulting from implant placement: case report and diagnostic conclusions. *J Oral Rehabil* 2009;36:543-6.
34. Tadinada A, Fung K, Thacker S, Mahdian M, Jadhav A, Schincaglia GP. Radiographic evaluation of the maxillary sinus prior to dental implant therapy: A comparison between two-dimensional and three-dimensional radiographic imaging. *Imaging Sci Dent* 2015 ;45:169-74.
35. Guerrero ME, Noriega J, Jacobs R. Preoperative implant planning considering alveolar bone grafting needs and complication prediction using panoramic versus CBCT images. *Imaging Sci Dent* 2014;44:213-20.
36. Galindo-Moreno P, Padial-Molina M, Avila G, Rios HF, Hernández-Cortés P, Wang HL. Complications



- associated with implant migration into the maxillary sinus cavity. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:1152-60.
37. Shahbazian M, Vandewoude C, Wyatt J, Jacobs R. Comparative assessment of panoramic radiography and CBCT imaging for radiodiagnostics in the posterior maxilla. *Clin Oral Investig* 2014;18:293-300.
38. Rege IC, Sousa TO, Leles CR, Mendonça EF. Occurrence of maxillary sinus abnormalities detected by cone beam CT in asymptomatic patients. *BMC Oral Health* 2012;30:1-7.
39. Fortin T, Camby E, Alik M, Isidori M, Bouchet H. Panoramic images versus three-dimensional planning software for oral implant planning in atrophied posterior maxillary: a clinical radiological study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013;15:198-204.
40. de Rezende Barbosa GL, Ramírez-Sotelo LR, Távora Dde M, de Almeida SM. Vertical measurements for planning palatal mini-implants in lateral radiography and cone beam computed tomography. *Implant Dent* 2014;23:588-92.
41. Jung BA, Wehrbein H, Heuser L, Kunkel M. Vertical palatal bone dimensions on lateral cephalometry and cone-beam computed tomography: implications for palatal implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:664-8.
42. Chan HL, Benavides E, Yeh CY, Fu JH, Rudek IE, Wang HL. Risk assessment of lingual plate perforation in posterior mandibular region: a virtual implant placement study using cone-beam computed tomography. *J Periodontol* 2011;82:129-35.
43. Peker I, Alkurt MT, Michcioglu T. The use of 3 different imaging methods for the localization of the mandibular canal in dental implant planning. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:463-70.
44. Hämmerle CH, Cordaro L, van Assche N, Benic GI, Bornstein M, Gamper F, Gotfredsen K, Harris D, Hürzeler M, Jacobs R, Kapos T, Kohal RJ, Patzelt SB, Sailer I, Tahmaseb A, Vercruyssen M, Wismeijer D. Digital technologies to support planning, treatment, and fabrication processes and outcome assessments in implant dentistry. Summary and consensus statements. The 4th EAO consensus conference 2015. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:97-101.
45. Vercruyssen M, Laleman I, Jacobs R, Quirynen M. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:69-76.
46. Jung RE, Schneider D, Ganeles J, Wismeijer D, Zwahlen M, Hämmerle CH, Tahmaseb A. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:92-109.
47. Stapleton BM, Lin WS, Ntounis A, Harris BT, Morton D. Application of digital diagnostic impression, virtual planning, and computer-guided implant surgery for a CAD/CAM-fabricated, implant-supported fixed dental prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2014;112:402-8.
48. Geng W, Liu C, Su Y, Li J, Zhou Y. Accuracy of different types of computer-aided design/computer-aided manufacturing surgical guides for dental implant placement. *Int J Clin Exp Med* 2015;8:8442-9.
49. Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29: 25-42.
50. Ersoy AE, Turkyilmaz I, Ozan O, McGlumphy EA. Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol* 2008;79:1339-45.
51. Vercruyssen M, Hultin M, Van Assche N, Svensson K, Naert I, Quirynen M. Guided surgery: accuracy and efficacy. *Periodontol* 2000 2014;66:228-46.
52. Block MS, Chandler C. Computed tomography-guided surgery: complications associated with scanning, processing, surgery, and prosthetics. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:13-22.

Yazışma Adresi

Dr. Öğr. Üyesi: Zeynep ŞAHİN
Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi
Çiftlikköy Kampüsü, Yenişehir / MERSİN
Tlf: 0 (324) 361 00 37
e-mail: dtsahinzeynep81@gmail.com

