

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**DENTAL İMPLANT CERRAHİSİNDE DİNAMİK NAVİGASYON VE SERBEST EL
YÖNTEMİ İLE YAPILAN AÇILI İMPLANTLARIN DÜZLEMSEL OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI**

AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK BİTİRME TEZİ

GÜNEŞ KENAN ÜSTEK

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Hasan Onur ŞİMŞEK

AYDIN, 2020

UZMANLIK TEZİ ONAY FORMU

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Programı çerçevesinde Güneş Kenan Üstek tarafından hazırlanan “dental implant cerrahisinde dinamik navigasyon ve serbest el yöntemi ile yapılan açılı implantların düzlemsel olarak karşılaştırılması” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 22/04/2020

Üye(T.D.) : Dr. Öğr. Üyesi Hasan Onur Şimşek Aydın Adnan Menderes Üni.

(imza)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Umut Demetoğlu Aydın Adnan Menderes Üni.

(imza)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Olgun Topal Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üni.

(imza)

ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Uzmanlık Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Diş Hekimliği Fakültesi'nin 03/04/2020 tarih ve 2020/11 sayılı II nolu Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı: Güneş Kenan ÜSTEK

İmza:



ÖZET

DENTAL İMPLANT CERRAHİSİNDE DİNAMİK NAVİGASYON VE SERBEST EL YÖNTEMİ İLE YAPILAN AÇILI İMPLANTLARIN DÜZLEMSEL OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Üstek G.K. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Uzmanlık Tezi, Aydın, 2020

Amaç: Bu çalışmada dinamik navigasyon ve serbest el ile yapılan implantların açısal ve düzlemsel olarak sapma miktarlarını incelenmesi ve karşılaştırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda tek hekim tarafında Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Kanada) sistemi kullanılarak 25 modele 100 implant ve serbest el tekniği kullanılarak 25 modele 100 implant, toplam 50 modele 200 implant yapıldı. Her modele 4 implant yapıldı ve implantların yarısı açılı yarısı düz olacak şekilde planlandı. Yapılan her implant için planlan ve uygulanan implantlar arasındaki giriş sapması(2D), apikal sapma(3D), vertikal sapma ve açısal sapma değerleri Navident doğrulama programı Evalunav ile değerlendirildi. İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 25,0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25,0. Armonk, NY: IBM Corp.) programı kullanılarak yapıldı.

Bulgular: Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Kanada) firmasının dinamik navigasyon cihazı ile yaptığımız aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama giriş sapması $0,89\text{mm} \pm 0,35\text{mm}$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama giriş sapması $1,01\text{mm} \pm 0,24\text{mm}$ olarak bulunmuştur. Apikal sapma değerlerine baktığımızda aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama apikal sapma $0,93\text{mm}(0,80\text{mm}-1,16\text{mm})$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama apikal sapma $1,27\text{mm}(1,01\text{mm}-1,41\text{mm})$ olarak bulunmuştur. Vertikal sapma değerleri ise, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama vertikal sapma $0,19\text{mm} \pm 0,13\text{mm}$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama vertikal sapma $0,30\text{mm} \pm 0,15\text{mm}$ olarak bulunmuştur. Açısal sapma değerlerine baktığımızda, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama açısal sapma $0,53^\circ \pm 0,28^\circ$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama açısal sapma $0,94^\circ \pm 0,33^\circ$ olarak bulunmuştur.

Serbest el tekniğinin kullanıldığı grup incelendiğinde, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama giriş sapması $1,48\text{mm}(1,40\text{mm}-1,41\text{mm})$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama giriş sapması $2,20\text{mm}(1,95\text{mm}-2,57\text{mm})$ olarak bulunmuştur. Apikal sapma değerlerine baktığımızda aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama apikal sapma $2,12\text{mm} \pm 0,19\text{mm}$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama apikal sapma $3,62\text{mm} \pm 0,54\text{mm}$ olarak bulunmuştur. Vertikal sapma değerleri ise, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama vertikal

sapma 0,28mm(0,20mm-0,32mm), 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama vertikal sapma 0,39mm(0,28mm-0,48mm) olarak bulunmuştur. Açısal sapma değerlerine baktığımızda, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama açısal sapma $2,34^{\circ} \pm 0,53^{\circ}$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama açısal sapma $6,73^{\circ} \pm 1,94^{\circ}$ olarak bulunmuştur.

Sonuç: Dinamik navigasyonla yapılan implantların serbest el tekniğine göre daha yüksek doğrulukta yapılabildiğini bulduk. Özellikle apikal sapma ve açısal sapma parametrelerinde serbest el tekniğinde dinamik navigasyona göre daha fazla sapma değerleri olduğu görüldü. Vertikal sapma parametresi serbest el tekniğinde, dinamik navigasyon tekniği ile hemen hemen eş sapma değerleri gösterdi.

Anahtar kelimeler: Dinamik navigasyon sistemi, açılı implantlar, serbest el tekniği,



ABSTRACT

COMPARISON OF ANGLED IMPLANTS MADE BY DYNAMIC NAVIGATION AND FREE HAND METHOD IN DENTAL IMPLANT SURGERY

Ustek G.K. Aydın Adnan Menderes University Faculty of Dentistry Oral and Maxillofacial Surgery Thesis, Aydın, 2020

Objective: In this study, it was aimed to analyze and compare the angular and planar deviation amounts of dynamic navigation and free hand implants.

Materials and Methods: In our study, 100 implants were made to 25 models using Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Canada) system on a single surgen and 100 implants to 25 models using free hand technique. Totally 200 implants were made to of 50 models. 4 implants were made to each model and half of the implants were planned to be angled and half straight. Input deviation (2D), apical deviation (3D), vertical deviation and angular deviation values between the planned and applied implants for each implant made were evaluated with the Navident verification program Evalunav. Statistical analyzes were performed using IBM SPSS Statistics 25.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) program.

Results: With the dynamic navigation device of Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Canada), the average input deviation in 50 axially upright implants is $0.89\text{mm} \pm 0.35\text{mm}$, and the average input deviation is $1.01\text{mm} \pm 0.24\text{mm}$ in 50 implants planned as 30° inclined. When we look at the values of apical deviation, the average apical deviation was found to be 0.93mm (0.80mm - 1.16mm) in 50 axially perpendicular implants, and the average apical deviation was 1.27mm (1.01mm - 1.41mm) in 50 implants planned as 30° inclined. Vertical deviation values were found to be average vertical deviation of $0.19\text{ mm} \pm 0.13\text{mm}$ in 50 implants that were axially perpendicular, and average vertical deviation of $0.30\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ in 50 implants planned as 30° inclined. When we look at the angular deviation values, the average angular deviation was found to be $0.53^\circ \pm 0.28^\circ$ in 50 axially implanted implants, and the average angular deviation is $0.94^\circ \pm 0.33^\circ$ in the 50 implants planned as 30° .

When the group using the free hand technique is examined, the average input deviation in 50 axially perpendicular implants is 1.48mm (1.40mm - 1.41mm), and the average input deviation is 2.20mm (1.95mm - 2.57mm) in 50 implants planned as 30° inclined. When we look at the apical deviation values, the average apical deviation was found to be $2.12\text{mm} \pm 0.19\text{mm}$ in 50 axially implanted implants, and the average apical deviation was $3.62\text{mm} \pm 0.54\text{mm}$ in 50 implants planned as 30° inclined. Vertical deviation values were found as average vertical

deviation 0.28mm (0.20mm-0.32mm) in 50 axially perpendicular implants, and average vertical deviation 0.39mm (0.28mm-0.48mm) in 50 implants planned as 30 ° inclined. . When we look at the angular deviation values, the average angular deviation was found to be $2.34^{\circ} \pm 0.53^{\circ}$ in 50 axially perpendicular implants, and the average angular deviation was $6.73^{\circ} \pm 1.94^{\circ}$ in 50 implants planned as 30 ° inclined.

Conclusion: We have found that implants made with dynamic navigation can be made with higher accuracy compared to the free hand technique. Especially in apical deviation and angular deviation parameters, more deviation values were seen in free hand technique than dynamic navigation. Vertical deviation parameter showed almost same deviation values with dynamic navigation technique in free hand technique.



TEŞEKKÜR

Uzmanlık tez çalışmamda ilgi, yardım ve hoşgörüsünü esirgemeyen danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Hasan Onur Şimşek'e çok teşekkür ederim. Ayrıca bana her konuda yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Umut Demetoğlu, Doç. Dr. Özlem Kocatürk'e, Dr. Öğr. Üyesi Burcu Gürsoytrak ve Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Dalı öğretim üyesi Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ÖZKAN'a, tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince gösterdiği sabır, özveri ve destekleri için eşime ve biricik oğluma ayrıca teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1: LEKHOLM VE ZARB'A GÖRE ALVEOLER KEMİK SINIFLANDIRMASI	16
ŞEKİL 2: LEKHOLM VE ZARB'IN KEMİK KALİTESİNE GÖRE SINIFLANDIRMASI.....	16
ŞEKİL 3: MİSCH'İN KEMİK SINIFLANDIRMASI	17
ŞEKİL 4: CAWOOD VE HOWELL'İN ALVEOLER KEMİK SINIFLANDIRMASI.....	18
ŞEKİL 5: ALL-ON-4® TEDAVİ KONSEPTİNİN AŞAMALARI (BİOCARE).....	21
ŞEKİL 6:DİSTAL İMPLANTIN AÇILI OLARAK YAPILDIĞI HİBRİT PROTEZ TEDAVİ KONSEPTİNDE DOĞRU İMPLANT POZİSYONLARINI GÖSTERMEKTEDİR.	22
ŞEKİL 7: İLK KEZ NÖROŞİRULİJİ'DE KULLANILAR STEREOTAKSİ ÇERCEVESİ	25
ŞEKİL 8: DENECAM (MİNİNAVİDENT, BASEL, İSVİÇRE).....	28
ŞEKİL 9: NAVİDENT® (CLARONAV INC., TORONTO, KANADA)	28
ŞEKİL 10: INLIANT (NAVİGATE SURGİCAL TECHNOLOGİES, VANCOUVER, KANADA) SİSTEMİNİN ANGULDURVASI	29
ŞEKİL 11: X-GUİDE™ (X-NAV TECHNOLOGİES, PENSİLVANYA, A.B.D) SİSTEMİ.....	29
ŞEKİL 12 : X-NAV TECHNOLOGİES, INC, LANSDALE, PA.....	30
ŞEKİL 13: STATİK NAVİGASYONDA KULLANILAN STENT VE CERRAHİ KULLANIMI.....	34
ŞEKİL 14 : İMPLANTLARIN TOTAL PROTEZDEKİ ÇIKIŞ YERLERİ VE PROFİLLERİ	36
ŞEKİL 15: SERBEST EL TEKNİĞİNDE TOTAL PROTEZİN VE CERRAHİ REHBERİNİN BİRLİKTE KULLANILMASI	36
ŞEKİL 16 : EL ALETİNİN KALİBRASYONU.....	37
ŞEKİL 17: DRİLL KALİBRASYONU	37
ŞEKİL 18 : DRİLLEME SIRASINDA NAVİGASYON DESTEĞİ	37
ŞEKİL 19: OPERASYON ÖNCESİ VE OPERASYON SONRASI REFERANS NOKTALARININ İŞARETLENMESİ VE İKİ MODELİN 3 BOYUTLU OLARAK ÇAKIŞTIRILMASI.....	39
ŞEKİL 20 :KAYITLARIN DEĞERLENDİRME	39
ŞEKİL 21: PLANLANAN İMPLANT POZİSYONU İLE OPERASYON SONRASI İMPLANT POZİSYONUNUN 3 BOYUTLU DÜZLEMDE FARKLARININ GÖSTERİMİ	40
ŞEKİL 22 : GİRİŞ SAPMASI, APİKAL SAPMA VE AÇISAL SAPMANIN PROGRAMDA ŞENATİK GÖSTERİMİ.....	41
ŞEKİL 23: DENTAL VOLUMETRİK TOMOGRAFİ TARAMASI ÖNCESİ MODELİN SON HALİ	42

TABLÖLAR DİZİNİ

TABLO 1: PİYASADAKİ MEVCUT OPTOELEKTRONİK BİLGİSAYAR DESTEKLİ NAVİGASYON CİHAZLARI[41]	26
TABLO 2: ÇALIŞMA GRUPLARI VE DEĞERLENDİRİLEN PARAMETRELER	44
TABLO 3: DEĞİŞKENLERİN NORMAL DAĞILIP DAĞILMADIKLARI KOLMOGOROV-SMİRNOV TESTİ İLE KONTROL EDİLDİ.	45
TABLO 4 : GRUP 1 VE GRUP 2 DE Kİ HER BİR İMPLANT İÇİN SAPMA DEĞERLERİNİN ORTALAMA İSTATİSTİKSEL SONUCU	46
TABLO 5 : GRUP 1 İÇİN AÇILI VE DÜZ İMPLANTLARIN EŞLEŞTİRİLMİŞ KİYASLAMASI.....	48
TABLO 6 : GRUP 2 İÇİN AÇILI VE DÜZ İMPLANTLARIN EŞLEŞTİRİLMİŞ KİYASLAMASI.....	49
TABLO 7: AÇILI İMPLANTLARIN ORTALAMA DEĞERLERİNİN GRUP 1 VE GRUP 2 İÇİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	50
TABLO 8 : GRUP 1 İÇİN SAĞ VE SOL TARAFTAKİ AÇILI İMPLANTLARIN SAPMA DEĞERLERİNİN BİRBİRLERİNE GÖRE FARKLARINI GÖSTERİR.....	51
TABLO 9 : GRUP 2 İÇİN SAĞ VE SOL TARAFTAKİ AÇILI İMPLANTLARIN SAPMA DEĞERLERİNİN BİRBİRLERİNE GÖRE FARKLARINI GÖSTERİR.....	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BT	: Bilgisayarlı Tomografi
KİBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
DICOM	: Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim
CAD/CAM	: Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim



İÇİNDEKİLER

İçindekiler

UZMANLIK TEZİ ONAY FORMU	1
ÖZET	3
ABSTRACT	5
TEŞEKKÜR	7
ŞEKİLLER DİZİNİ	8
TABLolar DİZİNİ	8
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	10
İÇİNDEKİLER	11
1. GİRİŞ	13
2. GENEL BİLGİLER	15
2.1. Alveoler Kemiğin Yapısı	15
2.1.1. Mandibuler ve Maksiller Alveoler Kemik Yapısı	15
2.1.2. Alveoler Kemik Sınıflandırmalar	15
2.2. Alveoler Kemik Rezorpsiyonu	17
2.3. Dental İmplant Destekli Protetik Restorasyonlar	18
2.3.1. Tam Dişsiz Hastalarda Dental İmplant Destekli Protetik Restorasyonlar	19
2.3.2. Açılı implant uygulamaları	21
2.4. Rehberli İmplant Cerrahisi	23
2.4.1. Dinamik Navigasyon Sistemi	24
2.4.1.1. Dinamik Navigasyon Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi	24
2.4.1.2. Dinamik Navigasyon Sisteminin Çalışma Prensipleri	29
2.4.1.3. Dinamik Navigasyon Sisteminde İşlem Sırası	31
2.4.2. Dinamik Navigasyon Sisteminin Avantajları	32
2.4.3. Statik Navigasyon Sistemi	33
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. GEREÇ	35
3.1.1. Poliüretan Çene Modelleri	35
3.1.2. Baryum Sülfatlı Dişler Kullanılarak Poliüretan Modellere Uyumlu Hazırlanmış Alt Çene Total Hareketli Protezi	35
3.1.3. Dinamik Navigasyon Sistemi	36
3.1.4. Navident sistemi doğrulama programı (Evalunav®)	38
3.1.4.1. Kayıt İçin İmplant Yerleştirilen Bölgelerin İzole Edilmesi	38
3.1.4.2. Kayıt	38

3.1.4.3.	Kayıtların Değerlendirme	39
3.1.4.4.	İmplantları Değerlendirmesi	40
3.2.	YÖNTEM.....	41
3.2.1.	Örnek Sayısının ve Çalışma Modellerinin Belirlenmesi.....	41
3.2.2.	Stent hazırlanması	41
3.2.3.	Dental Volumetrik Tomografi Çekilmesi	42
3.2.4.	Planlama	43
3.2.5.	İmplant uygulaması.....	43
4.	BULGULAR	44
5.	TARTIŞMA	53
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	58
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	59
	KAYNAKLAR	61

1. GİRİŞ

Diş eksiklikleri; restore edilmeyen diş çürükleri, travma, şiddetli periodontal hastalıklar, patolojik durumlar gibi çeşitli nedenlerle yapılan diş çekimleri sonucunda oluşabilmekte ve hastalarda protetik yönden kısmi (parsiyel) veya tam (total) dişsizliklere neden olabilmektedir. Kısmi dişsiz hastalarda diş destekli protetik restorasyonlar hastayı fonksiyon, fonasyon ve estetik olarak memnun edebilecek düzeyde olsa da, tam dişsiz hastalarda stabilizasyon ve retansiyonu sağlamak çoğu zaman kısmi dişsizlikler kadar kolay olmamaktadır. Diş veya yumuşak doku destekli, sabit veya hareketli bölümlü protez rehabilitasyonu ile tedavi edilebilen bu durum, günümüzde dental implant sistemlerinin gelişmesi ile implant destekli restorasyonlar ile tedavi edilebilmektedir. Dental implant destekli protetik yaklaşımlar dişsizliğe komşu dişlerin köprü ayağı için kesilme zorunluluğunu ortadan kaldırarak, dişsizliğe komşu dişlerin korunmasını sağlamıştır. Ayrıca posterior bölgedeki dişsizliklerde son dayanak diş olmadığı durumda implant cerrahisi hastaya sabit protez yapabilme imkanı sunmaktadır. İmplant destekli protezler bu hastalar için stabilizasyon ve retansiyonun sağlanması ve kaybedilen çiğneme fonksiyonunun geri kazanılmasına olanak sağlamıştır.

Tam dişsiz hastalarda; uzun süren dişsizlik nedeniyle fizyolojik, patolojik ve çevresel etkenlere bağlı olarak alveoler kemikte rezorbsiyon izlenebilmektedir. Bu durum kemik hacminde ve yoğunluğunda değişikliklere neden olmaktadır. Bu rezorpsiyon alt çenede ve üst çenede farklı şekilde seyredip sonuçta implant cerrahisini olumsuz yönde etkileyecek, cerrahi zorlukları birlikte getirmektedir. Tam dişsiz hastalarda implantlar ile protetik rehabilitasyon, posterior bölgedeki zayıf kemik kalitesi, uzun süreli dişsizliğe ve fonksiyonsuzluk atrofisine bağlı kemik hacmindeki yetersizlik ve alveolar kemiğin anatomik sınırlamaları gibi sorunlar implant cerrahisini sıklıkla karmaşık hale getirmektedir.[1]

İmplant yapılacak bölgelerdeki kritik anatomik alanlardan kaçınabilmek için implantların açılı olarak yapılması, total dişsizliklerin tedavisinde avantajları nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır. Açılı implantların kullanılması; özellikle atrofik çenelerde ilave cerrahi prosedürleri ortadan kaldırarak tedavi süresini kıstattıkları için oldukça avantajlıdır. Açılı implantların kullanılması; üst çenede maksiller sinus alt çenede inferior alveolar sinir, mental foramen gibi anatomik yapılardan kaçabilme olanağının yanı sıra, daha uzun implantlar kullanılabildiği için implantların mekanik avantajlarından da faydalanılmasına olanak tanır.[2]

Dental implantları tam doğru olarak yerleştirebilmek için doğru derinliğe açığa ve alveoler kret üzerinde doğru pozisyona ihtiyaç vardır. İmplantların çevre önemli anatomik yapılara olan uzaklıklarının ayarlanması implant osseointegrasyonu ve hasta sağlığı açısından oldukça

önemlidir. Geleneksel metotlarla implantların yerleştirilmesinde serbest el tekniği uygulanırken, günümüzde implant pozisyonlarının ayarlanmasında laboratuvarda hazırlanmış stentler veya dinamik navigasyon sistemleri kullanılmaktadır.

Çalışmamızda operasyon öncesi planlamaya göre serbest el tekniği ile dinamik navigasyon sisteminin düzlemsel olarak doğruluklarının ve sapma miktarlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1.Alveoler Kemiğin Yapısı

2.1.1. Mandibuler ve Maksiller Alveoler Kemik Yapısı

Mandibula farklı yoğunluklardaki trabeküler yapıda kemiği saran dışta kortikal tabakadan oluşmuş tübüler, uzun bir kemiktir. Mandibulanın sertliği, anteriorda alt sınırdan ve posteriorda üst sınırdan daha kalın olan yoğun kortikal kemiğe bağlıdır. Maksilla ise dışta ince bir kortikal kemikten, iç tarafta ise değişik yoğunlukta trabeküler kemikten oluşmuştur.[3]

Alveoler kemik spongioz ve kortikal kemikten oluşan, maksilla ve mandibuladan farklılaşarak ayrılan ve dişlerin uzun aksına paralel olarak sıralanmış kemik lamelleri içeren çiğneme fonksiyonu sırasında dişleri destekleyen bir yapıdır. Diş kaybından sonra çiğneme fonksiyonu gerçekleşmediğinden alveoler kemikte rezorpsiyon gözlenmektedir.[4]

2.1.2. Alveoler Kemik Sınıflandırmalar

Literatüre bakıldığında kemik şekli ve kalitesini belirleyen Lekholm ile Zarb ve Misch, diş çekimi ardından kalan kemiğin rezorbsiyon oranını belirleyen Cawood ve Howell sınıflamalarıyla karşılaşırız.

Lekholm ve Zarb'ın sınıflandırması [5]

Kemik miktarına göre:

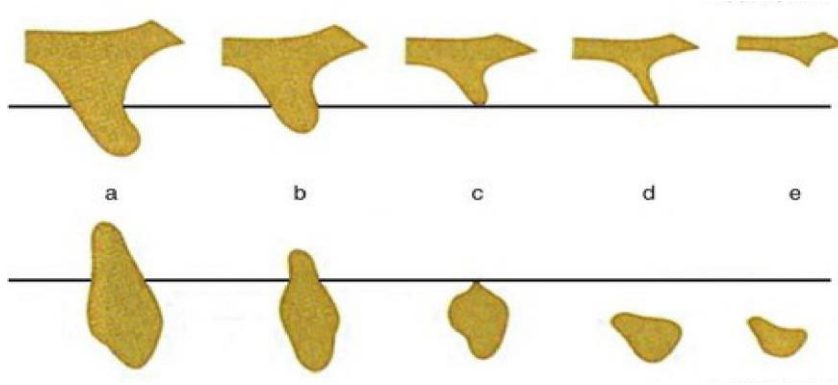
A: Alveolar kemiğin çoğu mevcut

B: Orta düzeyde rezidüel kret rezorpsiyonu

C: İleri düzeyde rezidüel kret rezorpsiyonu ve sadece bazal kemik mevcudiyeti

D: Bazal kemikte rezorpsiyon başlangıcı

E: Bazal kemikte ileri seviyede rezorpsiyon olarak (Şekil 1)



Şekil 1: Lekholm ve Zarb'a göre alveoler kemik sınıflandırması

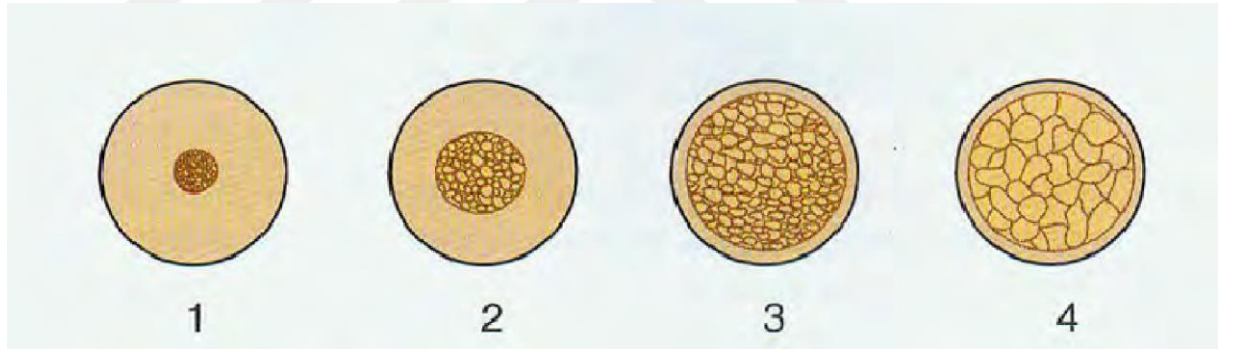
Kemik kalitesine göre ise;

Tip I (Q1) : Homojen kompakt kemik

Tip II (Q2) : Kalın kortikal kemik ile çevrelenmiş olan yoğun trabeküler kemik

Tip III (Q3) : İnce kortikal kemik tarafından çevrelenmiş kalın trabeküler kemik

Tip IV (Q4) : İnce kortikal kemik tarafından çevrelenmiş düşük yoğunlukta trabeküler kemik olarak gruplandırılmıştır.[5, 6] (Şekil 2).



Şekil 2: Lekholm ve Zarb'ın kemik kalitesine göre sınıflandırması

Misch'e göre kemik sınıflandırması;

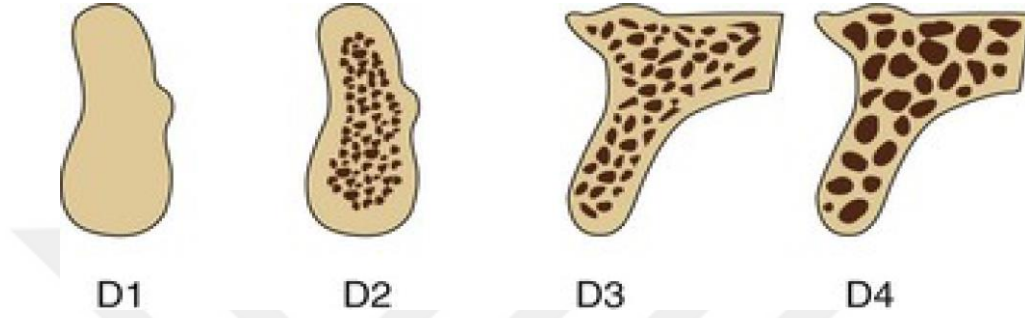
D1 kemik: Yüksek oranda mineralize olmuş yoğun kortikal kemikten oluşur ve aşırı rezorbe dışsız anterior mandibulada bulunur.

D2 kemik: Kret tepesinde, yoğunundan kalın poröze doğru kortikal kemik ve altında kaba dokulu spongioz kemikten oluşur. Bu tip kemikler anterior-posterior mandibula, anterior maksillada ve nadiren posterior maksillada görülür.

D3 kemik: Kret tepesinde ince poröz kortikal kemik ve altında ince dokulu spongioz kemikten oluşur. Bu tip kemikler anterior ve posterior maksilla, posterior mandibula ve anterior mandibula da görülür.

D4 kemik: Hemen hemen hiç kortikal kemik yoktur kemigin tamamı ince spongioz kemikten oluşur. Bu tip kemikler sıklıkla posterior maksillada bulunur.

D5 kemik: Mineralizasyonu tamamlanmamış kemiktir. (Şekil 3).



Şekil 3: Misch'in kemik sınıflandırması

D1 kemik maksillada hemen hemen hiç görülmezken, mandibulanın anteriorunda posterioruna göre daha fazla görülür. D2 kemik en fazla mandibulada, D3 kemik en fazla maksillada görülür. Anterior mandibula üçte iki oranında D2 kemik görülür. D4 kemik ise alveoplasti uygulamaların da karşımıza çıkmaktadır.[6]

2.2.Alveoler Kemik Rezorpsiyonu

Fizyolojik, patolojik ve çevresel faktörlere bağlı olarak alveoler kemikte rezorbsiyon izlenebilmektedir. Osteoporoz, diyabet, tiroid fonksiyon bozukluğu gibi sistemik problemlerin yanı sıra travma, kist, tümör, enfeksiyon, alveoler kemik yapısı, diş kaybı ve sonrasında geçen dişsiz süreç, travmatik çekimler, dişlerin çekim nedenleri ve dişin lokalizasyonu, çekim socketinin iyileşme hızı ve protetik unsurlar alveoler bölgede görülen rezorbsiyonu etkileyen faktörler olarak sayılabilir.[7-9]

Cawood ve Howell yaptıkları çalışmada 300 adet kafatasını inceleyerek, diş çekim sonrasında oluşan kemik rezorbsiyonu ile birlikte kalan alveoler kemik hacimlerindeki değişiklikleri incelemiş, alveolar kemikte hem horizontal hem de vertikal kemik kaybı görüldüğünü bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar çenelerin değişik bölgelerinde rezorbsiyon oranlarının da farklı olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre maksillanın tamamında horizontal ve

vertikal kemik rezorpsiyonları olurken, mandibulanın anteriorunda vertikal ve horizontal, posteriorunda ise yalnızca vertikal rezorbsiyon olduğu gösterilmiştir.

1988 yılında yaptıkları sınıflamaya göre:

Sınıf I: Dişli kret

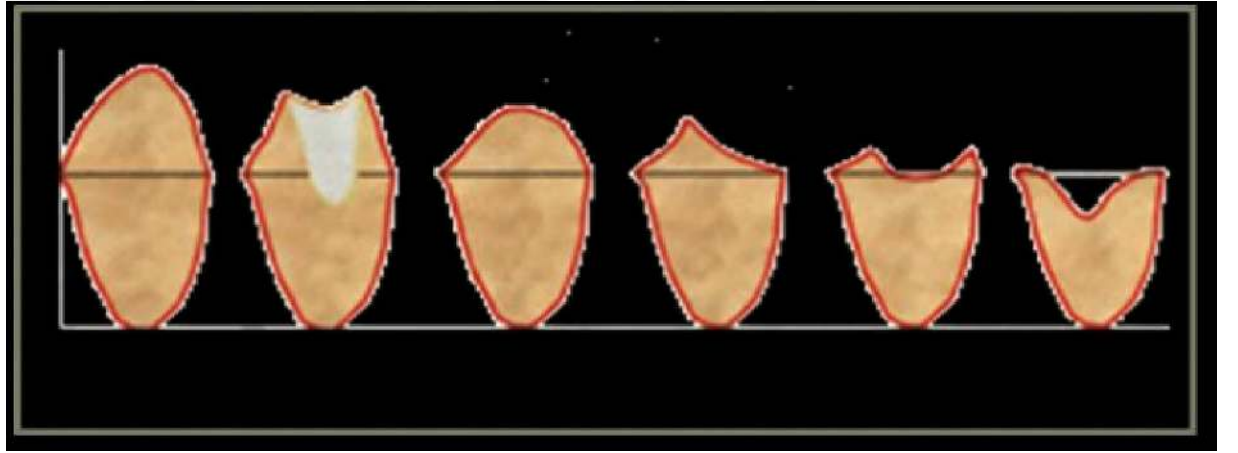
Sınıf II: Diş çekimi sonrası iyileşmesini yeni tamamlamış kret

Sınıf III: Uygun yükseklik ve genişlikte olan, yuvarlak formdaki kret

Sınıf IV: Uygun yükseklikte olan, ancak genişliği yetersiz bıçak sırtı formundaki kret

Sınıf V: Genişliği ve yüksekliği yetersiz olan düzleşmiş formdaki kret

Sınıf VI: Çeşitli derecelerde bazal kemik kaybını içeren, basık, negatif forma sahip olan kret.[10, 11] (Şekil 4).



Şekil 4: Cawood ve Howell'in alveoler kemik sınıflandırması

2.3.Dental İmplant Destekli Protetik Restorasyonlar

Günümüzde implant destekli protezler; alveolar kemiğe osseointegre titanyum implantlardan destek alan ve dişsizliğin giderilmesi için kullanılan protezler olarak tanımlanabilir. İmplantlar tek diş eksikliğinden, total dişsizliklere kadar tüm dişsizliklerin tedavisinde doğru planlama ile kullanılabilir.

İmplant üstü protezler planlanırken dikkate alınması gereken hususlar; implant sayısı, implantların lokalizasyonu, hastanın ağız hijyeni, interark mesafesi, mevcut kemik ve yumuşak doku miktarı olmalıdır.

İmplant destekli protezler farklı araştırmacılar tarafından değişik şekillerde sınıflandırılmıştır. Misch protezin sahip olduğu destek tipine göre bir sınıflama yapmıştır.[6]

Bu sınıflamaya göre protezler 3 gruba ayrılmıştır.

- Sadece implant destekli protezler
- Diş-implant destekli protezler
- İmplant-doku destekli protezler

Diğer bir sınıflama mevcut diş eksikliklerine göre yapılmıştır.[12]

Bu sınıflamaya göre protezler:

1. Parsiyel diş eksikliklerinde
 - a. Sabit ve vidalı kron restorasyonlar
 - b. Simante kron ve köprü restorasyonlar
 - c. Diş-implant destekli köprü restorasyonlar
 2. Tam diş eksikliklerinde
 - a. İmplant üstü sabit simante köprü protezler
 - b. İmplant üstü hibrit vidalı protezler
 - c. İmplant üstü overdenture protezler
- olarak sınıflandırılmıştır.

2.3.1. Tam Dişsiz Hastalarda Dental İmplant Destekli Protetik Restorasyonlar

Rezorpsiyona bağlı atrofi, maksillada ve mandibulada sıklıkla implant cerrahisini zorlaştırmaktadır. Maksillada maksiller sinüsün sarkması ve alveolar kemikteki rezorpsiyonlar implant yerleştirilmesi için gerekli vertikal kemik mesafesinin kaybolmasına neden olur. Bunun için sıklıkla maksiller sinüse yönelik cerrahiler veya kemik oğumentasyonları planlamaktadır. Mandibulada ise rezorpsiyona bağlı olarak atrofi, N. Alveolaris Inferior içinde barındıran mandibular kanal ile alveolar kemik arası vertikal mesafenin azalmasına neden olur. Bu durum da implant cerrahisi için gerekli vertikal kemik mesafesi azalır ve sinir lateralizasyonu veya kemik oğumentasyonları gibi ileri cerrahi prosedürlere ihtiyaç olur.

Tüm bu cerrahi prosedürler hasta açısından ekstra zaman ve maddi kayıplar ile ekstra cerrahi işlemler nedeniyle hasta konforunda olumsuz etkiler doğurmaktadır. Cerrahi prosedürleri

azaltmak adına atrofik tam dişsiz çenelerde protetik rehabilitasyon için “hibrit protezler ve implant destekli hareketli overdenture protezler “ tanımlanmıştır.

İmplant destekli hareketli protezler mandibulada kanin diş bölgesine yerleştirilen en az iki adet, maksillada maksiller sinüslerin önünde anterior maksillaya yerleştirilen üç veya dört adet implant üzerine locator, ball attachment, magnet vb. protetik sistemler ile takıp çıkarılabilen akrilik protezden oluşur.

Hibrit protezler ise implant destekli hareketli protezlerin avantajlarını barındıran, en az dört adet implant üzerine vidalanarak sabitlenen protezler olarak tanımlanabilir. Orta ve ileri derecede alveoler kemik rezorbsiyonu bulunan hastalarda doku kaybının fazla olduğu ve düzensiz alveoler kemik rezorbsiyonu bulunan vakalarda kemik ve yumuşak dokuların protetik rehabilitasyonu için hibrit protezler tercih edilebilir.[13]

Posterior bölgede alveoler kemiğin vertikal yüksekliği yetersiz olduğu durumlarda sabit bir protez oluşturmak için kemik vertikal augmentasyonu ve sinir lateralizasyonu gibi ileri cerrahi işlemlere ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu durum hasta için ilave cerrahi prosedürlere ihtiyaç oluşturmasının yanı sıra, tedavi süresinin uzamasına ve tedavi maliyetlerinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu işlemlere alternatif olarak Malo ve ark. tarafından "all-on-four" adı verilen bir teknik geliştirilmiştir. Bu tekniğe göre lateral kesici bölgesine iki adet aksiyal ve premolar bölgesine mental foramenin önünde olacak şekilde iki adet 45° e kadar açılı implant yerleştirilmektedir.

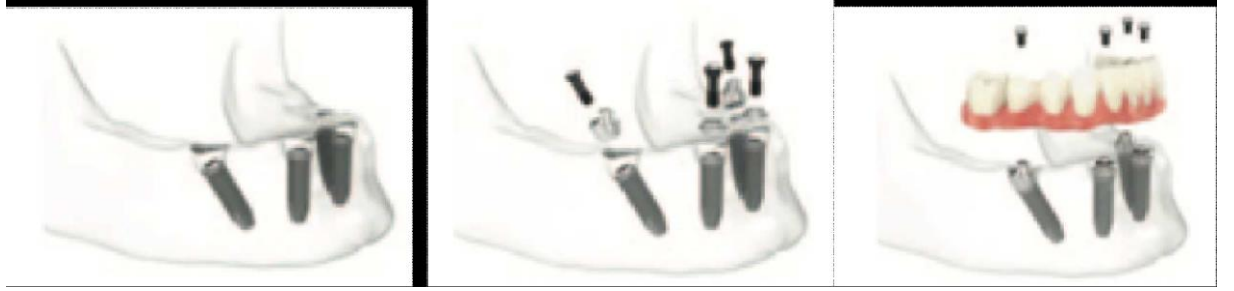
Bu yerleşimin 3 temel avantajı vardır:

- Osseointegrasyon için artmış bir yüzey alanı sağlar.
- Daha kısa kantilever sağlar.
- Daha geniş implantlar arası mesafe sağlar.

İmplantlar çoğunlukla vital yapıları korumak için mental foramenlerin önüne, estetiği sağlamak için keser dişlerin lingualine ve biyomekaniği geliştirmek için okluzal düzleme dik yerleştirilir. Posterior bölgede ki açılı implantlar protetik yapıyı olabildiğince distalden destekleyerek kantilever uzunluğunun ve kantilever etkisinin kısa tutulmasını sağlar.[14] 2003 yılında Malo ve ark. geliştirdiği bu sistem Brenemark'ın orjinal implant üstü hibrit vidalı protezler protokolüne temel felsefe olarak benzemekte ancak implantların açılandırılmaları ve protez yükleme bakımından farklılık göstermektedir.[15, 16]

Çeşitli araştırmacılar ve çeşitli firmalar tarafından farklı isimlerle (Straumann® Pro Arch Fixed Solution, All-on-4® treatment concept | Nobel Biocare, Zinedent ® one step hybrid

NucleOSS® Fixon4 vb.) distal implantların açılı yapıldığı implant destekli vidalı hibrit protez sistemleri geliştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5: All-on-4® tedavi konseptinin aşamaları (Biocare).

2.3.2. Açılı implant uygulamaları

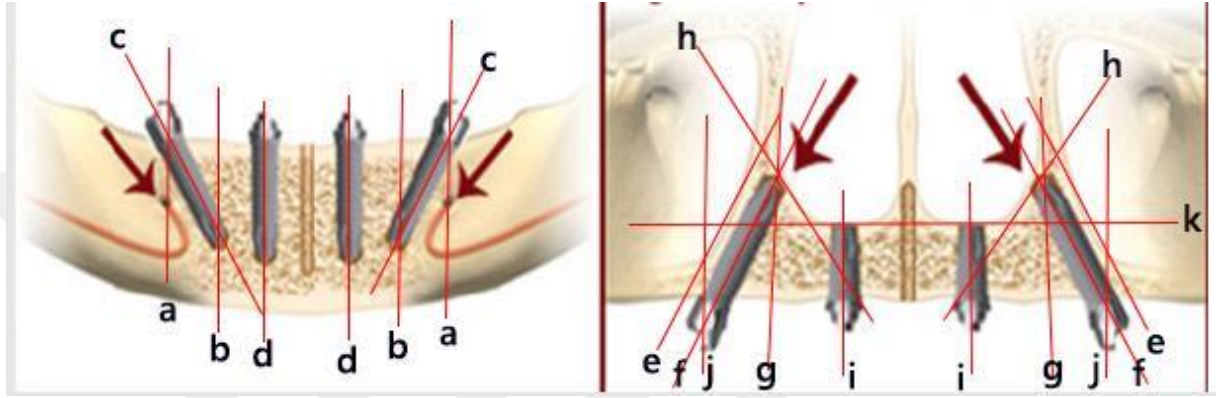
Geleneksel bilgide implantlar birbirine paralel olacak şekilde dikey olarak yerleştirilir. Ancak çeşitli nedenlerle atrofiye uğramış çenelerde çeşitli anatomik sınırlamalar implantların dikey olarak yerleştirilmesini zorlaştırır. Böyle durumlarda ya ileri cerrahi prosedürler ile kemik hacmini implant için uygun hale getirilir ya da açılı implant gibi pratik çözümlerle durumu düzeltilebilir. Açılandırma ilgili anatomik yapıları korur ve protetik destek için güçlü kortikal ankraj ile optimal pozisyonlarda daha uzun implantların yerleştirilmesine izin verir.[17]

İmplantın açılandırılmasıyla, daha uzun implantlar kullanılabileceğinden kemik-implant teması yüzeyi artırılır ve minimum kemik hacmi olsa bile optimal kemik desteği sağlanabilir.

İmplantların açılandırılması, mandibular sinir veya maksiller sinüs gibi yapıların korunmasına yardımcı olur ve alveolar kret boyunca implantların daha geniş alana dağılmasını sağlayarak yük dağılımını optimize eder. Aynı şekilde, maksilladaki implantların açılandırılmasıyla, sarkmış maksiller sinüsten kaçarak maksiller sinüs kortikal kemiğinden ve burun tabanından destek alınarak implantların bikortikal yerleştirilmesine olanak sağlanabilir.

Atrofik çenelerde ileri cerrahi prosedürler yapılmaksızın bu teknikle yapılan implant üzeri hibrit protezlerin dizaynında belirli bir açı ile planlanmış tüm implantların cerrahisinde ki en büyük sorunlardan birisi de implantların doğru yerlerini ve pozisyonlarının belirlenmesidir. Bunun için öncelikle tercihen Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi(KIBT) üzerine yapılan ve üst çenede maksiller sinüs ve burun tabanı, alt çenede N. Alveolaris Inferiorun çıkış yeri olan Mental Foramen'e uygun mesafede ve üç boyutlu olarak uygun konumda implant planlaması yapmak gereklidir.

Kantilever etkisini ortadan kaldırmak ve protezin oklüzal yüzeyini mümkün olan en geniş seviyeye çıkarabilmek için posteriorda ki açılı implantlar mümkün olduğunca distale kaydırılmalıdır. Üst çenede bu sınır maksiller sinüs ön duvarı iken alt çenede Foramen Mentale'nin tam önüdür. Tam bu noktada açılarak distale protezin daha da uzamasını sağlayan açılı implantlar, sabit ve eşit bir açı ile açıldırıldığında protez aşamasında uygun açılı abutment seçimi daha kolay olacaktır.(Şekil 6)



Şekil 6:Distal implantın açılı olarak yapıldığı hibrit protez tedavi konseptinde doğru implant pozisyonlarını göstermektedir.

a: mental foramenin çıkış noktasına çizilen dikme; posteriordaki İmplant açılarak normalde b noktasında olan apeksi ve giriş konumu çıkış noktasının a noktasına kadar çekilebilmesi ile distale taşınmıştır. Böylelikle a – b arası mesafe kadar distal dayanak sağlanmış olur.

b: implantın apeksinden geçen dikme; eğer posteriordaki implantlar açılı yapılmıyorsa bu dikme bizim posterior implantımızın konumu olacaktır. İmplantın açılı yapılması posterior implantın çıkış noktasının b noktasından a noktasına taşınmasına olanak sağlamıştır.

c: posteriordaki implantların açısını gösteren doğru; a ile c arasındaki açı bizim implantı yerleştirdiğimiz açıyı gösterir bu açıya uygun abutment seçilerek dik bir çıkış profili sağlanabilir.

d: anteriorda ki implantların konumu gösteren dikme; a ve d birbirine paraleldir.

e: maksiller sinüs ön duvarına teğet geçen dikme; implantların uzun aksından geçen f dikmesi ile e birbirine paraleldir ve f mümkün olduğunca e dikmesine yakın olacak şekilde İmplant planlanır

f: implantların uzun aksından geçen dikme; f – j arası açı implantın eğimini verir

g: implantların apeksinden geçen dikme; eğer implantlar açılı yapılmıyorsa g dikesi muhtemel İmplant pozisyonu olacaktır. İmplantların distale açılarak distale protezin daha da uzamasını sağlayan açılı implantlar, sabit ve eşit bir açı ile açıldırıldığında protez aşamasında uygun açılı abutment seçimi daha kolay olacaktır.

h: burun tabanı arka duvarına teğet geçen dikme; posteriordaki açılı implantların hemen(immediat) yükleme için gerekli primer stabilizasyonu (yaklaşık 35Nm tork) sağlayabilmesi için burun tabanı arka duvarı ve maksiller sinüs ön duvarında ki kortikal kemik ile temasta olmalı ve burada ki kortikal tabakadan kuvvet almalıdır.

i: anteriorda ki implantların konumu gösteren dikme; i ve j birbirine paraleldir.

j: eğimli implantların dik çıkış profilini gösteren dikme

k: burun tabanı alt sınırına teğet geçen dikme; anterior implantlar buraya kadar uzatılır buradaki kortikal kemikten kuvvet alarak gerekli primer stabilite sağlanır.

İmplant destekli hibrit protezler ile, cerrahinin hemen ardından implantlar üzerine geçici akrilik protezlerin vidalanmasıyla hastanın dişsizliği giderilebilir. Daimi protez için simante ya da vidalı akrilik ya da porselen dişler yapılabilir.

2.4.Rehberli İmplant Cerrahisi

Dental implantları tam doğru olarak yerleştirebilmek için doğru derinliğe açığa ve alveoler kret üzerinde doğru pozisyona ihtiyaç vardır. İmplantların çevre önemli anatomik yapılara olan uzaklıklarının ayarlanması implant osseointegrasyonu ve hasta sağlığı açısından oldukça önemlidir. Geleneksel metotlarla implantların yerleştirilmesinde ve pozisyonlarının ayarlanmasında laboratuvar da hazırlanmış stentler veya serbest elle yönlendirme yöntemleri kullanılır. İmplantların boylarının, çaplarının önemli anatomik yapılara olan uzaklıklarının ve pozisyonlarının planlamasında ise geleneksel olarak panoramik radyografiler veya konik ışınli bilgisayarlı tomografiler üzerinde yapılan planlamalar kullanılır. Kuşkusuz konik ışınli bilgisayarlı tomografiler üzerinde yapılan planlamalar daha doğru sonuçlar oluşturacaktır. Burada önemli olan nokta yapılan doğru planlamanın hasta üzerine aktarılmasıdır.[18]

İmplant cerrahisinde navigasyon; tomografi üzerinde yapılan doğru implant planlamasının hasta üzerine aktarılması işlemidir. Bu işlem ya laboratuvar da hazırlanmış stentler yardımıyla statik olarak ya da bilgisayar destekli navigasyon cihazlarıyla dinamik olarak yapılabilir. Ayrıca cerrahin klinik tecrübesine dayanan serbest el yöntemiyle, cerrahin hasta ağzında gördüğü referans noktalara olan uzaklıkları hasta radyografileri ile karşılaştırması yoluyla da implant yapılabilir fakat bu hataya en yatkın yöntem olacaktır. Çünkü hassasiyet tamamen cerrahin klinik tecrübesine bağlı olup, implantların üç boyutu açılarının kontrolü mümkün olmayacaktır.[19]

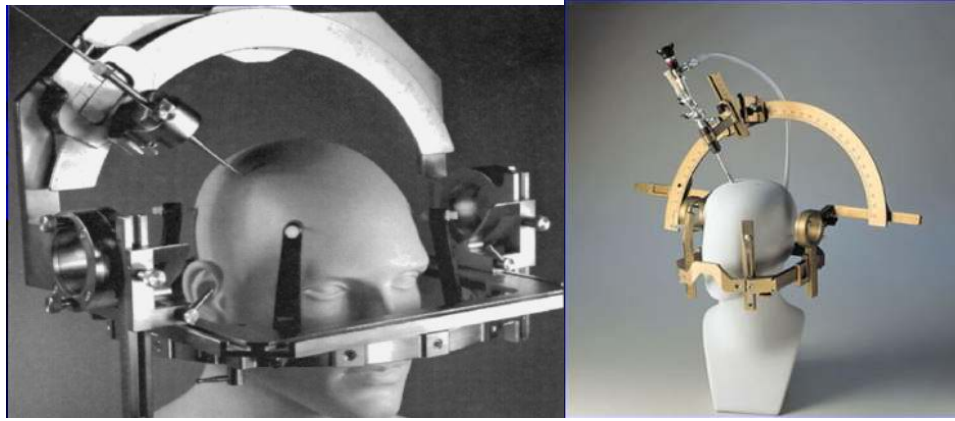
2.4.1. Dinamik Navigasyon Sistemi

Bilgisayarlı navigasyon cerrahisi, cerrahi aletlerin doğru bir şekilde izlendiği ve cerrahi alan içerisinde önceden planlanmış bir yere hedeflendirilebildiği bir cerrahi yöntemdir. Bu teknoloji, cerrahi enstrümanların intraoperatif konumunun, daha önceden Bilgisayarlı Tomografi (BT) veya Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) görüntüleme ile elde edilen veriler ile senkronize edilmesiyle elde edilir.

Dinamik navigasyon hastanın ve cerrahi sırasında kullanılan aletlerin, uzaysal düzlemde 3 boyutlu olarak konumunun tam olarak ve sürekli bir şekilde tespitin ve takibinin yapılabildiği bir sistemdir. Tomografi üzerinden eş zamanlı olarak hasta pozisyonunun ve çalışılan bölgenin durumunun takibi yapılabilir. Ayrıca tomografi üzerinde 3 boyutlu olarak hangi noktada işlem yapıldı ekrandan takip edilebildiği ve sistem el aletlerini de takip edebildiği için tomografi üzerinden işlemin nasıl yapıldığı takip edilebilir. Cerrahin operasyon bölgesinin anatomisini, ameliyattan önce edinilen tomografi veriyle ilişkilendirebilmesini sağlar. Bu, kritik anatomik ve patolojik yapıların bulunmasını mümkün kılar. Sistem, dinamik navigasyon ile gerçek zamanlı ameliyatı mümkün kılar. Statik navigasyona kıyasla, dinamik navigasyonun en büyük artışı hasta başında planlama ve cerrahi sırasında planda değişiklik yapılabilme imkânıdır. Tüm bunlara ek olarak planlama aşamasında, eksikliğin olduğu bölgede diş kronlarının geleceği yerler bilgisayar ekranında belirlenebilir. Kronların konumları üç boyutlu mesio-distal, bukkolingual ve vertikal olarak ayarlanabilir. Kronların büyüklükleri 3 boyutlu olarak değiştirilebilir ve kronların açıları ideal açılarda ayarlanabilir. Kronların ideal konumları ve büyüklükleri belirlendikten sonra kronlara göre implantların yerleri açıları ve çıkış profili değerlendirilerek düzeltmeler yapılabilir. Üst yapıya göre doğru implant pozisyonunun ve açısını tespit edebilme imkânı sunar.

2.4.1.1. Dinamik Navigasyon Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi

Dinamik navigasyon sistemlerinin tarihsel gelişimi Stereotaksi denilen 3 boyutlu koordinat sisteminin Nöroşiruliji için geliştirilmesi ile başlamıştır ve stereotaksi ilk kez Dittmar tarafından 1875'te medulla oblongatadan doku örnekleri almak için kullanılmıştır. Horsley ve Clarke (1908), stereotaktik bir harita ile kombine edilmiş bir kafa çerçevesi kullanarak intrakranyal yapıların lokalize etmek için bir yöntem geliştirdiler.(Şekil 7)



Şekil 7: İlk kez Nöroşirulji'de kullanılan stereotaksi çerçevesi

BT veya MR kılavuzluğunda stereotaksi cerrahisi, konvansiyonel stereotaksi aletlerini kullanarak başladı [20-22] ve yeni modifiye aletlerin bulunmasıyla gelişti.[23] Modern görüntüleme teknikleriyle, her bir hastanın kesin bir morfolojik analizini yapmak mümkün hale geldi. BT geliştikçe, hastadan elde edilen BT verilerine dayanarak stereotaksi için koordinatları tanımlamak, bunları hasta ile eşleştirmek için yeni yöntemlere ihtiyaç duyuldu.[20]

1947'de Spiegel, bugünkü anlamda ki navigasyon cihazlarına oldukça benzeyen bir sistem ile navigasyonu bir hastada kullanan ilk cerrah oldu. Bu sistem el aletlerinin çalışmasını izleyebilen bir parça ile hastanın kafasının konumunu algılayabilen hastanın kafasına sabitlenmiş bir çerçeveden oluşuyordu.[24] Bu sistem de çerçeve, görüntü veri edinimi sırasında ve işlem sırasında hastanın kafasını sabit bir konumda tutmaktaydı. Ameliyat öncesinde hastanın kafasına takılıyordu ve hasta bu şekilde radyolojik görüntülemeye giriyordu ve operasyon bitene kadar hastanın kafasında pozisyonu değiştirilmeden kalıyordu. Operatif prosedür sırasında cerraha kılavuzluk edecek cihazlar çerçeveye monte ediliyordu. Bu yöntemde ki dezavantajlarından biri karmaşık çerçeve düzeneğinin ameliyat alanına erişimi kısıtlamasıydı. Hastanın kafasına takılan vidalar prosedürün invazivliğini artırıyordu. Ayrıca, karbon ve plastiklerden yapılmış alternatif cihazların geliştirilmesine rağmen çerçeveler BT taramasında sıkıntılar çıkarıyordu.[21] Bu yöntemlerde stereotaksi, bu problemler ve çerçevenin pratikteki rahatsızlığı nedeniyle nöroşirürjide maksimum klinik etkinliği sağlayamadı.[25] 1992 yılında, Carini ve ark. çerçeveyi non-invaziv olarak maksiller diş kemerine sabitleme fikrini önerdi.[26]

1970'li yıllarda beyin cerrahilerinde stereotaksi çerçevelerinin bilgisayarlı tomografi ile birlikte kullanılabildiği sistemler geliştirildi.[27, 28] Özel olarak geliştirilen bir prob ile derin bir beyin apsесinin drenajı gerçekleştirildi.[29]

1992'de "Wieving Wand" olarak isimlendirilen sistemde BT, MR, pozitron emisyon yöntemleriyle görüntü elde edilip operasyon öncesi planlama yapıldı ve ilk kez dinamik navigasyon cihazından cerrahi ile eş zamanlı olarak görüntüleme ile birlikte faydalandı. Bu da

navigasyon cerrahisinde bir dönüm noktası olarak sayıldı.[30, 31] Diğer stereotaksi yönteme göre en büyük avantajı hastanın başına herhangi bir sabitleme vidası veya çerçeve yerleştirilmemesi ve operasyon sırasında ekstra görüntüleme ihtiyacı oluşmaması oldu.[30] Günümüzde omurilik cerrahisi[32], baş boyun cerrahisi[33], artroskopi[34] ve sinüs cerrahisi[35] gibi pek çok alanda dinamik navigasyon kullanılmaktadır.

Dinamik navigasyon sistemleri 2001 yılında “RoboDent®“ (RoboDent GmbH, Berlin, Germany) firmasıyla birlikte diş hekimliği pratiğine girmiştir. İmplantolojide konik ışınli tomografi cihazlarının geleneksel tomografi cihazlarının yerinin alması sanal implant planlamasında oldukça önemli olmuştur. İlk nesil navigasyon sistemleri, günlük uygulamalar için fazla büyük, karmaşık sistemlerdi ayrıca konik ışınli bilgisayarlı tomografi cihazlarının gelişmemiş olması hastalara fazla radyasyon dozu yüklüyordu. Bu gibi dezavantajlardan ötürü ilk nesil dental navigasyon sistemlerinin çoğu piyasadan yavaş yavaş kayboldu.[36] Uygun fiyatlı, radyasyon dozu daha düşük konik ışınli tomografi cihazlarının geliştirilmesinde sonra navigasyon cihazlarının en büyük dezavantajı ortadan kalkmış oldu.[37]

Teknolojinin gelişmesi ile dental dinamik navigasyon cihazlarında tarama, planlama ve cerrahinin tek seansta yapılabildiği, cerrahi ile eş zamanlı izlemeye olanak sağlayan cihazlar geliştirildi. Tüm implant setleri ile uyumlu olan bu sistemler iş akışını kolaylaştırdı.[36]

Piyasaya sunulan ilk dental navigasyon cihazları, kızılötesi (IR) kameralar aracılığıyla kaydedilen referans işaretlerinin bir nokta ile diğer nokta arasında ki rotasyon matrislerinin hesaplanması için değişen algoritmalar kullanıyordu.[38, 39] Bilgisayar teknolojinin ve konik ışınli tomografi cihazlarının gelişimiyle yeni nesil optoelektronik navigasyon cihazları piyasaya sürüldü.[40]

Tablo 1: Piyasadaki mevcut optoelektronik bilgisayar destekli navigasyon cihazları[41]

Tarih	Cihaz	Şirket	Web sitesi
2001	IGI-System (AKA DenX)	DenX Advanced Dental Systems	www.image-navigation.com
2014	AQ Navi Surgical Navigation System	Taiwan Implant Technology Company	www.titc-dental.com
2014	Navident	ClaroNav	www.claronav.com
2014	X-Guide Dynamic 3D Navigation	X-Nav Technologies	www.x-navtech.com

2015	Inliant	Navigate Surgical Technologies	www.inliant.com
2015	IRIS-100 Implant Real-time Imaging System	EPED Incorporated	www.eped.com.tw
2016	DENACAM	Mininavident	www.mininavident.com
2016	ImplaNav	BresMedical	www.bresmedical.com
2017	Adens	NAVI U&I Adens Dental Clinic	www.adens.com

Günümüzde dental implant cerrahisinde kullanılan dinamik navigasyon sistemleri, hastayı ve el aletini izleyip görüntülerini bilgisayar ekranına aktarmak için optik teknolojilerden faydalanmaktadır.[42] Bu optik sistemler pasif ya da aktif izleme dizilerini kullanır. Pasif sistemler, bir ışık kaynağından yayılan ışığı, stereo kameralara yansıtan problemleri izler. Aktif sistemler ise ışık yayan problemleri izleyen stereo kameralardan oluşur. Pasif sistemlerde, tomografi çekimi sırasında hastanın çenesine uyumlandırılmış stente bağlı “fiducial marker” dediğimiz radyopak referans parça gereklidir. Daha sonra bu parça operasyon sırasında izleme probu ile yer değiştirilerek çenenin pozisyonun kameralarla izlenmesine olanak tanır. Hasta ağzına ve el aletlerine bağlanan takip parçalarının ekranda izlenebilmesi için stereo kameraların görüş alanı içinde olmalıdır.[18]

Bugüne kadar tanıtılmış dokuz adet optoelektronik navigasyon cihazı mevcuttur(Tablo 1). Bu ürünlerin her biri farklı teknoloji, tasarım ve bileşenlerden faydalanmaktadır. Sonuç olarak hepsi referans işaretleyicinin optoelektronik kamera tarafından izlenmesi metoduyla çalışmaktadır. Piyasada mevcut olan optoelektronik navigasyon cihazlarının çoğu görünür ışık veya kızılötesi(IR) ışık ve bunu izleyen stereoskopik kameraları kullanmaktadır. Sadece tek bir cihaz (DENACAM, Mininavident, Basel, İsviçre), doğrudan cerrahi el aletinin üzerine monte edilmiş minyatür kameralar ve çeşitli desenlere sahip tek bir seramik referans işaretçiyi kullanır.(Şekil 8).



Şekil 8: DENECAAM (Mininavident, Basel, İsviçre)

Diğer sekiz optoelektronik cihazların kameraları referans işaretleyiciden daha uzakta konumlanmaktadır. Cihazlar aynı zamanda ışık kaynağı, referans işaretleyicinin pozisyonu ve şekline göre de farklılık göstermektedir. Kızılötesi(IR) kameraları kullanan cihazlar ve aktif sistemler diyotları (IGI-System®, DenX Advanced Dental Systems) kullanırken; pasif sistemler farklı şeklindeki yansıtıcıları (AQ Navi) kullanarak ışık kaynağı ile yansıtıcılar arasında üçgenler oluşturarak çalışmaktadır.

Başka bir pasif sistem cihazı ise cam küreler (IRIS-100 Implant Real-time Imaging System, EPED Incorporated) tarafından yansıtılan monokromatik lazer ışığı kullanır.

Pasif sistem cihazlardan iki tanesi geniş spektrumlu ışık (Inliant™, Navigate Surgical Technologies; Navident®, ClaroNav) kullanmaktadır.(Şekil 9) Bir diğeri ise mavi ışık (X-Guide™, X-Nav Technologies) kullanımı ile çalışır. (Şekil 10) Cihazlardan üç tanesi (Inliant™, Navident®, X-Guide™), referans işaretleyicileri operasyon sahasına daha yakın bir mesafe tutmaktadır.(Şekil 9) “Inliant” marka cihaz anguldurva izleme probunu anguldurvaya bağlamak yerine üzerinde özel baskılar içeren anguldurva üretmiştir (Şekil 10).

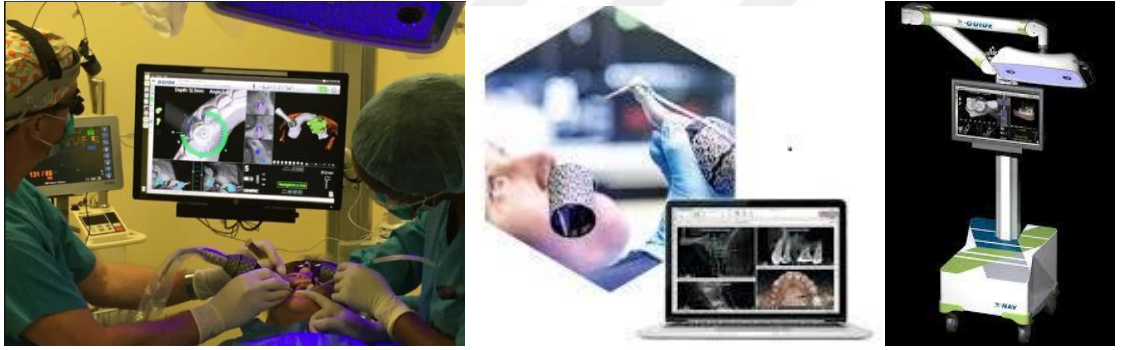


Şekil 9: Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Kanada)



Şekil 10: Inliant (Navigate Surgical Technologies, Vancouver, Kanada) sisteminin anguldurvası

Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Kanada) firmasının kamerası ise ağız içine uyumlandırılmış stende ve el aletine takılan siyah beyaz halkalar içeren probları takip etmektedir(Şekil 9). X-guide firması ise ağız içerisine uyumlanmış stende ve el aletine takılan silindir yapıda barkod şeklinde baskıları olan izleme parçaları vardır(Şekil 11).[41]



Şekil 11: X-Guide™ (X-Nav Technologies, Pensilvanya, A.B.D) sistemi

2.4.1.2. Dinamik Navigasyon Sisteminin Çalışma Prensibi

Bilgisayar destekli navigasyon sistemleri stereotaksi denilen dinamik takip sisteminden oluşur. Bu sistem belirlenmiş çeşitli referans noktalarının çift kamera tarafından izlenerek uzaklıklarının anlık olarak ölçülmesi ve sürekli takibi ile 3 boyutlu düzlemde pozisyonunun tespit edilmesine dayanır.

Bu yöntem, her referans noktasının bir koordinat sisteminde belirli bir harici referans işaretiyle korele (ilişkili) olduğu bir stereotaksi haritasının kullanımına dayanır. Bu harita üzerinde yazılım 3 boyutlu olarak pozisyon tayini yapar.

İmplant yerleştirmesi için kullanılabilen dinamik navigasyon sistemleri, hastayı ve el parçasını izlemek ve görüntüleri bir monitörde görüntülemek için optik teknolojiler kullanmaktadır.[42]

Optik sistemler pasif veya aktif izleme yazılımlarını kullanmaktadır. Pasif sistemler, bir ışık kaynağından yayılan ışık vasıtasıyla izleme propları üzerinde hedef bölgelerde oluşan görüntüyü stereo kameralar ile takip eder. Aktif sistemler ise mesafe ölçümü için, proplar üzerinde bulunan IR ışık yayan hedef bölgeleri stereo kameralar ile takip ederek çalışır.

Pasif optik dinamik navigasyon sistemi (X-Nav Technologies, Inc, Lansdale, PA), konik ışınlı bilgisayarlı tomografi taraması sırasında hastanın dental arkına sıkıca bağlanmış referans işaretleri kullanılmasını gerektirir. Bu referans işaretleyicilerine bağlanan bir yansıtıcı cihaz arkın bir bölümüne bağlanır ve kameralarla hasta pozisyonunun kaydedilmesi sağlanır. Cerrahi sırasında kullanılan el aletlerine takılan yansıtıcı referans işaretleyicilerini içeren proplar bulunur. Böylece ışık kaynağından yayılan ışınların, el aleti ve hasta arkından yansımaları izleyen kamera ile hasta ve el aletinin pozisyonu 3 boyutlu olarak belirlenir.(Şekil 12)



Şekil 12 : X-Nav Technologies, Inc, Lansdale, PA

Dinamik navigasyon sisteminde, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi taraması sırasında “fiducial mark“ denilen bir prop hasta dental arkına bağlanır. Tomografi verilerinin bilgisayara yüklenmesi sırasında bu prop referans olacak şekilde hastanın anatomik yapıları bilgisayara aktarılır. Daha sonra bu prop yerine kameranın gördüğü özel işaretlenmiş bölgeleri bulunan bir çerçeve takılır ve kamere bu çerçeveyi hasta başının 3 boyutlu pozisyonun tespitinde sürekli olarak izler. Bilgisayar yazılımı fiducial mark’a göre hastanın 3 boyutlu tomografisini kaydeder. Fiducial mark’ın yerine takılan çerçevenin kamera tarafından izlenmesi ile de gerçek hasta pozisyonu ile bu 3 boyutlu tomografi görüntüsü karşılaştırılmış olur. El aletinin 3 boyutlu pozisyonunu izlemek için el aletine monte edilen özel işaretlenmiş yerleri bulunan bir izleme probu kullanılır. Tüm bu verilerin monitörde doğru bir şekilde izleyebilmek için hasta arkına bağlanan çerçeve ve el aletine bağlanan izleme probu kameraların görüş hattı içinde olmalıdır.[39, 43-50]

2.4.1.3. Dinamik Navigasyon Sisteminde İşlem Sırası

İmplant cerrahisinde navigasyon sistemin basamakları şu şekildedir:[51]

1. Data elde etme: Hasta konik ışınlı bilgisayarlı tomografi taramasına alınır. Burada kontrol amaçlı değişmeyen radyolojik markerlar kullanmak gereklidir. Bunlar anatomik olabileceği gibi (diş gibi) sonradan da eklenebilir(pin veya vida gibi). Ayrıca tomografi taraması öncesinde, “fiducial mark“ denilen her sistemin kendine özgü bir tanıma stenti bulunur. Bu stent dental arka veya tomografi taraması içerisinde kalacak sabit bir yere bağlanır ve bir marker olarak kullanılır. Bilgisayar yazılımı bu stentin içinde bulunan yapının radyolojik görüntüsünü tanır ve buna göre hasta pozisyonunu algılar. Çünkü hemen hemen tüm sistemlerde tarama sonrası bu stent sökülerek bu stentin bağlandığı yere hasta pozisyonunu algılayan ark bağlanır.
2. Identification (tanımlama, kimliklendirme) : Anatomik veya sabit markerlar tanımlama için kullanılırlar. Eğer markerlar radyografik stentin içine katılmışsa, (yukarıda anlatıldığı gibi fiducial mark sistemini içeren optik sistemlerde) hasta bu stentle radyolojik taramaya girer ve sonrasında tomografi üzerinde sistem bu stent içindeki radyolojik markerın görüntüsünü tanır.
3. Registration (kaydetme) : Identification’ dan sonra önceden belirlenmiş markerlar yazılıma gösterilmeli ve görüntü dataları eşleştirilmelidir. Eğer registration onaylanmassa eşleşme ilave noktalarla ilerleyebilir. Onaylanmamış registratio ; hatalı ct taramasından, fiducial markın tarama alanının içinde yer alamamasından , stentin yeterli stabilitede olmamasından veya tomografi taraması sırasında hastanın hareket etmesinden kaynaklanabilir.
4. Mapping (planlama) : Planlama tomografi görüntüleri üzerinde yapılır. İmplantların boyu, çapı, tipi (konik, silindirik vb.) ve pozisyonel verileri (konumu, pozisyonu, açısı ve derinliği) sistem üzerinden belirlenir. Sistem daha sonra bu planlamaya göre bize navigasyon sağlar ve bu planlamaya bire bir uyacak şekilde bizi yönlendirir. İmplant planlaması öncesinde belirli anatomik yapıları (mandibular kanal, mental foremen vb.) farklı renkte uyarıcı işaretleyicilerle işaretlemek planlama sırasında daha doğru sonuçlar sağlar. Örneğin mandibular kanalın işaretlemesi (tabi ki bu da tomografi üzerinde sinirin izlediği üç boyutlu yolu verecektir) planlama sırasında implantların kanala güvenli sınırlarda konumlandırılmasını kolaylaştırır. Bunu aşan planlamalarda sistem uyarı verir. Aynı şekilde sistem ideal implant – implant arası mesafenin, implant – diş arası mesafenin ve implant ile kemiğin korteksi arasındaki mesafenin oluşturulmasında da çeşitli uyarılarla bize yön verir. Tüm bunlar belirlenen diğer anatomik yapılar içinde geçerlidir.(örn. maksillar sinüs).

5. Navigasyon(rehberlik) : Fiducial markın bulunduğu stent (CT Marker) çıkarılarak yerine takılan “jaw tag” denilen ark ile hasta hareketleri sistem tarafından sürekli olarak izlenir böylece hasta ile tomografi dinamik bir şekilde sürekli eşleştirilir. “Drill tag “ denilen ve el aletlerinin takibini sağlayan prob ile de sürekli olarak tomografi üzerinde çalışılan bölge 3 boyutlu olarak izlenebilir. Navigasyon böylelikle sağlanmış olur.

6. Accuracy (doğruluk) : Cerrahinin güvenilirliğinin için sistem devamlı bir doğrulama gereksinimini sağlayabilmelidir. Bunun için tarama öncesinde belirlenmiş sabit bir marker kullanılabilir. Bu bir vida veya pin ya da bir diş olabilir. Navigasyon sırasında el aletinin ucundaki drill ucu buraya getirilerek ekranda bu noktanın hedeflendirilmesinde ki doğruluk kontrol edilebilir.

7. Feedback (geri bildirim) : Sistem işlem sırasında ses ve görüntü kaydı yapabilmektedir. Böylece işlem sonrasında izleme, hataların görünmesi, sistemsel ve yazılımsal sıkıntıların firmaya bildirilmesi gibi imkanlar sunar.[51]

2.4.2. Dinamik Navigasyon Sisteminin Avantajları

Statik navigasyon sistemleri yapılan planlamayı hasta ağzına aktarabilme konusunda oldukça başarılı olsa da uygulama konusunda bazı sıkıntıları bulunmaktadır. Statik navigasyon stentlerinin en büyük problemlerinden birisi de, operasyon alanında fazla hacim kaplamaları ve bunun cerrahiye olumsuz etkilemesidir. Dinamik navigasyon sistemlerinde operasyon alanının direk görülebilmesi cerraha bu konuda büyük kolaylık sağlamaktadır.

Statik navigasyon sistemlerinin diğer bir dezavantajı ise cerrahi sırasında karşılaşılan sorunlar çerçevesinde planlamada değişiklik yapma imkanı vermemesidir. Cerrah operasyon alanını cerrahi sırasında göremez ve cerrahinin seyrine göre planlamada değişiklik yapamaz. Dinamik navigasyon sistemleri bu konuda büyük kolaylık sağlamaktadır. Cerrah operasyon alanını rahatlıkla görebilir ve cerrahi sırasında karşılaşılan sorunlarda planlamayı kolaylıkla değiştirebilir. Farklı bir yere implant planlayabilir açısını pozisyonunu değiştirebilir. Hatta kolaylıkla implant ekleyip çıkarabilir. Statik navigasyon sistemleri bu imkânlar tanımamaktadır. Ayrıca dinamik navigasyon sistemlerinde operasyon bölgesinin anatomik yapısı ekrandan 3 boyutlu olarak takip edilebilir. Statik navigasyon sistemlerinde böyle bir imkan yoktur sadece planlama aşamasında tomografi üzerinde inceleme yapılabilir ama aktüel olarak çalışılan bölgenin anatomik yapısı tomografi üzerinden takip edilemez.

Statik navigasyon sistemlerine göre dinamik navigasyon sisteminin bir diğer avantajı da, azalan operasyon maliyetidir. Statik navigasyon sistemlerindeki stentlerin üretimi hastaya ek

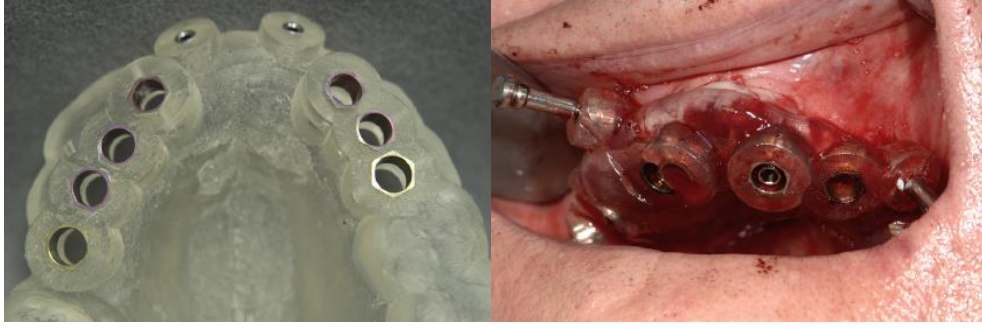
maliyete neden olmaktadır. Bu ek maliyetin yanı sıra statik navigasyon sistemindeki stentlerin üretimi zaman alıcı bir süreçtir. Sonuç olarak hastaya bu ek maliyet ve zaman kaybı olarak yansımaktadır. Oysa dinamik navigasyon sistemlerinde aynı gün içerisinde hem görüntüleme hem planlama hem de cerrahi yapılabilir. Ayrıca sistem için kullanılan tek kullanımlık malzemelerin maliyeti dışında hastaya ek bir maliyet getirmez.

Block ve ark (2016) ile Vercruyssen ve ark (2014) dinamik navigasyonun avantajlarını şöyle belirtmişlerdir:[18, 52]

- Aynı seansta görüntüleme, planlama ve cerrahinin yapılabilmesi
- Rehberliğin doğruluğunun cerrahi sırasında kontrol edilebilmesi sayesinde artan cerrahi güvenliği ve öngörülebilirliği,
- Planlamanın basit ve hızlı şekilde yapılabilmesi,
- Cerrahi esnasında tedavi planının değiştirilebilmesi veya modifiye edilebilmesi,
- Maliyetin düşük olması,
- Serum fizyolojik irrigasyonunda engel olacak bir yapı olmadığından ısıya bağlı kemik nekrozlarının veya kemik hasarlarının oluşmaması,
- Tüm implant sistemleri ile uyumlu çalışabilmesi,
- İki diş arası veya interoklüzal aralığın dar olduğu statik rehberlerin drill yüzüklerinin yerleştirilemediği durumlarda uygulanabilmesi.

2.4.3. Statik Navigasyon Sistemi

Statik navigasyon sisteminde BT ‘den üretilmiş bilgisayar destekli dizayn (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) ile üretilmiş stentler kullanılır. (Şekil 13) İmplantların yerleştirilmesi de metal tüpler ve cerrahi sistem koordineli bir şekilde kullanılır. İmplant drillerinin doğru açı ve pozisyonda yönlendirilmesi için kullanılan metal tüpler bir stoper noktasına sahiptir. Böylelikle driller doğru derinlikte drilleme sağlar. Statik navigasyon sistemine uygun implant setindeki driller doğru sırayla kullanılır ve implantta bu metal tüplerin içinde drillenen yuvaya yollanır. Statik navigasyon sisteminde önemli nokta kullanılan stentlerin stabilizasyonu ve diş eti kalınlığının doğru şekilde planlanmasıdır. Flepsiz cerrahi yapıldığı için hazırlanan stentler diş etinin üzerinden stabilize edilir. Çok kalın diş eti varlığı implant derinliğini ve pozisyonunun planlanandan farklı olmasına neden olacaktır.[18]



Şekil 13: statik navigasyonda kullanılan stent ve cerrahi kullanımı

Stent hazırlamadan önce hastadan bir BT veya konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüsü alınır. Alınan bu radyolojik görüntü üzerinde bilgisayar üzerinde planlama yapılır. Planlama yapılırken sistemde kayıtlı implantlardan kullanılacak implant markası ve modeli seçilir. Bu veriler stenti hazırlayan merkeze yollanır. Merkez bize implantların yerlerini gösteren tüpleri içeren prefabrike bir stent yollar. Burada diş eti kalınlığını formasyonunu belirlemek için iki yöntem kullanılır. Konvansiyonel yöntemde hastadan alınan ölçüler üzerinde bu prefabrike stentlere diş eti şekillendiricisi eklenerek ile ikinci ölçü alınır ve final cerrahi stent oluşturulur. Diğer bir yöntem ise hasta ağzında yapılan digital tarama verilerinin, BT üzerinde yapılan implant planlaması ile birlikte merkeze yollanmasıdır. Böylece merkez bize diş eti kalınlığına uygun final stenti dijital ortamda planlayarak direkt olarak yollayabilir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.GEREÇ

Çalışmamızda rutin implant cerrahisi gereçleri ile beraber, Poliüretan çene modelleri, baryum sülfatlı dişler kullanılarak poliüretan modellere uyumlu olarak yapılmış alt çene total hareketli protezi, Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Canada) sistemi ve Navident sistemi doğrulama programı(Evalunav®), serbest el tekniğine uygun implant yerleştirmek için manuel cerrahi rehber kullanılmıştır.

3.1.1. Poliüretan Çene Modelleri

İnsan kemiğinin heterojen yapısı ve etik ile ilgili konular sıklıkla klinik çalışmaların gelişimini engeller. Aynı zamanda, Katz'a göre[53] kemik homojen değildir ve fiziksel özellikleri türlere, yaşa, cinsiyete, kemik türüne (örneğin femoral, mandibular, maksiller veya kortikal, süngerimsi) ve hatta kemik bölgesine göre büyük ölçüde değişiklik gösterir.

Çeşitli araştırmacılar poliüretan modellerin çene kemiğinin mekaniğini test eden deneyler için bir prototip olarak kullanılabilir olduğunu belirtmiştir.[53] Tüm bunlar dikkate alınarak implant cerrahisine uygun olacağı düşünülen özel poliüretan mandibula modelleri çalışmamızda kullanıldı.

3.1.2. Baryum Sülfatlı Dişler Kullanılarak Poliüretan Modellere Uyumlu Hazırlanmış Alt Çene Total Hareketli Protezi

Biz bu çalışmamızda baryum sülfatlı dişler kullanılarak poliüretan modellere uyumlu alt çene total hareketli protezi hazırladık. Çünkü; açılı implantların kullanıldığı hibrit protezlerde implantların protez üzerindeki çıkış profillerinin ve yerlerinin tam doğrulukta olmasını istedik.(Şekil 14) Bu bize implant planlamamız için rehber oluşturdu. Ayrıca bu total protez serbest el yönteminde yardımcı olması için cerrahi rehberi ile birlikte şablon olarak kullanıldı.(Şekil 15) Dişler baryum sülfatlı seçildi çünkü; KIBT de dişlerin çıkması istendi ve bu dişlerin konumlarına göre implant planlaması yapıldı.



Şekil 14 : implantların total protezdeki çıkış yerleri ve profilleri



Şekil 15: serbest el tekniğinde total protezin ve cerrahi rehberinin birlikte kullanılması

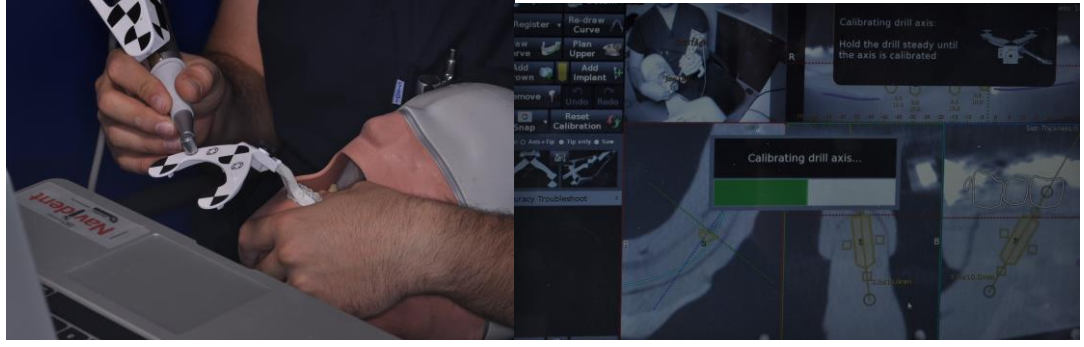
3.1.3. Dinamik Navigasyon Sistemi

Navident© sistemi geniş spektrumlu ışık kaynağı kullanan ve optik sensörlerin; hastada işlem yapılan çeneye intraoral olarak ve el aletinin üstüne takılan siyah beyaz halkalar içeren problemleri takip etmekte olduğu pasif dinamik navigasyon sistemlerinden biridir.

Bizde çalışmamızda mandibulada distal implantların açılı olarak yapıldığı bir hibrit protez planlaması için destek olacak implantları Navident Dinamik Navigasyon programı ile yaptık.

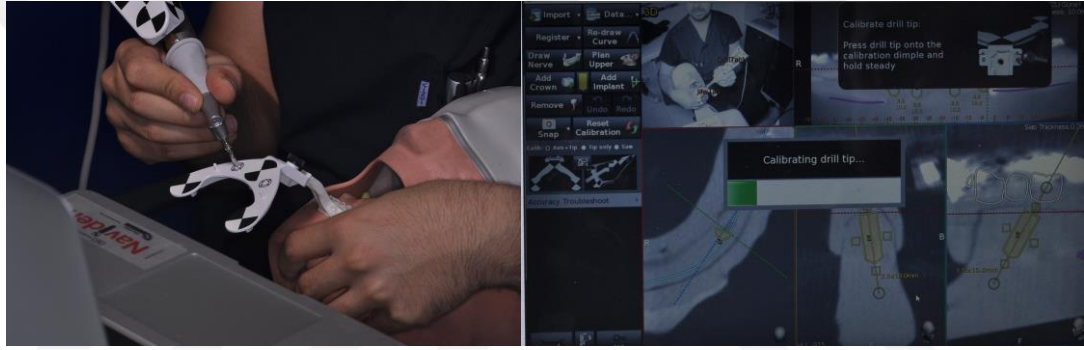
Navident sisteminin tüm basamakları fantom kafa modellerinde tam doğrulukla uygulandı.

- El aletinin kalibrasyonu: Takip probunun takılı olduğu el aletinin firmanın “jaw tag” olarak isimlendirdiği drillerin ve el aletinin kalibrasyonu için özelleşmiş yerleri bulunan at nalı şeklindeki parça üzerinde kalibrasyonu gösterilmiştir. (Şekil 16)



Şekil 16 : El aletinin kalibrasyonu

- (Şekil 17) drill kalibrasyonu: “jaw tag” üzerinde drillerin kalibrasyonu gösterilmiştir.



Şekil 17: drill kalibrasyonu

- (Şekil 18) drilleme sırasında navigasyon desteği: Navident dinamik navigasyon sistemi implant drillerinin yönlendirilmesi sırasında eş zamanlı olarak rehberlik eder.



Şekil 18 : drilleme sırasında navigasyon desteği

3.1.4. Navident sistemi doğrulama programı (Evalunav®)

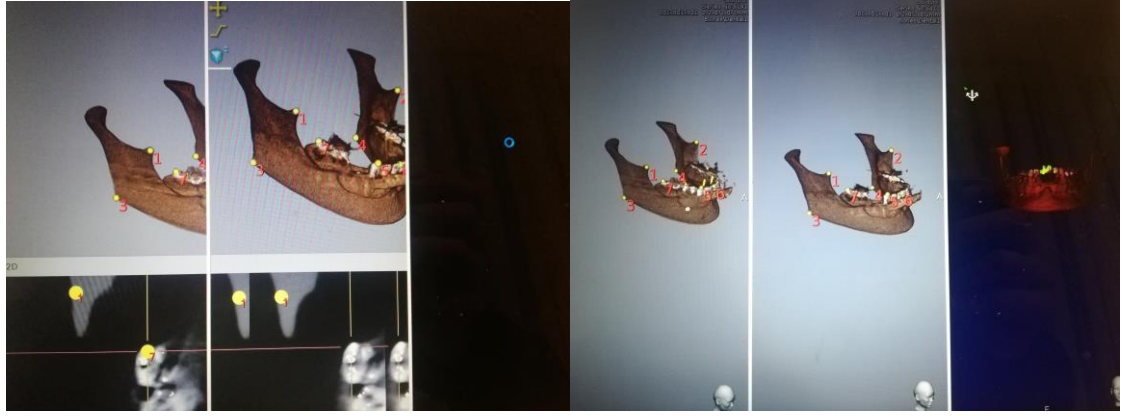
Evalunav programı, implantların planlanan ve gerçek pozisyonu arasındaki sapmaları değerlendirmek için tasarlanmış, Navident'den ayrı bir uygulamadır. Böyle bir değerlendirmeyi etkinleştirmek için, ameliyat sonrası BT taraması yapılmalıdır. Evalunav kullanarak, operasyon öncesi ve sonrası taramalar yüklenir ve birbirleriyle 3 boyutlu düzlemde karşılaştırılır. Her implantın kesin pozisyonu operasyon sonrası BT'de tespit edilir ve sonra operasyon öncesi taramasındaki planlanan pozisyonuyla karşılaştırılır.

3.1.4.1. Kayıt İçin İmplant Yerleştirilen Bölgelerin İzole Edilmesi

Değerlendirmeyi etkinleştirmek için KIBT öncesi ve sonrası taramaların doğru şekilde kaydedilmesi gerekir. Kayıt algoritması, her iki taramadaki değerler arasındaki farkı en aza indirmek için operasyon sonrası KIBT'yi hareket ettirir ve döndürür. Bir taramada olup diğer taramada görünmeyen yapılar algoritmayı ve kayıt kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, en iyi sonuçları elde etmek için, implantların bulunduğu bölgenin dışında kalan ve bir taramada bulunup diğer taramada bulunmayan yapılar karşılaştırma öncesinde kesme-çıkarma aracı ile çıkarılmalıdır. İzole edilmiş bölgeler, iki tarama boyunca şekil ve boyut olarak aynı olmak zorunda değildir, ancak mümkün olduğunca benzer olmalı ve kayıt kalitesini değerlendirmek için kullanılabilecek birkaç farklı yüzey yapısını içerecek kadar geniş olmalıdır.

3.1.4.2. Kayıt

İki taramayı birlikte eşleştirmek için her iki taramada da en az 3 referans nokta işaretlenmelidir. Her iki taramada 3 nokta işaretledikten sonra Evalunav otomatik olarak bunları birlikte kaydeder. Üst üste kaydedilmiş iki tarama (mor operasyon öncesi planlama ve yeşil operasyon sonrası planlama), ekranın sağ tarafında gösterilir.(Şekil 19)



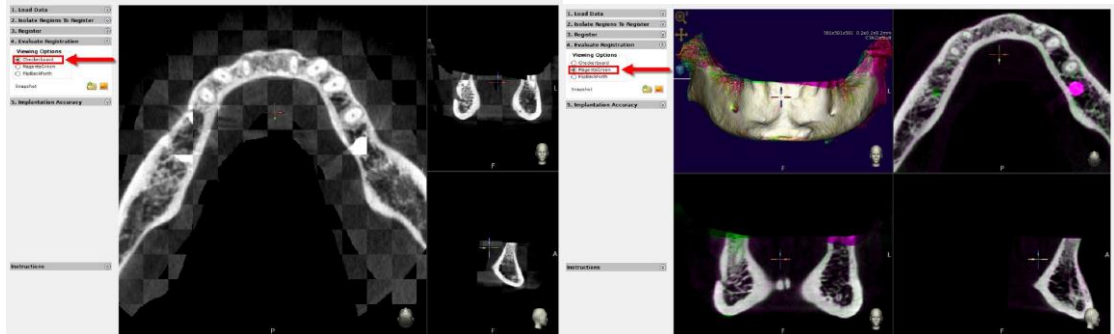
Şekil 19: Operasyon öncesi ve operasyon sonrası referans noktalarının işaretlenmesi ve iki modelin 3 boyutlu olarak karşılaştırılması

3.1.4.3. Kayıtların Değerlendirme

Değerlendirme 3 görüntüleme yöntemi kullanılarak değerlendirilir:

- (1) Görüntülerin dama tahtası serpiştirilmesi
- (2) Resimlerin mor / yeşil karışımı renklerle eşleştirilmesi (iyi eşleşen bölgelerde gri görünür)
- (3) operasyon öncesi ve sonrası arasında ileri geri iki görüntünün hareketi

Muhtemelen en hassas ve güvenilir yöntem 3 numaralı yöntem olacaktır; çünkü yanlış kayıt bile olsa yapıların ileri geri hareketi kolayca fark edilebilir. Tüm yöntemlerde, kullanıcı üç düzlemde kaydırma yapabilir. Kayıt mükemmel değilse, sorunu çözümü için daha önceki aşamalara dönülmesi gerekir. (Şekil 20)



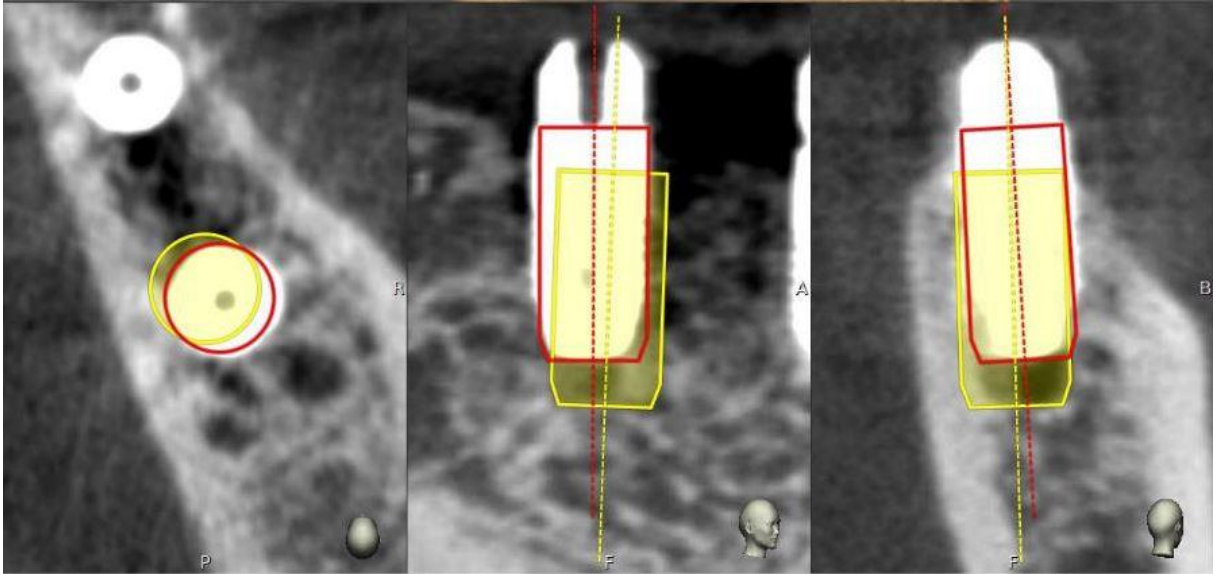
Şekil 20 :Kayıtların değerlendirme

3.1.4.4. İmplantları Değerlendirmesi

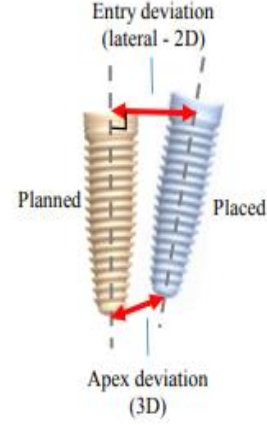
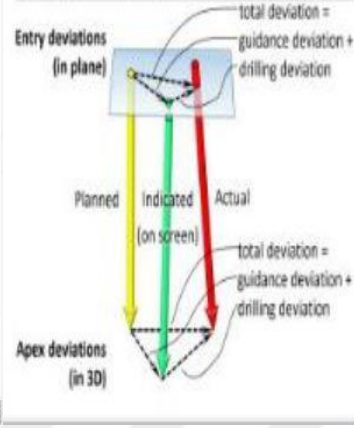
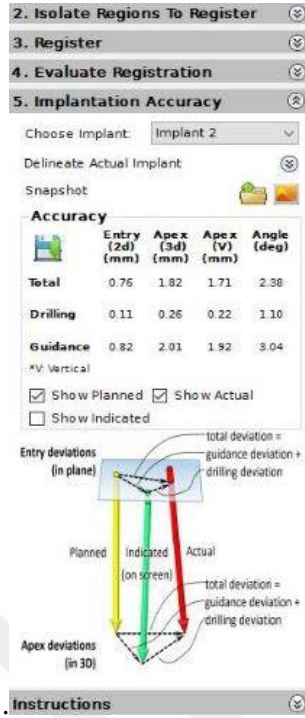
Yazılım otomatik olarak ameliyat sonrası taramada planlanan implantların her birinin görüntüsünü yapılan implant görüntüsü ile karşılaştırır. Her implant için Evalunav planlanan ve yerleştirilmiş implantlar arasındaki geometrik ilişkinin üç boyutlu görsel bir sunumunu sunar.(Şekil 21)

Değerlendirmede dört tip sapma ölçülür: (Şekil 22)

- Vertikal sapma: oklüzal düzlemde planlanan (sarı işaretli) ve gerçek (kırmızı işaretli) implant başlangıç noktası arasındaki mesafenin sayısal bir temsidir.
- Giriş sapması (2D) : oklüzal düzlemde planlanan (sarı işaretli) ve gerçek (kırmızı işaretli) implant arasındaki sapmanın (vertikal sapmayı hesaba katmadan) vektörel olarak mm cinsinden 2 boyutlu toplamıdır.
- Apekteki sapma (3D): planlanan ve gerçek implantın apeks konumu arasındaki 3-boyutlu mesafenin vektörel olarak mm cinsinden 3 boyutlu toplamıdır.
- Açısal sapma: planlanan ve gerçek implantın konumu arasındaki açının sayısal bir temsidir.



Şekil 21: planlanan implant pozisyonu ile operasyon sonrası implant pozisyonunun 3 boyutlu düzlemde farklarının gösterimi



Şekil 22 : giriş sapması, apikal sapma ve açılal sapmanın programda şenatik gösterimi

3.2.YÖNTEM

3.2.1. Örnek Sayısının ve Çalışma Modellerinin Belirlenmesi

Çalışmada gerekli örnek sayısını belirlemek güç analizi yapıldı (GPower, Düsseldorf, Almanya). Bu analiz sonucunda planlanan çalışmaya 50 model dahil edildi. Toplam 200 adet implant yapıldı ve çalışmaya dahil edildi. Gruplar 25 model 100 implant dinamik navigasyon ile 25 model 100 implant serbest el yöntemi ile olacak şekilde düzenlendi. Çalışmamızda implantlar fantom kafa modellerine yerleştirilen poliüretan mandibula modellerinde tek hekim tarafından yapıldı.

3.2.2. Stent hazırlanması

Çalışmamızı total dişsiz hastalarda planladığımız için termoplastik stent materyalini kullanmadık. Bunun yerine baryum sülfatlı dişlerden oluşan alt çene total protezi üzerine yine termoplastik materyalden oluşan stent kolunu direk adapte etme yöntemi ile CT marker ve jaw tag'in direk olarak bağlanabileceği bir rehber oluşturmuş olduk. Bu stent kolunu total proteze uygun olacak şekilde şekillendirmek amacıyla sıcak suda bekletildi. İstenilen sıcaklığa gelince

protez üzerine yerleştirildi ve soğuması için yaklaşık bir dakikalık bekleddikten sonra buraya yapıştırıldı. Stentin stabilitesi tekrar model üzerinde kontrol edildi. Sonrasında planlanan implant bölgelerine erişim sağlamak için total protez üzerinde boşluk oluşturuldu. CT marker vida ile bağlandı. Sonrasında dental volumetrik tomografi taraması öncesi protezin model üzerindeki son kontrolü yapıldı.(Şekil 23)



Şekil 23: Dental volumetrik tomografi taraması öncesi modelin son hali

3.2.3. Dental Volumetrik Tomografi Çekilmesi

Mandibula modeli ile uyumlu özel olarak hazırlanan baryum sülfatlı dişleri içeren alt total protez termoplastik bağlantı kuluna bağlanan ve fiducial denen yapıyı taşıyan CT marker ile beraber 3 boyutlu tarama yapıldı. Tüm taramalar Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji bölümünde tek hekim tarafından yapıldı. Dental volumetrik tomografiler, Planmeca Promax 3D Mid (Planmeca, Finlandiya) cihazı kullanılarak çekildi. Elde edilen DICOM formatında veriler taşınabilir CD Windows 8.1 çalıştıran "Apple Macbook Air 13" işletim sistemine sahip Navigasyon cihazının bilgisayara aktarıldı.

3.2.4. Planlama

Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Canada) programı yazılımı üzerinde model ile ilgili veriler seçildi. Verilerin programa yükleme işlemi tamamlandıktan sonra, modelin aksiyel, koronal ve sagittal kesitleri yazılım üzerinde görüntülendi.

Planlama aşamasında implantın şekli konik olarak belirlendi. Aksiyel, koronal ve sagittal tomografik kesitler üzerinde planlanan implant konumlandırılıp pozisyonlandırıldı. İmplantın boyu 10 mm çapı ise 3,5 mm olarak ayarlandı. Planlanan implantların pozisyonu Malo ve ark. 2003 yılında tarif ettiği all-on-four konseptine[16] uyacak şekilde distal implantlar 30° açılı anterior implantlar dik ve birbirine paralel olarak belirlendi. Dik olan anterior implantlar modele göre sağdan sola doğru sırasıyla 1 (bir) ve 2 (iki) olacak şekilde numaralandırıldı. 30 derece eğimli implantlar ise modele göre sağdan sola 4 (dört) ve 3 (üç) olarak numaralandırıldı.

Modellerde mental foramenlerin çıkış yerleri radyoopak kompozit dolgu malzemesi ile işaretlendi ve planlamada implantlar anatomik yapılara 1,5 mm lik güvenli aralıklarda olacak şekilde ve implant implant arası en az 3 mm olacak şekilde planlandı. Bu güvenli aralıkta distaldeki açılı implantların apeksleri KIBT de radyoopak olarak görüntü veren ve mental forameni taklit eden işaret noktasına 1,5 mm'lik güvenlik mesafesine uyulacak şekilde mümkün olan en yakın mesafede planlandı. Amacımız distal implantları mümkün olan en distal pozisyona 30 derecelik açıyla yerleştirmektir. Buna göre implant planlaması; distal implantların çıkış noktaları 5 ile 6 numaralı dişler arasında anterior implantların çıkış noktaları 2 ile 3 numaralı dişler arasında olacak şekilde yapıldı.

3.2.5. İmplant uygulaması

Modeller fantom çeneye sıkı bir şekilde sabitlendi. Anguldurva ve frezler Navident cihazına uygun hazırlandıktan sonra implant uygulamasına başlandı. Her drilleme öncesinde, sistem doğruluğu için drill kalibrasyonu yapıldı. Tüm aşamalarda ekrandaki sapmalar renk kodları ve sayısal değerlerle beraber izlenildi. Planlanan bölgelere 3,5x10mm DTI (DTI Implant Systems, Istanbul, Turkey) marka implantlar planlamaya uygun şekilde yerleştirildi. Tüm modeller implant yerleştirildikten sonra KIBT'de tarandı.

Serbest el yönteminde manuel açılı implant rehberi ve baryum sülfatlı dişlerle hazırlanan total protez birlikte rehber olarak kullanılarak implantlar planlanan pozisyonlarda uygulandı. Manuel açılı implant rehberi üzerinde ki açı belirteçleri 30 derecelik olacak şekilde açılı implantlar yapıldı. Serbest el yönteminde de implant pozisyonları navigasyonla yapılan planlamayla aynı olacak şekilde yapıldı.

4. BULGULAR

Evalunav® programı kullanılarak elde edilen tüm sayısal veriler grup 1 (Navident dinamik navigasyon sistemi kullanılarak yapılan modeller) ve grup 2 (serbest el tekniği kullanılarak yapılan modeller) olmak üzere iki grup halinde istatistiksel incelemeye alındı. Her bir grupta herbir implant için Giriş sapması, Apikal sapma, Vertikal sapma, Açısal sapma değerleri incelendi. (Tablo 2).

Evalunav® programına göre planlanan ile operasyon sonrası sapma değerleri her bir implant için 4 ayrı parametrede değerlendirildi:

Grup 1 (n=25)	Dinamik Navigasyon Sistemi	Giriş sapması
		Apikal sapma
		Vertikal sapma
		Açısal sapma
Grup 2 (n=25)	Serbest El Tekniği	Giriş sapması
		Apikal sapma
		Vertikal sapma
		Açısal sapma

Tablo 2: Çalışma Grupları ve Değerlendirilen Parametreler

Her grup için iki grup içinde değişkenlerin normal dağılıp dağılmadıkları Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edildi. Veriler hem bağımsız grup olarak hem de bağımlı olarak karşılaştırıldı.

Kolmogorov-Smirnov testi testine göre bağımsız gruplarda normal dağılım gösteren veriler “ Giriş sapması 1-2-4, apikal sapma 1-2-4, vertikal sapma 3, açısal sapma 1-3-4” normal dağılım göstermeyen veriler “ Giriş sapması 3, apikal sapma 3, vertikal sapma 1-2-4, açısal sapma 2) olarak belirlendi.(

Tablo 3) Bağımsız grup karşılaştırmalarında, normal dağılım gösteren değişkenler için bağımsız örneklem t testi, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Mann-Whitney U testi kullanıldı. Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler, normal dağılan değişkenler için ortalama±standart sapma, normal dağılmayan değişkenler için medyan(25.-75.persantil) şeklinde

gösterildi. $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi ve her bir implant için ortalama sapma miktarlarının istatistiksel sonuçları Tablo 4'te bir araya toplandı.

Tablo 3: Değişkenlerin normal dağılıp dağılmadıkları Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edildi.

Tests of Normality							
	Grup	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Giriş sapması_1	grup-1	,108	25	,200*	,955	25	,316
	grup-2	,164	25	,081	,891	25	,012
Apikal sapma_1	grup-1	,117	25	,200*	,926	25	,069
	grup-2	,149	25	,156	,927	25	,075
Vertikal sapma_1	grup-1	,190	25	,021	,863	25	,003
	grup-2	,197	25	,013	,785	25	,000
Açısal sapma_1	grup-1	,147	25	,173	,945	25	,190
	grup-2	,136	25	,200*	,955	25	,316
Giriş sapması_2	grup-1	,141	25	,200*	,942	25	,167
	grup-2	,149	25	,160	,958	25	,370
Apikal sapma_2	grup-1	,087	25	,200*	,984	25	,955
	grup-2	,172	25	,053	,878	25	,006
Vertikal sapma_2	grup-1	,142	25	,200*	,879	25	,007
	grup-2	,194	25	,016	,904	25	,022
Açısal sapma_2	grup-1	,191	25	,020	,900	25	,019
	grup-2	,184	25	,029	,866	25	,004
Giriş sapması_3	grup-1	,191	25	,019	,892	25	,012
	grup-2	,137	25	,200*	,944	55	,181
Apikal sapma_3	grup-1	,222	25	,003	,843	25	,001
	grup-2	,174	25	,049	,943	25	,177
Vertikal sapma_3	grup-1	,165	25	,079	,928	25	,078
	grup-2	,134	25	,200*	,967	25	,563
Açısal sapma_3	grup-1	,100	25	,200*	,971	25	,668
	grup-2	,145	25	,187	,913	25	,036
Giriş sapması_4	grup-1	,151	25	,143	,980	25	,887

	grup-2	,161	25	,093	,918	25	,047
Apikal sapma_4	grup-1	,172	25	,055	,900	25	,018
	grup-2	,161	25	,095	,949	25	,233
Vertikal sapma_4	grup-1	,151	25	,143	,926	25	,072
	grup-2	,223	25	,002	,908	25	,027
Açısal sapma_4	grup-1	,116	25	,200*	,969	25	,621
	grup-2	,114	25	,200*	,954	25	,303
*. This is a lower bound of the true significance.							
a. Lilliefors Significance Correction							

Tablo 4 : Grup 1 ve Grup 2 de ki her bir implant için sapma değerlerinin ortalama istatistiksel sonucu

Değişkenler	Grup_1	Grup_2	p
Giriş sapması_1*	0,93±0,44	1,17±0,41	<0,001
Giriş sapması_2*	0,86±0,42	1,56±0,40	<0,001
Giriş sapması_3**	1,31(0,86-1,42)	2,32(1,83-2,58)	<0,001
Giriş sapması_4*	0,86±0,31	2,17±0,40	<0,001
Apikal sapma_1*	1,03±0,39	2,12±0,25	<0,001
Apikal sapma_2*	0,92±0,31	2,12±0,16	<0,001
Apikal sapma_3**	1,55(1,09-1,65)	3,65(3,23-3,87)	<0,001
Apikal sapma_4*	1,08±0,37	3,66±0,54	<0,001
Vertikal sapma_1**	0,12(0,03-0,29)	0,25(0,16-0,35)	0,006
Vertikal sapma_2**	0,19(0,09-0,34)	0,30(0,21-0,34)	0,103
Vertikal sapma_3*	0,32±0,23	0,36±0,17	0,503
Vertikal sapma_4**	0,26(0,13-0,36)	0,38(0,23-0,70)	0,017
Açısal sapma_1*	0,58±0,36	2,14±0,54	<0,001
Açısal sapma_2**	0,34(0,25-0,79)	2,41(1,98-2,91)	<0,001
Açısal sapma_3*	0,86±0,43	6,25±2,09	<0,001
Açısal sapma_4*	1,01±0,36	7,20±2,33	<0,001
* t testi kullanılarak elde edilen sonuçlar: iki grupta da 1-2-3-4 numara ile işaretlenen implantlar için ortalama sapma değerleri ve (± standart sapma) değerleri şeklinde verilmiştir			
** Mann-Whitney U testi kullanılarak elde edilen sonuçlar: iki grupta da 1-2-3-4 numara ile işaretlenen implantlar için medyan değerleri ve (25.-75.persantil) değeri şeklinde verilmiştir.			

Tablo 4 incelendiğinde dinamik navigasyon grubunda 1 numaralı implant için planlanan ile operasyon sonrası ortalama giriş sapması farkı 0,93 mm, 2 numaralı implant için 0,86 mm, 3 numaralı implant için 1,31 mm, 4 numaralı implant için 0,86 mm olarak hesaplanmıştır. Aynı değerler serbest el tekniğinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış göstererek sırasıyla 1,17 mm, 1,56 mm, 2,32 mm, 2,17 mm olarak hesaplanmıştır. Bu da giriş sapması anlamında dinamik navigasyonla yapılan implantların serbest el tekniği ile yapılan implantlara göre daha büyük doğrulukta yapılabileceğini göstermiştir.

Apikal sapma değerlerine baktığımızda ise; dinamik navigasyon grubunda 1 numaralı implant için planlanan ile operasyon sonrası ortalama apikal sapma farkı 1,03 mm, 2 numaralı implant için 0,92 mm, 3 numaralı implant için 1,55 mm, 4 numaralı implant için 1,08 mm olarak hesaplanmıştır. Aynı değerler serbest el tekniğinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış göstererek sırasıyla 2,12 mm, 2,12 mm, 3,65 mm, 3,66 mm olarak hesaplanmıştır. Bu da apikal sapma anlamında dinamik navigasyonla yapılan implantların serbest el tekniği ile yapılan implantlara göre daha büyük doğrulukta yapılabileceğini göstermiştir.

Vertikal sapmada ise; her iki teknikte de planlama ve operasyon sonrası ortalama farkın en az olduğu parametre olmuştur. Başka bir deyişle vertikal sapma parametresinde tüm tekniklerde daha yüksek doğrulukla implant yapılabilmektedir. Ayrıca vertikal sapma parametresi; serbest el tekniğinin dinamik navigasyonla yapılan implantlara göre en yakın doğruluğun yakalabildiği tek parametre olmuştur. Dinamik navigasyon grubunda 1 numaralı implant için planlanan ile operasyon sonrası ortalama vertikal sapma farkı 0,12 mm, 2 numaralı implant için 0,19 mm, 3 numaralı implant için 0,32 mm, 4 numaralı implant için 0,26 mm olarak hesaplanmıştır. Aynı değerler serbest el tekniğinde 2 ve 3 numaralı implant hariç istatistiksel olarak anlamlı derecede artış göstererek sırasıyla 0,25 mm, 0,30 mm, 0,36 mm, 0,38 mm olarak hesaplanmıştır. 2 ve 3 numaralı implantta ki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 1 ve 4 numaralı implantlar için gösterilen ortalama artış istatistiksel olarak anlamlı görülmüşse cerrahi komplikasyon açısından çok büyük problem oluşturacak düzeyde değildir. Bu da bize serbest el tekniğinde de vertikal sapma parametresinde dinamik navigasyon tekniği kadar yüksek doğrulukta implant yapılabileceğini göstermiştir.

Açısal sapma değerlerine baktığımızda ise; dinamik navigasyon grubunda 1 numaralı implant için planlanan ile operasyon sonrası ortalama açısal sapma farkı 0,58°, 2 numaralı implant için 0,34°, 3 numaralı implant için 0,86°, 4 numaralı implant için 1,01° olarak hesaplanmıştır. Aynı değerler serbest el tekniğinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış göstererek sırasıyla 2,14°, 2,41°, 6,25°, 7,20° olarak hesaplanmıştır. Bu da açısal sapma

anlamında dinamik navigasyonla yapılan implantların serbest el tekniği ile yapılan implantlara göre daha büyük doğrulukta yapılabileceğini göstermiştir. Açısal sapma parametresi özellikle açılı implantlarda (3 ve 4 numara) serbest el tekniğinde en fazla sapmanın olduğu parametre olmuştur. Bu da serbest el tekniği ile açılı implantlarda doğru açının yakalanmasının ne kadar zor olduğunun bir göstergesidir.

Çalışmamızda ayrıca bağımlı ölçümlerin karşılaştırmalarında, normal dağılım gösteren değişkenler için eşleştirilmiş t testi, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Wilcoxon t testi kullanıldı. Bağımlı ölçüm olarak açılı implantlar ve dik implantlar kendi içinde gruplandırılarak test yapıldı. Yani açılı implantlardaki ve dik implantlardaki planlanan ile operasyon sonrası ortalama sapma değerleri dinamik navigasyon ve serbest el tekniğine göre kıyaslandı ve Tablo 5 ve

Tablo 6 olmak üzere grup 1 ve grup 2 olarak iki tablo halinde tüm değerler karşılaştırıldı.

Tablo 5 : grup 1 için açılı ve düz implantların eşleştirilmiş kıyaslaması

Değişkenler	Grup 1	p
Giriş sapması_12*	0,89±0,35	0,277
Giriş sapması_34*	1,01±0,24	
Apikal sapma_12**	0,93(0,80-1,16)	0,019
Apikal sapma_34**	1,27(1,01-1,41)	
Vertikal sapma_12*	0,19±0,13	0,041
Vertikal sapma_34*	0,30±0,15	
Açısal sapma_12*	0,53±0,28	<0,001
Açısal sapma_34*	0,94±0,33	
*eşleştirilmiş t testi uygulanan normal dağılım gösteren veriler: planlanan ve operasyon sonrası ortalama sapma değeri ± standart sapma şeklinde verilmiştir.		

***Wilcoxon t testi uygulanan normal dağılım göstermeyen veriler: medyan değerleri ve (25.-75.persantil) değeri şeklinde verilmiştir.*

Tablo 6 : grup 2 için açılı ve düz implantların eşleştirilmiş kıyaslaması

Değişkenler	Grup 2	p
Giriş sapması_12**	1,48(1,40-1,41)	<0,001
Giriş sapması_34**	2,20(1,95-2,57)	
Apikal sapma_12*	2,12±0,19	<0,001
Apikal sapma_34*	3,62±0,54	
Vertikal sapma_12**	0,28(0,20-0,32)	0,003
Vertikal sapma_34**	0,39(0,28-0,48)	
Açısal sapma_12*	2,34±0,53	<0,001
Açısal sapma_34*	6,73±1,94	
<i>*eşleştirilmiş t testi uygulanan normal dağılım gösteren veriler: planlanan ve operasyon sonrası ortalama sapma değeri ± standart sapma şeklinde verilmiştir.</i> <i>**Wilcoxon t testi uygulanan normal dağılım göstermeyen veriler: medyan değerleri ve (25.-75.persantil) değeri şeklinde verilmiştir.</i>		

Tablo 5 incelendiğinde navigasyon grubunda giriş sapması dışında tüm verilerde açılı implantlarda dik implantlara kıyasla daha fazla sapma olduğu görülmektedir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 6 incelendiğinde serbest el tekniğinde tüm parametrelerde açılı implantlarda ki sapma miktarı düz implantlara kıyasla daha fazla sapma olduğu görülmektedir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 5 ve Tablo 6 ortak olarak incelendiğinde tüm değerlerde ve tüm gruplarda açılı implantlardaki planlanan ile operasyon sonrası sapma miktarları düz implantlara göre daha fazladır. Açılı ve düz implantlar arasındaki en az fark vertikal sapmada görülmüştür. En fazla

fark ise apikal ve açısal sapmada görülmüştür. Yine açılı implantlardaki açısal sapma miktarı serbest el tekniğinde bariz şekilde fazla çıkmıştır. Düz implantlara göre açılı implantlarda ki artan sapma miktarları serbest el tekniğinde bariz bir şekilde fazla olduğu görülmektedir.

Ayrıca çalışmamızda açılı implantların grup 1 ve grup 2 için ayrı ayrı sapma değerlerinin istatistiksel olarak ortalanarak dinamik navigasyonla serbest el tekniği arasında açılı implantlar bazında fark olup olmadığı karşılaştırılmıştır ve Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7: açılı implantların ortalama değerlerinin grup 1 ve grup 2 için karşılaştırılması

Değişkenler	Grup 1	Grup 2	P
Giriş sapması_34*	1,01±0,24	2,19±0,44	<0,001
Apikal sapma_34**	1,27(1,01-1,41)	3,65(3,31-3,95)	<0,001
Vertikal sapma_34**	0,28(0,15-0,44)	0,39(0,28-0,48)	0,148
Açısal sapma_34*	0,94±0,33	6,73±1,94	<0,001
*eşleştirilmiş t testi uygulanan normal dağılım gösteren veriler: planlanan ve operasyon sonrası ortalama sapma değeri ± standart sapma şeklinde verilmiştir. **Wilcoxon t testi uygulanan normal dağılım göstermeyen veriler: medyan değerleri ve (25.-75.persantil) değeri şeklinde verilmiştir.			

Tablo 7 incelendiğinde vertikal sapma dışında tüm parametrelerde serbest el tekniğinde dinamik navigasyona göre daha fazla hata yapıldığı görülmüştür. Açılı implantlar bazında vertikal sapma parametresinde dinamik navigasyonla yapılan implantlarda serbest el tekniğine göre anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Yani vertikal sapma parametresinde serbest el tekniği ile dinamik navigasyon tekniği arasında benzer sonuçlar bulunmaktadır. Ancak bunun dışında tüm parametrelerde dinamik navigasyon tekniğinde sapma miktarı serbest el tekniğine göre daha az olduğu görülmektedir. En fazla sapma miktarı ise yine açısal sapma parametresinde olmuştur.

Ayrıca çalışmamızda sağ ve sol taraftaki açılı implantlar da birbirine göre kıyaslanmıştır sonuçlar grup 1 ve grup 2 için Tablo 8 ve Tablo 9’da sunulmuştur. Bu kıyaslamanın amacı, sağ elini kullanan bir hekim tarafından sağ ve sol çenede uygulanan implantlardaki planlan ile operasyon sonrası sapma miktarlarının karşılaştırılmasıdır.

Tablo 8 : grup 1 için sağ ve sol taraftaki açılı implantların sapma değerlerinin birbirlerine göre farklarını gösterir

Değişkenler	Grup 1	P
Giriş sapması_3**	1,31(0,86-1,42)	0,005
Giriş sapması_4**	0,97(0,62-1,07)	
Apikal sapma_3**	1,55(1,09-1,65)	0,030
Apikal sapma_4**	1,13(0,74-1,40)	
Vertikal sapma_3*	0,32±0,23	0,579
Verikal sapma_4*	0,28±0,18	
Açısal sapma_3*	0,86±0,43	0,090
Açısal sapma_4*	1,01±0,36	
<i>*eşleştirilmiş t testi uygulanan normal dağılım gösteren veriler: planlanan ve operasyon sonrası ortalama sapma değeri ± standart sapma şeklinde verilmiştir.</i> <i>**Wilcoxon t testi uygulanan normal dağılım göstermeyen veriler: medyan değerleri ve (25.-75.persantil) değeri şeklinde verilmiştir.</i>		

Tablo 8 incelendiğinde, navigasyon grubunda giriş ve apikal sapmada sağ ve sol açılı implant arasında anlamlı fark bulunurken vertikal ve açısal sapmada anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo 9 : grup 2 için sağ ve sol taraftaki açılı implantların sapma değerlerinin birbirlerine göre farklarını gösterir

Değişkenler	Grup 2	P
Giriş sapması_3*	2,21±0,49	0,340
Giriş sapması_4*	2,17±0,40	
Apikal sapma_3*	3,58±0,60	0,292
Apikal sapma_4*	3,66±0,54	
Vertikal sapma_3**	0,34(0,25-0,48)	0,115
Vertikal sapma_4**	0,38(0,23-0,70)	
Açısal sapma_3*	6,25±2,09	0,035
Açısal sapma_4*	7,20±2,33	
<i>*eşleştirilmiş t testi uygulanan normal dağılım gösteren veriler: planlanan ve operasyon sonrası ortalama sapma değeri ± standart sapma şeklinde verilmiştir.</i> <i>**Wilcoxon t testi uygulanan normal dağılım göstermeyen veriler: medyan değerleri ve (25.-75.persantil) değeri şeklinde verilmiştir.</i>		

Tablo 9 incelendiğinde, serbest el yönteminde sağ ve sol taraf açılı implantlar arasında açısal sapma parametresi dışında diğer tüm parametrelerde anlamlı bir fark oluşmamıştır.

Tablo 8 ve Tablo 9 birlikte incelendiğinde dinamik navigasyon grubunda açısal sapma hariç tüm parametrelerde soldaki implantta sapma miktarları sağdakine göre fazla çıkmıştır. Açısal sapma da ise sağ taraf sol tarafa göre fazla sapma göstermiştir. Bunlarda navigasyon grubu için giriş ve apikal sapma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Serbest el grubunda ise; giriş sapması hariç tüm parametreler sağdaki implantta soldakine göre fazla çıkmıştır. Giriş sapmasında ise sol taraf sağ tarafa göre fazla sapma göstermiştir. Bunlardan serbest el grubu için sadece açısal sapma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Kemik hacminin yetersizliği, zayıf kemik kalitesi ve alveolar kemiğin anatomik sınırlamaları (foramen mentale, canalis mandibularis, sinus maksillaris vb, gibi) atrofik total dişsiz çenelerde implantla rehabilitasyonunda bir takım sınırlamalara neden olmaktadır. Atrofik maksilla ve mandibulaya sahip total dişsiz hastaların protetik rehabilitasyonunda implant destekli vidalı hibrit sistem protezlerin kullanımı hastaların sabit protez ihtiyacını karşılamada etkin yöntemlerin başında gelmektedir.[16]

Açılı implant uygulanarak yapılan implant destekli hibrit protezlerde anteriorda aksiyel olarak yerleştirilmiş 2 implant ve mental foramenin hemen önüne 30 - 45° açılı 2 posterior implant ile sabit protez yapımına izin vermektedir[54]. Agliardi ve ark. ile Heydecke ark. yaptıkları çalışmalarda, bu konseptle yapılan implantlarda yüksek başarı oranı (%92.2 - %100) rapor edilmiştir.[1, 55, 56] Bu tedavi tekniğinin avantajları yapılan çeşitli araştırmalarla (Bhardwaj ve ark, 2014; Ho, 2012; Agliardi ve diğerleri, 2010, Taruna ve diğerleri, 2014) belirlenmiştir. Krekmanov ve ark. tarafından yapılan çalışmada gerinim ölçümlerinde açılı ve düz implantlar arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir. Ayrıca teorik modellerde implantların açılanmasından dolayı artan kuvvet iletiminin protez alanının artırılarak azaltılabileceği öngörmüştür.[57] Açılendirma aynı zamanda implantlar arası mesafeyi ile kantilever uzunluğunu ve kemik ogmentasyon ihtiyacını azaltır.[16, 57, 58] Açılı implantların kullanıldığı çeşitli çalışmalarda iyi klinik sonuçlar rapor edilmiştir.[2, 16, 59-61]

Taruna ve ark, 2014'te yaptıkları çalışmada, açılı implantların kullanıldığı hibrit protezlerin çok hassas olduğunu ve cerrahi bir rehber ile yapılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca aynı çalışmada protez için gereken implant pozisyonlarının implantların serbest el tekniği kullanılarak yerleştirilmesi her zaman mümkün olmayabileceği belirtilmiştir.[62]

İmplantların doğru pozisyonunda yapılabilmesi başarılı bir tedavi ve hastaların operasyon sonrası iyi bir proteze sahip olabilmesi için oldukça önemlidir ayrıca protezin uzun yıllar boyunca etkili ve rutin bakımı ve kullanımı için yine implant pozisyonlarının önemi oldukça fazladır. İmplantların doğru pozisyonlarda yapılabilmesi için rehberli cerrahi uygulaması çok büyük avantaj sağlamıştır. Tercih edilecek rehberli cerrahi uygulaması güvenilirlik ve pratik olarak uygulanabilirlik ve makul bir öğrenme süresine sahip olmalıdır.

İmplant uygulamalarında çeşitli cerrahi rehber sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemlerde doğru veri elde edilmesi ve elde edilen veriler üzerinde yapılan planlamanın ağız içerisine en doğru şekilde aktarılabilmesi implantın başarısını oluşturur. Bu sebepten dolayı operasyon öncesi uygulanacak görüntüleme tekniğinin seçimi oldukça önemlidir.[63, 64]

Bassi ve ark. ile Sonick yaptıkları çalışmalar sonucunda konvansiyonel görüntüleme yöntemleri ile 3 boyutlu görüntüleme yöntemleri arasında doğruluk ve distorsiyon farkı açısından tomografik görüntülerini daha başarılı bulmuşlardır ve 3 boyutlu görüntüleme yöntemlerinin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır.[65, 66] BT taramaları veya güncel olarak daha çok tercih edilen konik ışınli BT (KIBT) taramaları üç boyutlu hasta görüntüleri elde etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.[51] Tarayıcı teknolojisinin gelişimi (spiral BT taraması, konik ışınli BT taraması), preoperatif implant planlamasında yeterli tanı kalitesini korurken, radyasyon dozunu konvansiyonel panoramik radyografinin seviyesine düşürmeyi mümkün kılmıştır.[67]

Günümüzde tıp ve diş hekimliği dinamik cerrahi navigasyon uygulamalarında pek çok sistem bulunmaktadır. Navigasyon sistemleri arasındaki farklar genellikle kullanıcı arayüzünde ve izleme sistemi doğruluğundadır.[68]

Sistemin doğruluğu genellikle elde edilen BT verisine ve kayıt prosedürlerinin doğruluğuna bağlıdır.[68, 69] Kullanılan navigasyon sisteminin etkinliğini sistemin doğruluğu ve teknolojisi belirler. Diş hekimliğine uyarlanmış tıpta kullanılan navigasyon sistemi (The StealthStation Treon®, Medtronic, Minneapolis, MN) ile diş hekimleri için geliştirilmiş (VISIT navigation system, University of Vienna, General Hospital, Vienna, Austria) navigasyon sisteminin karşılaştırıldığı bir çalışmada, sistemin güncellenebilirliği açısından üstün olan grubun operasyon süresini kısalttığı bildirilmiştir.[39]

Wittwer ve ark ile Kramer yaptıkları çalışmalarda sistemin doğruluğunun BT verilerinin doğru elde edilmesine ve bu kayıtların alınırken hastanın hareketsiz olmasına bağlı olduğunu ayrıca BT çekimi ve cerrahi sırasında kullanılan referans parçaya bağlı olduğu ve bu parçaları sabitlemek için de metalik intraosseos referans işaretleyicilerin kullanılmasının doğruluğa katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.[39, 70]

Uygulama sırasında stereoskopik kamera ile takip parçaları arasındaki görüş hattı her zaman açık tutulmalıdır. Eski nesil cihazlarda bu görüş alanının anlık kesintiye uğraması sorun oluşturmaktaydı.[71]

Jokstad ve ark. yaptıkları çalışmada yeni nesil cihazlarda anlık görüntü kayıplarını çözümedeki hassasiyetlerinin değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.[41] Ayrıca yapılan aynı çalışmada, cihazlarının optik sensörleri ortam ışığının yoğunluğundan, yansımalarından ya da cerrahın kafa lambasından gelen doğrudan parlak LED ışıktan ya da dalga boyunun ani değişimlerinden az ya da çok etkilendiği bildirilmiştir.[41]

Somogyi-Ganss ve ark. yaptıkları çalışmada laboratuvarında yapılan dinamik navigasyon ile implant çalışmalarda sapma miktarları klinik çalışmalara göre daha az olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda kullandığımız navigasyon sistemi ile aynı navigasyon sisteminin kullanıldığı

bu çalışmada giriş noktası sapma miktarı $1,14\text{mm} \pm 0,55\text{mm}$, apekteki sapma miktarı $1,18\text{mm} \pm 0,56\text{mm}$, vertikal olarak apekteki sapma miktarı $1,04\text{mm} \pm 0,71\text{mm}$, total olarak apekteki sapma miktarı $1,71 \pm 0,61\text{mm}$, açısal sapma miktarı ise $2,99^\circ \pm 1,68^\circ$ olarak belirlenmiştir.[72]

Diğer navigasyon sistemlerinin kullanıldığı çeşitli laboratuvar çalışmalarında ise giriş noktası ve apeks vertikal sapma miktarı 1mm altında, açısal sapma miktarı ise yaklaşık 4° civarındadır.[73-75]

Emery ve ark. yaptıkları model tabanlı çalışmada dinamik bir navigasyon sistemi (X-Guide, X-Nav Teknolojileri, LLC, Lansdale, PA) ile yerleştirilen implantların dişli ve dişsiz modellerde ki açısal ve doğrusal sapmalarını karşılaştırmışlardır. Test edilen cihaz kullanılarak yapılan implantların açısal doğruluğu, dişli modellerde $0.89^\circ \pm 0.35^\circ$ iken dişsiz modellerde $1.26^\circ \pm 0.66^\circ$ olarak bildirilmiştir. Dişli modeller için üç boyutlu pozisyonel doğruluğu $0.38\text{mm} \pm 0.21\text{mm}$ iken dişsiz modellerde $0.56\text{mm} \pm 0.17\text{mm}$ olarak bildirilmiştir.[74]

Casap ve ark. referans sensör çerçevesinin ve ana koordinat sisteminin ameliyat edilen çeneye yerleştirildiği dental işlemler için geliştirilmiş bir navigasyon sistemi (The IGI system) ve referans sensör çerçevesinin ve ana koordinat sisteminin hastanın kafasına yerleştirildiği kulak burun boğaz cerrahisi için geliştirilmiş (The LandmarX system) bir navigasyon sisteminin hareketliliği olan mandibuladaki tümör rezeksiyonu için navigasyon doğruluğunu karşılaştırdığı çalışmalarında; her bir sistemin intraoperatif navigasyon doğruluğunun, ameliyat öncesi yerleştirilmiş titanyum vida dahil olmak üzere mandibuladaki ayırt edici anatomik noktaların hedeflenmesinde ki hassasiyetini değerlendirmişlerdir. Yayınladıkları sonuçlarda IGI sisteminin navigasyon hatası 0,5 mm'den az, LandmarX sisteminin hatası 3 mm ile 4 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir.[44]

Stefanelli ve ark. 231 adet implantı dahil ettikleri retrospektif çalışmada bizim çalışmamızdaki ile aynı navigasyon cihazının kullanmış ve 106 adet implant parsiyel dişsiz hastalara, 125 adet implant ise tam dişsiz hastalara toplam 89 adet çeneye tek bir cerrah tarafından uygulanmıştır. Parsiyel dişsiz hastalara yapılan ve planlanan implantların sapma değerleri, giriş noktasında 0,70 mm iken apekte 0,96 mm ve açısal sapma değeri ise $2,21^\circ$ olarak bildirilmiştir. Çalışmada yerleştirilen son 50 implantın (giriş noktası:0,59mm, apeks:0,85mm, açısal:1,98°) sapma değerlerinin ilk 50 implanta (giriş noktası:0,94mm, apeks:1,19mm, açısal:3,48°) göre anlamlı derecede düşük olması dinamik navigasyon sisteminin öğrenilebilirliği olarak yorumlanmıştır.[76]

Farley, Sarment ve ark. tarafından implant cerrahisinde planlanan implantların pozisyonlarının hasta ağzına aktarılmasında statik veya dinamik navigasyon sistemi kullanılmasının serbest elle implant yerleştirilmesine göre üstünlüğü kanıtlanmıştır.[77, 78]

A. Mediavilla Guzmán ve ark. yaptıkları çalışmada statik ve dinamik navigasyon sistemlerini kullanarak yerleştirdikleri 40 implantın doğruluk derecesi, terapötik planlama yazılımı ve Student's t-testi kullanılarak analiz etmişlerdir. Yayınladıkları sonuçlarda; t-testine göre koronal ($p = 0,6535$) ve apikal ($p = 0,9081$) seviyelerinde statik ve dinamik navigasyon arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermezken açısal sapmaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterilmiştir. ($p = 0,0272$). Ayrıca bu çalışmada koronel sapma miktarı dinamik navigasyonda ortalama $0.78\text{mm} \pm 0.43\text{mm}$ (min: 0.20mm ; max: 1.70mm) ve statik navigasyonda ise ortalama $0.85\text{mm} \pm 0.48\text{mm}$ (min: 0.30mm ; max: 1.90mm) olarak belirtilmiştir. Apikal sapmalar ise dinamik navigasyonda ortalama $1.20\text{mm} \pm 0.48\text{mm}$ (min: 0.30mm ; max: 2.10mm) , statik navigasyonda ortalama $1.18\text{mm} \pm 0.60\text{mm}$ (min: 0.20mm ; max: 2.50mm) olarak belirtilmiştir. Aynı çalışmada implant açılarındaki deviasyon ise dinamik navigasyonda ortalama $2.95^\circ \pm 1.48^\circ$ (min: 0.60° ; max: 5.20°), statik navigasyonda ortalama $4.00^\circ \pm 1.41^\circ$ (min: 1.60° ; max: 6.10°) olarak belirtilmiştir.[79]

Bizim çalışmamızda iste ; Navident® (ClaroNav Inc., Toronto, Kanada) firmasının dinamik navigasyon cihazı ile yaptığımız aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama giriş sapması $0,89\text{mm} \pm 0,35\text{mm}$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama giriş sapması $1,01\text{mm} \pm 0,24\text{mm}$ olarak bulunmuştur. Apikal sapma değerlerine baktığımızda aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama apikal sapma $0,93\text{mm}(0,80\text{mm}-1,16\text{mm})$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama apikal sapma $1,27\text{mm}(1,01\text{mm}-1,41\text{mm})$ olarak bulunmuştur. Vertikal sapma değerleri ise, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama vertikal sapma $0,19\text{mm} \pm 0,13\text{mm}$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama vertikal sapma $0,30\text{mm} \pm 0,15\text{mm}$ olarak bulunmuştur. Açısal sapma değerlerine baktığımızda, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama açısal sapma $0,53^\circ \pm 0,28^\circ$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama açısal sapma $0,94^\circ \pm 0,33^\circ$ olarak bulunmuştur.

Serbest el tekniğinin kullanıldığı grup incelendiğinde, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama giriş sapması $1,48\text{mm}(1,40\text{mm}-1,41\text{mm})$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama giriş sapması $2,20\text{mm}(1,95\text{mm}-2,57\text{mm})$ olarak bulunmuştur. Apikal sapma değerlerine baktığımızda aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama apikal sapma $2,12\text{mm} \pm 0,19\text{mm}$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama apikal sapma $3,62\text{mm} \pm 0,54\text{mm}$ olarak bulunmuştur. Vertikal sapma değerleri ise, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama vertikal sapma $0,28\text{mm}(0,20\text{mm}-0,32\text{mm})$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama vertikal sapma $0,39\text{mm}(0,28\text{mm}-0,48\text{mm})$ olarak bulunmuştur. Açısal sapma değerlerine baktığımızda, aksiyel olarak dik 50 implantta ortalama açısal sapma $2,34^\circ \pm 0,53^\circ$, 30° eğimli olarak planlanan 50 implantta ortalama açısal sapma $6,73^\circ \pm 1,94^\circ$ olarak bulunmuştur.

Tüm bu veriler incelendiğinde dinamik navigasyon grubunda açılı implantlarda düz implantlara göre; apikal sapma, vertikal sapma, açısal sapma miktarları istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir. Giriş sapması miktarıda açılı implantlarda düz implantlara göre fazladır ama bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Serbest el grubunda ise giriş sapması, apikal sapma, vertikal sapma, açısal sapma miktarları açılı implantlarda düz implantlara göre istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir.

Çalışmamızda açılı implantlar için dinamik navigasyon ve serbest el tekniği karşılaştırıldığında; giriş sapması, apikal sapma ve açısal sapma miktarları serbest el grubundaki implantlarda dinamik navigasyon grubuna göre anlamlı derecede fazla bulunmuştur. Vertikal sapma miktarı da serbest el tekniğinde dinamik navigasyon tekniğine göre fazladır ama bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Biz yaptığımız çalışmada dinamik navigasyonla yapılan implantların serbest el tekniğine göre daha yüksek doğrulukta yapılabildiğini bulduk. Özellikle apikal sapma ve açısal sapma parametrelerinde serbest el tekniğinde dinamik navigasyona göre daha fazla sapma değerleri olduğu görüldü. Vertikal sapma parametresi serbest el tekniğinde, dinamik navigasyon tekniği ile hemen hemen eş sapma değerleri göstermiştir. Bu implant frez sistemleri üzerinde frezleme derinliğini gösteren referans çizgilerin frezeleme esnasında takip edilebilir olmasından ve planlamaya eş doğrulukta her iki teknikte de yapılabilmesinden kaynaklanmaktadır. Fakat diğer parametrelerin operasyon sırasında kontrol edilebilmesi serbest el tekniğinde tamamen cerrahin tecrübesine ve yeteneklerine bağlıdır.

Dinamik navigasyon sistemleri serbest el tekniğinde her zaman istenilen ölçüde sağlanamayan implant paralelliği, implant açısı, doğru pozisyonda ve konumda implant yerleştirebilme gibi sorunları ortadan kaldırabilmektedir. Ayrıca dinamik navigasyonla implant cerrahisi çoğunlukla flep kaldırmadan gerçekleştirilmektedir. Bu da hasta için operasyon sonrasında oldukça konfor sağlayan bir durumdur. Periost devamlılığı bozulmadığı için operasyon sonrası ödem, ağrı minimal olacaktır. Bu iyileşme süresini azaltacak hastalarında implant cerrahisine olan korkularını azaltacaktır. Ayrıca flep kaldırılmaması enfeksiyon riskini de azaltarak implant başarısını arttırmaktadır. Flep kaldırılmadığı için cerrahi sırasında kanama minimal düzeyde olacak bu da cerrahin görüş alanını artıracak cerrahiyi kolaylaştıracaktır.

Kuşkusuz bilgisayar teknolojindeki gelişmeler dinamik navigasyon sistemlerinin doğruluk ve pratik uygulanabilirliğini arttıracaktır. Bu doğru yapılmış implant planlamalarının hastalara daha kolay ve daha yüksek doğrulukta aktarılabilmesini sağlayacaktır. Ayrıca dinamik navigasyon sistemi gibi rehberli cerrahiler hekim hatalarını ve cerrahi komplikasyonları oldukça azaltmaktadır. Dinamik navigasyon sistemleri bu konuda gelecek vadede başarılı bir teknoloji olarak görülmektedir.

7. ÖZGEÇMİŞ

GÜNEŞ KENAN ÜSTEK

ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ

E-Posta Adresi : guneskenanustek@gmail.com
Telefon (İş) : -
Telefon (Cep) : 05414285781
Adres : adnan menderes üniversitesi dişhekimliği fakültesi
hastane caddesi eski tıp fakültesi yerleşkesi

Öğrenim Bilgisi

Lisans
2008
26/Ağustos/2013

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ/DİŞ HEKİMLİĞİ PR.

Görevler

ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ
2015

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ/DİŞ HEKİMLİĞİ
FAKÜLTESİ/KLİNİK BİLİMLER BÖLÜMÜ/AGIZ, DİŞ VE ÇENE HASTALIKLARI
CERRAHİSİ ANABİLİM DALI)

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler :

1. ŞİMŞEK HASAN ONUR,ÜSTEK GÜNEŞ KENAN (2017). Dynamic Navigation System for Dental Implant Surgery – A Case Report of Fully Edentulous Patient and Review of the Literature.. Açbid 2017 11th International Congress (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3804647)
2. ÜSTEK GÜNEŞ KENAN,GÜRSOYTRAK BURCU,DEMETOĞLU UMUT,KOCATÜRK ÖZLEM (2017). Bisphosphonate osteonecrosis of the jaw. ACBID 2017 11th International Congress (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3958711)
3. ÜSTEK GÜNEŞ KENAN,ŞİMŞEK HASAN ONUR (2017). Impacted Supernumerary Teeth Extraction: 2 Case Reports– Bilateral Three Upper Third Molars and Many Premolars.. Açbid 2017 11th International Congress (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3804645)
4. ŞİMŞEK HASAN ONUR,ÜSTEK GÜNEŞ KENAN (2017). Huge Residual Cyst Marsupialization: A Case Report in Mandibular Corpus, Angulus and Ramus Region. Açbid 2017 11th International Congress (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3804649)

Sertifika

1. DİNAMİK VE STATİK GÜLÜŞ TASARIMINDA VE PERİORAL ESTETİKTE MİNİMAL İNVAZİV UYGULAMALAR, KURS KATILIM BELGESİ, AMARA SEALİGHT ELİTE HOTEL, Sertifika, 22.11.2019 - 24.11.2019 (Uluslararası)
2. 2nd international meandros dental congress, katılım belgesi, amara sealight elite hotel, Sertifika, 22.11.2019 - 24.11.2019 (Uluslararası)
3. ACBİD ASİSTAN OKULU, ACBİD 4. ASİSTAN OKULU, ANKARA, Sertifika, 02.11.2019 -03.11.2019 (Uluslararası)
4. NTA İMPLANT SİSTEMLERİ, HER ENDİKASYONA UYGUN BİR SEÇENEK, KATILIM BELGESİ, İZMİR, Sertifika, 06.09.2019 -06.09.2019 (Uluslararası)
5. TAOMS 2017 24th International Scientific Congress, Certificate of Attendance, Bodrum, Sertifika, 23.05.2017 - 27.05.2017 (Uluslararası)
6. Dynamic Navigation Society Certifies The Practice of High Standard İmplant Care With Navident for Dynamic Guided Implantology, Certificate of Training, Adnan Menderes Üniversitesi, Sertifika, 03.03.2017 -03.03.2017 (Uluslararası)
7. GREATIST 2015 ULUSLARARASI DIŞ HEKİMLİĞİ KONGRESİ, KATILIM BELGESİ, GRAND CEVAHİR KONGRE MERKEZİ, Sertifika, 29.10.2015 -31.10.2015 (Uluslararası)
8. FDI 101.th ANNUAL WORLD DENTAL CONGRESS, CERTIFICATE OF ATTENDANCE, Hilton Istanbul Convention and Exhibition Center, Sertifika, 28.08.2013 -31.08.2013 (Uluslararası)
9. BİOHORIZONS DENTAL İMPLANTOLOJİ SEMİNERİ, BioHorizons Dental İmplantoloji Semineri Katılım Belgesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sertifika, 28.11.2012 -28.11.2012 (Uluslararası)
10. TDB 19.th Internation Dental Congress, NEOSS İMPLANT KURSU, Congresium Ankara, Sertifika, 31.05.2012 -02.06.2012 (Uluslararası)
11. TDB 19.th International Dental Congress, İmplant Kursu Katılım Belgesi, Congresium Ankara, Sertifika, 31.05.2012 -02.06.2012 (Uluslararası)
12. TDB 19.th Internatşon Dental Congress, CERTIFICATE OF ATTENDANCE, Congresium Ankara, Sertifika, 31.05.2012 -02.06.2012 (Uluslararası)
13. TDB 19. th International Dental Congress, Temel İmplantoloji Kursu Katılım Belgesi, Congresium Ankara, Sertifika, 31.05.2012 -02.06.2012 (Uluslararası)
14. TDB 19. th Internation Dental Congress, Sinus Lifting Kursu Katılım Belgesi, Congresium Ankara, Sertifika, 31.05.2012 -02.06.2012 (Uluslararası)

KAYNAKLAR

1. Agliardi, E., et al., *Immediate rehabilitation of the edentulous jaws with full fixed prostheses supported by four implants: interim results of a single cohort prospective study*. Clinical oral implants research, 2010. **21**(5): p. 459-465.
2. Aparicio, C., P. Perales, and B. Rangert, *Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and periotest study*. Clinical implant dentistry and related research, 2001. **3**(1): p. 39-49.
3. Palacci, P. and I. Ericsson, *Esthetic implant dentistry: soft and hard tissue management*. 2001: Quintessence Chicago, IL.
4. Bancroft, J.D. and M. Gamble, *Theory and practice of histological techniques*. 2008: Elsevier health sciences.
5. Zarb, G.A. and T. Albrektsson, *Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry*. 1985: Quintessence Pub Co.
6. Misch, C.E., *Available bone and implant dentistry*. Dental implant prosthetics. Ed. Misch, CE, Perel ML 1th ed. Elsevier Mosby. St Louis, 2005. **107**.
7. Knezović-Zlatarić, D., A. Čelebić, and B. Lazić, *Resorptive changes of maxillary and mandibular bone structures in removable denture wearers*. Acta Stomatologica Croatica, 2002. **36**(2): p. 261-265.
8. Geramy, A., *Alveolar bone resorption and the center of resistance modification (3-D analysis by means of the finite element method)*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2000. **117**(4): p. 399-405.
9. Woodbury, S., T. Hennig, and R. Fonseca, *Reconstruction of the edentulous maxilla*. Oral and Maxillofacial Surgery—Reconstructive and Implant Surgery, 2000. **7**: p. 59-70.
10. Cawood, J., P. Stoelinga, and T. Blackburn, *The evolution of preimplant surgery from preprosthetic surgery*. International journal of oral and maxillofacial surgery, 2007. **36**(5): p. 377-385.
11. Sutton, D., et al., *Changes in facial form relative to progressive atrophy of the edentulous jaws*. International journal of oral and maxillofacial surgery, 2004. **33**(7): p. 676-682.
12. Hobo, S., E. Ichida, and L. Garcia, *Osseointegration and occlusal rehabilitation*, Quintessence Publ. Co., Tokyo, 1989.
13. López, C.S., et al., *Impact of fixed implant supported prostheses in edentulous patients: protocol for a systematic review*. BMJ open, 2016. **6**(2): p. e009288.
14. Patzelt, S.B., et al., *The all-on-four treatment concept: a systematic review*. Clinical implant dentistry and related research, 2014. **16**(6): p. 836-855.
15. Drago, C., *Ratios of cantilever lengths and anterior-posterior spreads of definitive hybrid full-arch, screw-retained prostheses: results of a clinical study*. Journal of Prosthodontics, 2018. **27**(5): p. 402-408.

16. Maló, P., B. Rangert, and M. Nobre, "*All-on-Four*" immediate-function concept with Brånemark System® implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clinical implant dentistry and related research*, 2003. **5**: p. 2-9.
17. Malo, P., M. de Araujo Nobre, and A. Lopes, *The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months*. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2007. **97**(6): p. S26-S34.
18. Block, M.S. and R.W. Emery, *Static or dynamic navigation for implant placement—choosing the method of guidance*. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2016. **74**(2): p. 269-277.
19. Scherer, U., et al., *Template-guided vs. non-guided drilling in site preparation of dental implants*. *Clinical oral investigations*, 2015. **19**(6): p. 1339-1346.
20. Leksell, L. and B. Jernberg, *Stereotaxis and tomography a technical note*. *Acta neurochirurgica*, 1980. **52**(1-2): p. 1-7.
21. Goerss, S., et al., *A computed tomographic stereotactic adaptation system*. *Neurosurgery*, 1982. **10**(3): p. 375-379.
22. Kelly, P.J., G.J. Alker Jr, and S. Goerss, *Computer-assisted stereotactic laser microsurgery for the treatment of intracranial neoplasms*. *Neurosurgery*, 1982. **10**(3): p. 324-331.
23. Apuzzo, M.L. and J.K. Sabshin, *Computed tomographic guidance stereotaxis in the management of intracranial mass lesions*. *Neurosurgery*, 1983. **12**(3): p. 277-285.
24. Spiegel, E.A., et al., *Stereotaxic apparatus for operations on the human brain*. *Science*, 1947. **106**(2754): p. 349-350.
25. Smith, C.L., *Cytoskeletal movements and substrate interactions during initiation of neurite outgrowth by sympathetic neurons in vitro*. *Journal of Neuroscience*, 1994. **14**(1): p. 384-398.
26. Schramm, A., N.-C. Gellrich, and R. Schmelzeisen, *Navigational surgery of the facial skeleton*. 2007: Springer Science & Business Media.
27. Brown, R.A., *A stereotactic head frame for use with CT body scanners*. *Investigative radiology*, 1979. **14**(4): p. 300-304.
28. Walsh, P., et al., *Stereotactic aspiration of deep cerebral abscesses after CT-directed labeling*. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, 1980. **43**(3-5): p. 205-209.
29. Solomon, W., *The viewing wand--its introduction and uses*. *The British journal of theatre nursing: NATNews: the official journal of the National Association of Theatre Nurses*, 1996. **6**(4): p. 11-14.
30. Dyer, P., et al., *The ISG viewing wand: an application to atlanto-axial cervical surgery using the Le Fort I maxillary osteotomy*. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 1995. **33**(6): p. 370-374.

31. Sipos, E.P., et al., *In vivo accuracy testing and clinical experience with the ISG Viewing Wand*. Neurosurgery, 1996. **39**(1): p. 194-204.
32. Schlenzka, D., T. Laine, and T. Lund, *Computer-assisted spine surgery*. European Spine Journal, 2000. **9**(1): p. S057-S064.
33. Gunkel, A.R., W. Freysinger, and W.F. Thumfart, *Experience with various 3-dimensional navigation systems in head and neck surgery*. Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery, 2000. **126**(3): p. 390-395.
34. Dario, P., et al., *A novel mechatronic tool for computer-assisted arthroscopy*. IEEE transactions on information technology in biomedicine, 2000. **4**(1): p. 15-29.
35. Carpenter, S. *Image-guided sinus surgery: navigation without road maps*. in *Seminars in perioperative nursing*. 2000.
36. D'haese, J., et al., *Current state of the art of computer-guided implant surgery*. Periodontology 2000, 2017. **73**(1): p. 121-133.
37. Loubele, M., et al., *Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications*. European journal of radiology, 2009. **71**(3): p. 461-468.
38. Birkfellner, W., et al., *In-vitro assessment of a registration protocol for image guided implant dentistry*. Clinical oral implants research, 2001. **12**(1): p. 69-78.
39. Wittwer, G., et al., *Prospective randomized clinical comparison of 2 dental implant navigation systems*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2007. **22**(5).
40. Jokstad, A., *Computer-assisted technologies used in oral rehabilitation and the clinical documentation of alleged advantages—a systematic review*. Journal of oral rehabilitation, 2017. **44**(4): p. 261-290.
41. Jokstad, A., et al., *Investigational Clinical Trial of a Prototype Optoelectronic Computer-Aided Navigation Device for Dental Implant Surgery*. 2018.
42. Bouchard, C., et al., *Osteomark: a surgical navigation system for oral and maxillofacial surgery*. International journal of oral and maxillofacial surgery, 2012. **41**(2): p. 265-270.
43. Strong, E.B., et al., *Comparison of 3 optical navigation systems for computer-aided maxillofacial surgery*. Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery, 2008. **134**(10): p. 1080-1084.
44. Casap, N., A. Wexler, and R. Eliashar, *Computerized navigation for surgery of the lower jaw: comparison of 2 navigation systems*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2008. **66**(7): p. 1467-1475.
45. Poeschl, P.W., et al., *Comparison of cone-beam and conventional multislice computed tomography for image-guided dental implant planning*. Clinical oral investigations, 2013. **17**(1): p. 317-324.

46. Ewers, R., et al., *Basic research and 12 years of clinical experience in computer-assisted navigation technology: a review*. International journal of oral and maxillofacial surgery, 2005. **34**(1): p. 1-8.
47. Wanschitz, F., et al., *Evaluation of accuracy of computer-aided intraoperative positioning of endosseous oral implants in the edentulous mandible*. Clinical Oral Implants Research, 2002. **13**(1): p. 59-64.
48. Lueth, T.C., et al. *RoboDent and the change of needs in computer aided dental implantology during the past ten years*. in *Robotics and Automation (ICRA), 2011 IEEE International Conference on*. 2011. IEEE.
49. Casap, N., A. Laviv, and A. Wexler, *Computerized navigation for immediate loading of dental implants with a prefabricated metal frame: a feasibility study*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2011. **69**(2): p. 512-519.
50. Sießegger, M., et al., *Use of an image-guided navigation system in dental implant surgery in anatomically complex operation sites*. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2001. **29**(5): p. 276-281.
51. Newman, M.G., et al., *Carranza's clinical periodontology*. 2011: Elsevier health sciences.
52. Vercruyssen, M., et al., *A randomized clinical trial comparing guided implant surgery (bone-or mucosa-supported) with mental navigation or the use of a pilot-drill template*. Journal of clinical periodontology, 2014. **41**(7): p. 717-723.
53. Miyashiro, M., et al., *Validation of an experimental polyurethane model for biomechanical studies on implant supported prosthesis-tension tests*. Journal of Applied Oral Science, 2011. **19**(3): p. 244-248.
54. Babbush, C.A., G.T. Kutsko, and J. Brokloff, *The all-on-four immediate function treatment concept with NobelActive implants: a retrospective study*. Journal of Oral Implantology, 2011. **37**(4): p. 431-445.
55. Heydecke, G., et al., *What is the optimal number of implants for fixed reconstructions: a systematic review*. Clinical oral implants research, 2012. **23**: p. 217-228.
56. Browaeys, H., et al., *Ongoing crestal bone loss around implants subjected to computer-guided flapless surgery and immediate loading using the All-on-4® concept*. Clinical implant dentistry and related research, 2015. **17**(5): p. 831-843.
57. Krekmanov, L., et al., *Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2000. **15**(3).
58. Del Fabbro, M., et al., *Tilted implants for the rehabilitation of edentulous jaws: a systematic review*. Clinical implant dentistry and related research, 2012. **14**(4): p. 612-621.
59. Calandriello, R. and M. Tomatis, *Simplified treatment of the atrophic posterior maxilla via immediate/early function and tilted implants: a prospective 1-year clinical study*. Clinical implant dentistry and related research, 2005. **7**: p. s1-s12.

60. Maló, P., B. Rangert, and M. Nobre, *All-on-4 immediate-function concept with Brånemark System® implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study*. Clinical implant dentistry and related research, 2005. **7**: p. s88-s94.
61. Weinstein, R., et al., *Immediate rehabilitation of the extremely atrophic mandible with fixed full-prosthesis supported by four implants*. Clinical implant dentistry and related research, 2012. **14**(3): p. 434-441.
62. Taruna, M., et al., *Prosthodontic perspective to all-on-4® concept for dental implants*. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 2014. **8**(10): p. ZE16.
63. Gher, M.E. and A. Richardson, *The accuracy of dental radiographic techniques used for evaluation of implant fixture placement*. International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, 1995. **15**(3).
64. Jacobs, R., et al., *Predictability of a three-dimensional planning system for oral implant surgery*. Dentomaxillofacial Radiology, 1999. **28**(2): p. 105-111.
65. Bassi, F., et al., *Bone density in human dentate and edentulous mandibles using computed tomography*. Clinical oral implants research, 1999. **10**(5): p. 356-361.
66. Sonick, M., *A comparison of the accuracy of periapical, panoramic, and computerized tomographic radiographs in locating the mandibular canal*. Int. J. Oral Maxillofac. Implants, 1994. **9**: p. 455-460.
67. Diederichs, C.G., et al., *Must radiation dose for CT of the maxilla and mandible be higher than that for conventional panoramic radiography?* American journal of neuroradiology, 1996. **17**(9): p. 1758-1760.
68. Wagner, A., et al., *Computer-aided placement of endosseous oral implants in patients after ablative tumour surgery: assessment of accuracy*. Clinical oral implants research, 2003. **14**(3): p. 340-348.
69. Birkfellner, W., et al., *A modular software system for computer-aided surgery and its first application in oral implantology*. IEEE Transactions on medical imaging, 2000. **19**(6): p. 616-620.
70. Kramer, F.J., et al., *Navigated vs. conventional implant insertion for maxillary single tooth replacement: A comparative in vitro study*. Clinical oral implants research, 2005. **16**(1): p. 60-68.
71. Soboleva, U., et al., *Chewing movements in TMD patients and a control group before and after use of a stabilization splint*. International Journal of Prosthodontics, 1998. **11**(2).
72. Somogyi-Ganss, E., H.I. Holmes, and A. Jokstad, *Accuracy of a novel prototype dynamic computer-assisted surgery system*. Clinical oral implants research, 2015. **26**(8): p. 882-890.
73. Brief, J., et al., *Accuracy of image-guided implantology*. Clinical Oral Implants Research, 2005. **16**(4): p. 495-501.

74. Emery, R.W., et al., *Accuracy of dynamic navigation for dental implant placement—model-based evaluation*. Journal of Oral Implantology, 2016. **42**(5): p. 399-405.
75. Hoffmann, J., et al., *Accuracy of navigation-guided socket drilling before implant installation compared to the conventional free-hand method in a synthetic edentulous lower jaw model*. Clinical oral implants research, 2005. **16**(5): p. 609-614.
76. Stefanelli, L.V., et al., *Accuracy of a Dynamic Dental Implant Navigation System in a Private Practice*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2019. **34**(1).
77. Farley, N.E., et al., *Split-mouth comparison of the accuracy of computer-generated and conventional surgical guides*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2013. **28**(2).
78. Sarment, D.P., P. Sukovic, and N. Clinthorne, *Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2003. **18**(4).
79. Mediavilla Guzmán, A., et al., *Accuracy of Computer-Aided Dynamic Navigation Compared to Computer-Aided Static Navigation for Dental Implant Placement: An In Vitro Study*. Journal of Clinical Medicine, 2019. **8**(12): p. 2123.