



## GUIDED IMPLANT SURGERY

## REHBERLİ İMPLANT CERRAHİSİ

Merter GÜÇLÜ<sup>1</sup>, Nilsun BAĞIŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Res. Asst., Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Ankara University, Ankara / TURKEY

**ORCID ID:** 0000-0003-0408-9199

<sup>2</sup> Assoc. Prof., Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Ankara University, Ankara / TURKEY

**ORCID ID:** 0000-0003-4301-8502

### **Corresponding Author:**

Merter GÜÇLÜ

Address: Ankara University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontology, Beşevler-ANKARA /TURKEY

e-mail: dtmerterguclu@gmail.com, Phone: +90 0546 644 0485

### Article Info / Makale Bilgisi

**Received / Teslim:** September 30, 2021

**Accepted / Kabul:** January 14, 2022

**Online Published / Yayınlanma:** February 28, 2022

**DOI:**

GÜÇLÜ M, BAĞIŞ N. Guided Implant Surgery. Dent & Med J - R. 2022;4(1):21-33.

## Abstract

*Proper placement of dental implants in the bone reduces various surgical complications such as nerve damage and bone perforation. Guided implant surgery is a treatment method used to ensure that the implants are placed in the jawbone in an ideal position. In summary; digital planning refers to the production of personalized surgical guides and implant application stages. Guided implant surgery is a complicated treatment method consisting of several steps. Important mistakes may occur in each of these steps and the treatment applied may result in negative results due to the errors that occur. This article summarizes the information about guided implant surgery and gives an idea of the potential risks and problems that can occur at each step. It also provides clinical advice to minimize or eliminate these risks.*

**Keywords:** *Implant, Guided surgery, Complication, CBCT.*

## Özet

*Dental implantların çene kemiği içerisine uygun konumda yerleşimi, sinir hasarı ve kemik perforasyonu gibi oluşabilecek çeşitli cerrahi komplikasyonları azaltmaktadır. Rehberli implant cerrahisi, implantların çene kemiği içerisine ideal konumda yerleşimlerini sağlamak amacıyla kullanılan bir tedavi yöntemidir. Özetle; dijital planlama, kişiye özel cerrahi rehber üretimi ve implant uygulama aşamalarını ifade eder. Rehberli implant cerrahisi çeşitli basamaklardan oluşan komplike bir tedavi yöntemidir. Bu basamakların her birinde önemli hatalar meydana gelebilir ve meydana gelen hatalardan dolayı uygulanan tedavi olumsuz sonuçlanabilir. Bu makale, rehberli implant cerrahisi hakkındaki bilgileri özetlemekte, her bir adımda oluşabilecek potansiyel riskler ve problemler hakkında fikir vermektedir. Ayrıca bu riskleri en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için klinik ile ilgili tavsiyeler sunmaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** *İmplant, Rehberli Cerrahi, Komplikasyon, CBCT.*

## OVERVIEW / GENEL BAKIŞ

### 1. REHBERLİ İMPLANT CERRAHİSİNE GİRİŞ

İmplant tedavisinin ilk yıllarında hastaların tedavi planlaması, hekimin yaptığı klinik muayene ile birlikte periapikal ve panoramik film gibi iki boyutlu radyolojik görüntüleme tekniklerine dayanmaktaydı. Bu iki boyutlu radyografik tekniklerin doğasında var olan sınırlamalar, çok kesitli bilgisayarlı tomografi ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi gibi üç boyutlu görüntüleme tekniklerinin benimsenmesine ve daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmasına neden olmuştur. Kullanılmaya başlanan bu yeni görüntüleme teknikleri, kemiğin ayrıntılı olarak üç boyutlu değerlendirilmesine ve yapılacak olan implantların önemli anatomik oluşumlar ile ilişkisinin değerlendirilip incelenmesine olanak sağlamıştır. Bu olanaklara rağmen tek başına kullanılan görüntüleme teknikleri, yapılan cerrahi planlama ile protez planlamasını bir araya getirememesi ve cerrahi öncesi yapılan planlamalara rağmen cerrahi işlem sonrası implant konumlarında belirgin sapmalara neden olması nedeniyle belirgin sınırlamalar göstermiştir (1).

Çeşitli üç boyutlu görüntüleme tekniklerinden elde edilen bilgileri entegre edebilen bilgisayar yazılımı programlarının piyasaya sürülmesi hem önemli anatomik oluşumları hem de protez ihtiyaçlarını dikkate alan tedavi planlaması yapılabilmesi için büyük bir atılım oluşturmuştur. Piyasada mevcut olan çok sayıda özel yazılım programı anatomik yorumlamayı, cerrahi ve protetik tedavi planlamasını ve bu işlemler arasındaki doğrudan bağlantıyı mümkün kılmaktadır (1,2).

Günümüzde ise üç boyutlu görüntüleme tekniklerinden gelen bilgileri entegre edebilen bu yazılımsal programların gelişmesi ile implant tedavisi daha da ilerleme göstermiş olup **"rehberli implant cerrahisi"** adı altında yeni bir tedavi protokolü tanımlanmıştır. Rehberli implant cerrahisi kısaca; dijital planlama, kişiye özel cerrahi rehber üretimi ve implant uygulama aşamalarını ifade eder. Rehberli implant cerrahisi sırasında, dijital ortamda oluşturulan implant konumlandırmasını hastaya aktarmak için geliştirilen hastaya özgü cerrahi rehberler kullanılmaktadır. Bu cerrahi rehberler model tabanlı teknik, hızlı prototipleme tekniği veya stereolitografik teknoloji kullanılarak üretilmektedir. Model tabanlı cerrahi rehberler laboratuvarında, frezeleme ya da dijital baskı yoluyla bilgisayar destekli programlar kullanılarak üretilirler. Stereolitografik rehberler ise üç boyutlu görüntüleme ve tasarıma dayanan fotopolimerizasyon tekniği kullanılarak üretilirler (1,2).

Rehberli implant cerrahi protokolü, çeşitli basamaklardan meydana gelmektedir. Bu basamaklar: hastanın klinik muayenesinin yapılması, hastanın üç boyutlu radyolojik görüntüsünün elde edilmesi, hastanın mevcut dişlerinin ve ağız içi durumunun, ağız içi tarayıcılar ile ya da hastadan elde edilen model üzerinden ağız dışı ortamda kullanılan tarayıcılar ile taranarak dijital ortama aktarılması, görüntüleme dosyalarının dijital ortamda dönüştürülmesi ve kullanılacak olan yazılım programına aktarılması, dijital ortamda implant tedavisinin ve protetik tedavinin planlanması, cerrahi rehber üretimi, cerrahi rehber üretiminden sonra implantların hastaya uygulanması, implant üstü immedat yükleme yapılacaksa cerrahi işlem öncesinde dijital ortamda tasarlanıp hazırlanan protezlerin, implant uygulamasını takiben hastaya uygulanması şeklindedir.

### 2. REHBERLİ İMPLANT CERRAHİSİNE GENEL BAKIŞ

## 2.1. Rehberli İmplant Cerrahisinin Avantaj ve Dezavantajları

Rehberli implant cerrahisi uygulamasının hem hekim hem de hasta için çeşitli avantajları vardır. En önemli avantajı, tedavi sırasında hasta ile ilgilenecek olan tüm bölümlerin tedavi protokolünün başından itibaren tedavi içerisinde olması ve böylece daha kapsamlı yapılacak olan tedavi planlaması ile daha iyi sonuçların elde edilmesini sağlamasıdır (3). Ayrıca radyoloji uzmanı, cerrah, protez uzmanı ve teknisyenin planlama aşamasından protez uygulamasına kadar yaptıkları aktif işbirliği tedavi sırasında ve tedavi sonrasında oluşabilecek hataları minimize etmektedir (4,5).

Rehberli implant cerrahisi ile önlenebilecek komplikasyonlardan biri de mevcut anatomik oluşumların yaralanması ve hasar görmesidir (6,7). Tedavi planlaması sırasında yapılacak olan analizler ile oluşabilecek bu komplikasyonlar minimuma indirilebilir. Ayrıca çok sayıda implant bulunan daha komplike vakalarda iyi bir tedavi planlaması ile işlem süresi kısaltılarak oluşabilecek post-operatif komplikasyonlar en aza indirilebilir (8,9).

Rehberli implant cerrahisi aynı zamanda flepsiz cerrahi işlem yapılmasına izin verir (10). Bu sayede dişeti papili, dişeti konturu korunarak yapılan protezler ile dişeti arasında daha iyi dişeti kenar uyumu sağlanmasına olanak sağlar. Flep kaldırılması ve sütür atılması gibi işlemlere gerek kalmadığı için işlem sonrasında oluşabilecek olan kanama, ağrı, ödem şikayetleri de minimuma indirilir. Ayrıca yara bölgeleri daha hızlı bir şekilde iyileşir (11,12,13).

Rehberli implant cerrahisi protokolünün çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri, tedavi planlama aşaması süresinin artması ve hasta için hastaya özgü cerrahi rehber üretilmesi ile birlikte maliyetin yükselmesidir. Ayrıca, rehberli implant cerrahi protokolü uygulamak isteyen hekim gerekli donanımına sahip olmalıdır (14,15). Bu konuda çalışma yapmak isteyen hekim maliyeti göz önünde bulundurarak gerekli donanımı kendisine sağlamalı ve gerekli sözlü/pratik eğitimlere katılarak kendini bu tedavi protokolü için yeterli düzeye ulaştırmalıdır.

## 2.2. Geleneksel İmplant Uygulamasına Kıyasla Rehberli İmplant Cerrahisi

Rehberli implant cerrahisi, geleneksel implant cerrahisi ile karşılaştırıldığında tedavi daha kısa sürede tamamlanmaktadır. Bunun asıl nedeni tedavi protokolü sırasında flep kaldırma operasyonunun yapılmaması ve sonrasında sütür ihtiyacının bulunmamasıdır. Ayrıca flepsiz tedavi protokolüne bağlı olarak post-operatif ağrı, ödem, kanama ve trismus oluşma riski azalmaktadır (16,17).

2000'li yılların başında klinisyenler, üç boyutlu ortamda frez konumunu izleyen izleme sensörleri kullanarak gerçek zamanlı navigasyon altında implant uygulaması gerçekleştirerek "statik rehberli implant cerrahisi" haricinde farklı bir yaklaşım olan "dinamik rehberli implant cerrahisi" protokolünü keşfettiler (18). 2017 yılında yapılan prospektif bir çalışma dinamik rehber sistemlerinin sonuçlarını değerlendirdi ve dinamik rehber sisteminin geleneksel implant uygulamasına oranla daha doğru sonuçlar ortaya koyduğunu bildirdi (19). Dinamik rehberli implant cerrahi protokolü daha yüksek maliyet ve karmaşık kullanım yapısına sahip olması nedeniyle sınırlı bir kullanıma sahiptir. Bu nedenle mevcut makale sadece statik rehberli implant cerrahi protokolüne odaklanmaktadır.

### 3. REHBERLİ İMPLANT CERRAHİSİ İLE İLİŞKİLİ RİSKLER VE HATALAR

Rehberli implant cerrahisinin riskleri ve hataları, dijital olarak planlanan implant pozisyonu ile implantın klinik sonucu arasında meydana gelen olası sapmalarla ilgilidir. Yapılan implantın başarısı bilgisayarlı tomografi sonrasında özel bir yazılımla planlanan implantın pozisyonunu ağızdaki gerçek pozisyonla eşleştirerek veya ameliyat öncesi ve sonrası modeller karşılaştırılarak doğrulanabilir. Doğruluk, implant konumunda meydana gelen sapma, giriş noktasında meydana gelen sapma, aç sapması (uzun eksen sapması/eksensel sapma), apikal veya koronal yönde meydana gelen sapma ile değerlendirilip kontrol edilir. Bu sapmalara neden olabilen risk ve hatalar kendi başlıkları altında anlatılacaktır (20).

#### 3.1. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi / Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (CBCT/BT)

Yapılan çalışmalarda, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve çok kesitli bilgisayarlı tomografiden görüntü elde etme ve veri işlemede <0,5 mm'lik hata payı olduğu bildirilmiştir (21). Görüntü kalitesini ve güvenilirliğini bozacak olan metal artefaklar ve görüntü elde etme işlemi sırasında hastanın hareket etmesi gibi nedenler bu hataların ortaya çıkmasına neden olur. Son zamanlarda, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi çok kesitli bilgisayarlı tomografiye oranla; daha düşük radyasyon dozu, düşük maliyet, daha kısa edinme süresi ve daha yüksek çözünürlüklü görüntü özellikleri sunması nedeni ile daha sık tercih edilmektedir. Ancak çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırıldığında, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi hassas üç boyutlu modelleme sunmaz ve görüntü stereolitografik rehberler için daha düşük oranda doğruluk sağlar (22,23).

Metalik dental restorasyonlar ve aksesuarlar gibi yüksek yoğunluklu maddelerin neden olduğu görüntü artefakları, konik ışınlı bilgisayarlı tomografide çok kesitli bilgisayarlı tomografiye oranla daha fazla oranda meydana gelmektedir. Metal artefaklar elde edilen görüntü kalitesi üzerine etki eder ve rehberli implant cerrahisinde bir hata kaynağı olarak kabul edilir. Bu nedenle, görüntü elde etme işlemi sırasında hasta uyarılmalı ve çıkarılması mümkün olan metal restorasyonlar ve aksesuarlar çıkarılmalıdır (24,25).

Belirtilen sınırlamalar ve hatalara rağmen, yapılan son çalışmalar çok kesitli bilgisayarlı tomografi ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi arasında rehberli implant cerrahisi için anlamlı istatistiksel bir fark göstermemiştir (26). Bu nedenle rehberli implant cerrahisi için daha az radyasyon dozu üreten konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin kullanılması önerilmektedir.

Görüntüleme hatalarının önüne geçmek için, güncel tomografi ekipmanları doğru kullanılmalı, deneyimli radyologlar ile çalışılmalı ve artefak yaratabilecek nesnelere elimine edilerek üç boyutlu görüntüleme sırasında meydana gelebilecek hatalar minimize edilmelidir.

#### 3.2. Işınlama Sırasında Hastanın Konumlandırılması ve Hareketi

Üç boyutlu görüntü elde etmek için yapılan tarama sırasında meydana gelebilecek olan hasta hareketi rehberli implant cerrahisi hatalarına neden olur. Üç boyutlu görüntü elde etmek için yapılan tarama sırasında radyolog hasta hareketine karşı dikkatli olmalıdır. Tarama sonrasında elde edilen görüntüyü olası hareket

belirtileri açısından gözden geçirmeli, harekete bağlı olarak bir hata meydana gelmişse taramayı tekrarlamalıdır (27).

Tam dişsiz hastaları tedavi eden Vercruyssen ve arkadaşları yaptıkları randomize kontrollü bir çalışmada, tam dişsiz hastalarda tarama sırasında hasta hareketine bağlı olarak oluşan hareket artefaktlarını en aza indirmek için, tarama sırasında hastaya özel olarak üretilen tarama protezinin kullanımını ve tarama protezinin doğru konumlandırılmasını sağlamak için okluzal ısırma plağının kullanılmasını önermiştir (16,28).

### 3.3. Tedavi Planlamasında Kullanılan Özel Yazılım Programları

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri elde edildikten sonra görüntüler "tıpta dijital görüntüleme ve iletişim" (DICOM) dosyaları olarak kaydedilir. Bu dosya biçimi piyasada bulunan tüm tedavi planlama yazılım programları ile uyumludur. Bu yazılım programlarına örnek olarak: simplant (Materialise Dental Inc), invivo 5 (Anatomage), nobelclinician (Nobel Biocare), ondemand3d (Cybermed Inc), virtual implant placement software (BioHorizons, Inc), codiagnostix (Dental Wings Inc), blue sky plan (BlueSkyBio, LLC), stentcad (Media Lab Software), easy guide (Keystone-Dental), implant logics (Implant Logic System, Ltd), implantmaster (I-Dent Imaging Ltd), med3d (med3D AG), naviguide system (Humboldt-Universität), sidexis 4 (Dentsply Sirona) verilebilir (28).

Yazılım programlarında elde edilen görüntü biçimi aynı olmasına rağmen, yazılım programları kendi içerisinde sınırlılık ve farklılıklar gösterir. Bu nedenle klinisyenler, kullandıkları yazılım programlarının sınırlılıklarını ve farklılıklarını iyi analiz etmeli ve bu konuda gerekli bilgi, deneyime sahip olmalıdır (29,30).

### 3.4. Cerrahi Rehber Üretimi ve Rehber Tipi

Dişlerin dijital modeli ile üç boyutlu görüntüleme modeli arasında yapılacak olan yanlış hizalama ve kayıt, diş destekli cerrahi rehberler için bir hata kaynağıdır. Yanlış hizalama ve kayıttan dolayı meydana gelen hata sapmaya neden olur ve meydana gelen sapma cerrahi alana aktarılır. Dijital olarak planlanan implant ile gerçek implant pozisyonu arasında klinik olarak kabul edilemez bir tutarsızlık meydana gelir. Flügge ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, dijital model ve üç boyutlu görüntü modeli arasında ortalama 0.54 mm'lik kabul edilebilir bir sapma miktarı olduğunu ortaya koymuştur (31). Benzer şekilde farklı yöntemlerle üretilmiş olan cerrahi rehberlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, rehberli implant cerrahisinde kullanılan cerrahi rehberler arasında anlamlı bir fark olmadığını ve klinik olarak kabul edilebilir seviyede farklılıklar gösterdiği ortaya konmuştur (32).

Kullanılan cerrahi rehberin tipi ( diş destekli, kemik destekli, yumuşak doku destekli ) rehberli implant cerrahisinin doğruluğunu etkileyebilir. Yapılan klinik çalışmalar diş destekli cerrahi rehber kullanımının implant yerleştirilmesi sırasında kemik ve mukoza destekli cerrahi rehberlere oranla daha yüksek doğruluk sonucu verdiğini ortaya koymuştur (33, 34).

Hekim tarafından kullanılan cerrahi rehberlerin fiziksel özellikleri de rehberli implant cerrahisi sırasında hataların meydana gelmesine neden olabilir. Yapılan bir sistematik derleme cerrahi rehberlerin kırılma oranının %6.7-9.7 arasında değişkenlik gösteren yaygın bir komplikasyon olduğu ortaya koymuştur (35). Oluşabilecek

bu komplikasyonu önlemek için cerrahi rehberlerin dikkatli bir şekilde tasarlanması ve işlem sırasında dikkatli kullanılması gerekmektedir.

Genel olarak cerrahi rehber hatalarının önüne geçmek için, alanında uzmanlaşmış ve deneyimli rehber üreticileriyle çalışılması, her vakanın kendi içerisinde özel olarak incelenerek doğru rehber tipinin seçilmesi, rehber kullanımı sırasında dikkatli olunması, rehberin fiziksel kırılmaya ve bozulmaya uğramaması için doğru materyal seçimi ve hekimin bu konuda yeterli tecrübeye sahip olması gerekmektedir.

### 3.5. Cerrahi Rehberin Stabilizasyonu ve Konumlandırılması

Hazırlanan cerrahi rehberin ağız içerisinde doğru bir şekilde konumlandırılması ve stabilizasyonu, rehberli implant cerrahisi için büyük önem taşımaktadır. Destek tipine bağlı olarak dört farklı cerrahi rehber tipi bildirilmiştir. Bunlar: diş destekli cerrahi rehberler, mukoza destekli cerrahi rehberler, kemik destekli cerrahi rehberler ve mini implantlar kullanılarak özel olarak desteklenen cerrahi rehberler olarak sınıflandırılmaktadır (36).

Tahmaseb ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, diş ve mukoza destekli cerrahi rehberlerin kemik destekli cerrahi rehberlere oranla daha iyi bir başarı oranı sağladığı sonucunu ortaya koymuştur. Yapılan çalışma ayrıca, diş destekli ve mukoza destekli cerrahi rehberlerin başarı oranları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucu da ortaya konmuştur (37).

Arisan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, kemik destekli rehberlerin frezleme işlemi sırasında kendiliğinden hareket ettiğini ve işlem boyunca sık sık kontrol edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle hekim kemik rehberli cerrahi rehber kullanacaksa, hata payını en aza indirmek için işlem boyunca cerrahi rehberin stabilizasyonuna özellikle dikkat etmelidir (24).

Belirtildiği gibi cerrahi rehberin konumlandırılması ve stabilizasyonu rehberli implant cerrahisinin doğruluğu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. D'Haese ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, tam dişsiz bir maksilla üzerinde mukoza destekli cerrahi rehber kullanılarak yapılan rehberli implant cerrahi protokolünün sonucunda meydana gelen genel hatanın, rehberin doğru konumlandırılmamasına ve stabilizasyonuna dikkat edilmemesine bağlı olarak oluştuğunu ortaya koymuştur (38). Yapılan bu çalışma sonrasında D'Haese ve arkadaşları özellikle tam dişsiz hastalarda kullanılması planlanan cerrahi rehberlerin en az üç mini vida ile dokuya sabitlenmesi gerektiğini bildirmiştir. Kullanılan mini vidalar frezleme sırasında gevşeyebilir, bu nedenle işlem süresince dikkatli olunmalı ve sık kontroller yapılmalı mini vidalar tekrar sıkılarak sabitlenmelidir. Alternatif olarak Tahmaseb ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada önerdikleri gibi cerrahi rehberler mini implantlar kullanılarak da desteklenebilir (39).

Mukozal kalınlık, mukoza destekli cerrahi rehberler için rehberli implant cerrahisinin sonucunu etkileyen önemli faktörlerden biri olarak bildirilmiştir. Mevcut olan mukozal kalınlık arttıkça meydana gelecek sapma miktarı artmaktadır. Ayrıca lokal anestezi enjeksiyonunun neden olduğu şişmiş haldeki mukoza, mukoza destekli cerrahi rehberin pozisyonunu ve buna bağlı olarak rehberli implant cerrahisinin başarı oranını etkileyebilir (40).

Cerrahi rehber stabilizasyon ve konumlandırma hatalarının önüne geçmek için genel olarak; mukoza veya kemik destekli cerrahi rehber kullanılacaksa rehberleri stabilize etmek için en az üç mini vida kullanılmalı, kemik destekli cerrahi rehber kullanılacaksa özel dikkat gösterilerek rehber stabilizasyonu sık sık kontrol edilmeli ve mukoza destekli cerrahi rehber kullanılacaksa özellikle anestezi bölgesine dikkat edilmelidir.

### 3.6. Anatomik Konum

Belirli anatomik konumlar, rehberli implant cerrahisi sırasında ek zoluklar meydana getirir. Özellikle posterior bölgede geniş bir cerrahi rehber kullanıldığında, hastanın ağızını kapatması durumunda cerrahi rehber kırılabilir. Cerrahi rehberin ağız içerisinde kırılması implant konumunun bozulmasına, hastanın yanak bölgesinde hematoma oluşmasına ve hastanın oral dokularında yırtılma, kanama gibi komplikasyonların meydana gelmesine neden olur (41).

Vercruyssen ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, rehberli implant cerrahisi planlanan 212 implanttan 2 tanesinin, hastanın mevcut ağız açıklığının yetersiz olması nedeniyle posterior bölgeye uygulanamadığını, aynı şekilde 1 tane implantın da kısıtlı ağız açıklığı nedeni ile doğru konumda yerleştirilemediğini bildirmiştir (28).

İlk muayene sırasında hasta detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir. Anatomik konumdan dolayı meydana gelebilecek hataların ve komplikasyonların önüne geçmek için yapılan ilk muayene sırasında hastanın ağız açıklığı da detaylı olarak incelenmelidir.

### 3.7. Frez ve Frez Bileşenleri

Rehberli implant cerrahisi sırasında ek bir hata kaynağı olarak frez ve frez bileşenleri gösterilmektedir. Geçmiş yıllarda ameliyat sırasında gerekli frezleri uygulamak için artan tüp çapına sahip ardışık cerrahi rehberler kullanılarak oluşturulan farklı bir tedavi protokolü kullanılmaktaydı. Günümüzde, tüm implant sistemleri uygun rehber fiksasyonunu sağlamak ve rehber stabilizasyonu ile daha önce açıklanan hataları en aza indirmek için ameliyat sırasında tek rehber kullanan tedavi protokolüne geçiş yapmıştır (42,43).

Laederach ve arkadaşları yaptıkları in-vitro bir çalışmada dört farklı rehberli implant cerrahi sistemini (Camlog Guide, Straumann Guided Surgery, SIC Guide, Nobel Guide) karşılaştırmıştır. Bu çalışmaya göre, eksensel sapmalar  $0^{\circ}$ - $5.64^{\circ}$ , apikal sapmalar 0.01-3.2 mm, koronal sapmalar ise 0.01-1.60 mm değerleri arasında değişkenlik göstermiştir. Bu sapmalar göz önüne alındığında kullanılan rehberli implant cerrahi sisteminin ne olduğuna bakılmaksızın, hekim tüm frezleme dizisi boyunca tüpte doğru yönün ve açının takip edildiğini düzenli ve dikkatli olarak takip etmelidir. Hekim frezleme işlemi sırasında meydana gelen beklenmedik hareketleri ve frezin yanlış konumlandırılmasını en aza indirmek için daha kısa bir frez kullanımını ya da cerrahi rehberin tüp uzunluğunun arttırılmasını tercih edebilir (44).

Rehberli implant cerrahisi, rehber ve kemik arasında oluşan mesafe nedeniyle geleneksel implant cerrahisine oranla daha uzun frezlerin kullanılmasını gerektirir. Artan frez uzunluğu, frez ile rehber tüp arasında meydana gelebilecek olası sürtünme gibi nedenler işlem sırasında kullanılan serum fizyolojinin yıkama ve soğutma etkinliği önemli ölçüde azaltır. Bu durum kemiğin aşırı ısınmasına neden olarak kemikte "termal



osteonekroz" meydana gelmesine neden olur. Bu nedenle rehberli implant cerrahisi protokolü sırasında doğru ve güvenilir soğutma sistemli frezlerin ve frez bileşenlerini kullanılması oldukça önemlidir (45).

Kullanılan frez ve frez bileşenleri de zaman içerisinde bozunmaya uğrar. İşlem sırasında ek bir hataya bağlı olarak meydana gelebilecek komplikasyonların önüne geçmek için frez ve frez bileşenleri düzenli olarak hekim tarafından kontrol edilmeli ve bozunmaya uğrayan bileşenler işlem sırasında kullanılmamalıdır.

### 3.8. Hekim Deneyimi

Hekim için kullanılan cerrahi rehberin doğru konumlandırılması en temel gereksinimdir. Cerrahi prosedür boyunca rehberin hareket ve bozulma olmadan yerinde stabil halde kalması da hekim için en önemli noktalardan biridir. Bu faktörler bize, rehberli implant cerrahisi alanında deneyimli bir hekimin tedavi prosedürünü daha iyi idare edebileceğini göstermektedir.

Yapılan bir çalışma, cerrahi olarak deneyimli 10 hekim ile cerrahi olarak yeterli deneyimi olmayan 10 hekimi, rehberli implant cerrahi uygulaması için karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda daha az cerrahi tecrübeye sahip hekimlerin, tecrübeli hekimlere göre implant konumlarında 2 kat daha fazla sapmaya neden oldukları bildirilmiştir (46).

Yakın zamanda bildirilen randomize kontrollü bir çalışma, rehberli implant cerrahisinde deneyimli ve rehberli implant cerrahisinde deneyimsiz hekimler tarafından uygulanan implantları karşılaştırdı (geleneksel yöntemle 500'den fazla implant yapan hekimler deneyimli hekim olarak çalışmaya dahil edilmiştir) ve deneyimsiz grupta meydana gelen sapmalar daha fazla bulundu. Önemli nokta ise bu sonucun "tek bir rehber" kullanılmasına, cerrahi rehberin doğru konumlandırılmasına ve cerrahi rehberin hareketsiz hale getirilmesi için en az üç sabitleme vidasının kullanılmasına rağmen meydana gelmiş olmasıdır. Bu randomize kontrollü çalışmanın sonucu, daha önce de vurgulanan bir faktör olan rehberli implant cerrahisini kullanırken deneyim ve cerrahi becerilere duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır (47).

Ayrıca rehberli implant cerrahisi uygulayan diş hekimi, implant uygulamasının rehberli implant cerrahisi ile yeterli veya güvenli bir şekilde tamamlanamadığı durumlarda; bir vakayı geleneksel implant cerrahisine dönüştürmek için gerekli eğitim, cerrahi beceri ve donanıma sahip olmalıdır (47,48).

## 4. REHBERLİ İMPLANT CERRAHİSİ İLE İLGİLİ RİSKLERİN ÖNLENMESİ

İdeal implant yerleşimi estetik ve fonksiyonel sonuçları maksimuma çıkarırken, olası cerrahi komplikasyonları da en aza indirir. Burada ana hatlarıyla belirtildiği gibi, rehberli implant cerrahisi kullanılırken ideal implant konumlandırmasındaki olası birçok hatayı ve sapmayı azaltmak için spesifik stratejiler vardır. Rehberli implant cerrahisi ile ilişkili risklerin gözden geçirilmesini özetleyecek olursak, bu risklerin azaltılmasına yardımcı olacak genel stratejiler şunlardır, olası risklerin tam olarak anlaşılması esastır, kullanılan sistem ve araçların bilinmesi esastır, her adımdan sonra hem teşhis hemde cerrahi prosedürlerin tutarlı bir şekilde doğrulanması çok önemlidir, uygun eğitim ve cerrahi deneyim önemlidir.

## SUMMARY / SONUÇ

Rehberli implant cerrahisi, implant tedavisi gerektiğinde hasta ve hekim için avantajlı bir prosedür olabilir. Bu avantajlara rağmen prosedürün her adımında farklı hatalar meydana gelebilir. Rehberli implant cerrahi sürecinin tam olarak anlaşılması, kapsamlı ve dikkatli cerrahi teknik, kapsamlı eğitim ve yeterli vaka hazırlığının mevcut olması koşuluyla bu riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak mümkündür.

## Acknowledgements / Teşekkür

## References / Referanslar

1. Tai C-J, Tatakis DN, Chien H-H. The applications and limitations of advanced (three-dimensional) radiographic imaging techniques. In: DWK Kao, ed. Clinical Maxillary Sinus Elevation Surgery. Ames, IA: John Wiley & Sons; 2014: 31- 56.
2. Jung RE, Schneider D, Ganeles J, et al. Computer technology applicationsin surgical implant dentistry: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009;24(Suppl):92-109.
3. Schnitman PA, Hayashi C, Han RK. Why guided when freehand is easier, quicker, and less costly J Oral Implantol. 2014;40(6):670-678.
4. Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tardieu PB. Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 2: rapid-prototype medical modeling and stereolithographic drilling guides requiring bone exposure. Int J Periodontics Restorative Dent. 2006;26(4):347-353.
5. Jacobs R. Preoperative radiologic planning of implant surgery in compromised patients. Periodontol 2000. 2003;33:12-25.
6. Greenstein G, Tarnow D. The mental foramen and nerve: clinical and anatomical factors related to dental implant placement: a literature review. J Periodontol. 2006;77(12):1933-1943.
7. Apostolakis D, Brown JE. The anterior loop of the inferior alveolar nerve: prevalence, measurement of its length and a recommendation for interforaminal implant installation based on cone beam CT imaging. Clin Oral Implants Res. 2012;23(9):1022-1030.
8. Hammerle CH, Stone P, Jung RE, Kapos T, Brodala N. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding computer-assisted implant dentistry. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009;24(Suppl):126-131.
9. Youk SY, Lee JH, Park JM, et al. A survey of the satisfaction of patients who have undergone implant surgery with and without employing a computer-guided implant surgical template. J AdvProsthodont. 2014;6(5):395-405.
10. Van Assche N, van Steenberghe D, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy assessment of computer-assisted flapless implant placement in partial edentulism. J Clin Periodontol. 2010;37(4): 398-403.
11. Becker W, Goldstein M, Becker BE, Sennerby L, Kois D, Hujoel P. Minimally invasive flapless implant placement: follow-up results from a multicenter study. J Periodontol. 2009;80(2):347-352.
12. Fortin T, Bosson JL, Isidori M, Blanchet E. Effect of flapless surgery on pain experienced in implant placement using an image-guided system. Int J Oral Maxillofac Implants. 2006;21(2):298-304.



13. Arisan V, Karabuda CZ, Ozdemir T. Implant surgery using bone and mucosa-supported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. standard techniques. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(9):980-988.
14. Mandelaris GA, Rosenfeld AL, King SD, Nevins ML. Computerguided implant dentistry for precise implant placement: combining specialized stereolithographically generated drilling guides and surgical implant instrumentation. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30(3):275-281.
15. Ganz SD. Computer-aided design/computer-aided manufacturing applications using CT and cone beam CT scanning technology. *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):777-808, vii.
16. Vercruyssen M, Cox C, Coucke W, Naert I, Jacobs R, Quirynen M. A randomized clinical trial comparing guided implant surgery (bone- or mucosa-supported) with mental navigation or the use of a pilot-drill template. *J Clin Periodontol.* 2014;41(7):717-723.
17. Vercruyssen M, van de Wiele G, Teughels W, Naert I, Jacobs R, Quirynen M. Implant- and patient-centred outcomes of guided surgery, a 1-year follow-up: an RCT comparing guided surgery with conventional implant placement. *J Clin Periodontol.* 2014;41(12):1154-1160.
18. Siessegger M, Schneider BT, Mischkowski RA, et al. Use of an image-guided navigation system in dental implant surgery in anatomically complex operation sites. *J Craniomaxillofac Surg.* 2001;29(5):276-281.
19. Block MS, Emery RW, Cullum DR, Sheikh A. Implant placement is more accurate using dynamic navigation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017;75(7):1377-1386.
20. Widmann G, Bale RJ. Accuracy in computer-aided implant surgery-a review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(2): 305-313.
21. Reddy MS, Mayfield-Donahoo T, Vandervan FJ, Jeffcoat MK. A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 1994;5(4):229-238.
22. Pettersson A, Komiyama A, Hultin M, Nasstrom K, Klinge B. Accuracy of virtually planned and template guided implant surgery on edentate patients. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14(4):527-537.
23. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-1564.
24. Dreiseidler T, Neugebauer J, Ritter L, et al. Accuracy of a newly developed integrated system for dental implant planning. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(11):1191-1199.
25. Hammerle CH, Cordaro L, van Assche N, et al. 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(Suppl 11):97-101.
26. Arisan V, Karabuda ZC, Piskin B, Ozdemir T. Conventional multislice computed tomography (CT) and cone-beam CT (CBCT) for computer-aided implant placement. Part II: reliability of mucos supported stereolithographic guides. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013;15(6):907-917.
27. Frisardi G, Chessa G, Barone S, Paoli A, Razionale A, Frisardi F. Integration of 3D anatomical data obtained by CT imaging and 3D optical scanning for computer aided implant surgery. *BMC Med Imaging.* 2011;11:5.
28. Vercruyssen M, Coucke W, Naert I, Jacobs R, Teughels W, Quirynen M. Depth and lateral deviations in guided implant surgery: an RCT comparing guided surgery with mental navigation or the use of a pilot-drill template. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(11):1315-1320.



29. Vercruyssen M, Jacobs R, Van Assche N, van Steenberghe D. The use of CT scan based planning for oral rehabilitation by means of implants and its transfer to the surgical field: a critical review on accuracy. *J Oral Rehabil.* 2008;35(6):454-474.
30. De Vico G, Ferraris F, Arcuri L, Guzzo F, Spinelli D. A novel workflow for computer guided implant surgery matching digital dental casts and CBCT scan. *Oral Implantol (Rome).* 2016;9(1):33-48.
31. Flügge T, Derksen W, Te Poel J, Hassan B, Nelson K, Wismeijer D. Registration of cone beam computed tomography data and intraoral surface scans-a prerequisite for guided implant surgery with CAD/CAM drilling guides. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(9):1113-1118.
32. Matta RE, Bergauer B, Adler W, Wichmann M, Nickenig HJ. The impact of the fabrication method on the three-dimensional accuracy of an implant surgery template. *J Craniomaxillofac Surg.* 2017;45(6):804-808.
33. Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomographyderived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(2):394-401.
34. 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(6):8442-8449.
35. Voulgarakis A, Strub JR, Att W. Outcomes of implants placed with three different flapless surgical procedures: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014;43(4):476-486.
36. D'Haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontol 2000.* 2017;73(1):121-133.
37. 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(Suppl):25-42.
38. D'Haese J, Van De Velde T, Elaut L, De Bruyn H. A prospective study on the accuracy of mucosally supported stereolithographic surgical guides in fully edentulous maxillae. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14(2):293-303.
39. Tahmaseb A, De Clerck R, Wismeijer D. Computer-guided implant placement: 3D planning software, fixed intraoral reference points, and CAD/CAM technology. A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(3):541-546.
40. Ochi M, Kanazawa M, Sato D, Kasugai S, Hirano S, Minakuchi S. Factors affecting accuracy of implant placement with mucosally supported stereolithographic surgical guides in edentulous mandibles. *Comput Biol Med.* 2013;43(11):1653-1660.
41. Nocini PF, De Santis D, Morandini B, Procacci P. A dental implant in the infratemporal fossa: case report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(4):e195-e197.
42. Parashis A, Diamantopoulos P. *Clinical Application of Computer- Guided Implant Surgery.* Boca Raton, FL: CRC Press; 2013:159-162.
43. Van Assche N, Quirynen M. Tolerance within a surgical guide. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(4):455-458.
44. Laederach V, Mukaddam K, Payer M, Filippi A, Kuhl S. Deviations of different systems for guided implant surgery. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(9):1147-1151.
45. Dos Santos PL, Queiroz TP, Margonar R, et al. Guided implant surgery: what is the influence of this new technique on bone cell viability *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(3):505-512.



46. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Schutyser F, Boumans T. Accuracy of computer-guided surgery: a comparison of operator experience. *J Prosthet Dent.* 2015;114(3):407-413.
47. Cassetta M, Bellardini M. How much does experience in guided implant surgery play a role in accuracy A randomized controlled pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46(7):922-930.
48. Moraschini V, Velloso G, Luz D, Barboza EP. Implant survival rates, marginal bone level changes, and complications in full-mouth rehabilitation with flapless computer-guided surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015;44(7):892-901.