

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ, DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DİNAMİK NAVİGASYON SİSTEMİ İLE DENTAL İMPLANT
UYGULAMASINDA KLİNİSYENLERİN ÖĞRENME
EĞRİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ
Şenol ASLAN

DANIŞMAN
Doktor Öğretim Üyesi Umut DEMETOĞLU

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 19005 Proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2020

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimi tez çalışmamda ilgi, yardım ve hoşgörüsünü esirgemeyen danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Umut DEMETOĞLU'na çok teşekkür ederim. Ayrıca bana her konuda yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı öğretim üyeleri Doç.Dr. Özlem KOCATÜRK, Dr. Öğretim Üyesi Hasan Onur ŞİMŞEK ve Dr. Öğretim Üyesi Burcu GÜRSOYTRAK, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Dalı öğretim üyesi Dr. Öğretim Üyesi Gökhan ÖZKAN'a, çalışma arkadaşlarıma ve tüm personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince gösterdiği sabır, özveri ve destekleri için aileme ayrıca teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
RESİMLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Dental İmplant Planlamasında Görüntüleme.....	3
2.1.1. Periapikal Radyografi.....	3
2.1.2. Panoramik Radyografi.....	4
2.1.3. Bilgisayarlı Tomografi	4
2.1.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	5
2.2. Bilgisayar Destekli Cerrahi	6
2.2.1. Statik Bilgisayar Destekli Cerrahi (Statik Navigasyon, CAD/CAM Cerrahi Kılavuzlar, Stereolitografik Cerrahi Kılavuzlar, SLA Kılavuzlar)	6
2.2.1.1. Geleneksel cerrahi rehberler:.....	6
2.2.1.2. CAD/CAM cerrahi kılavuzlar (stereolitografik cerrahi kılavuzlar, SLA kılavuzlar):	7
2.2.1.3. Bilgisayar destekli statik sistemin avantajları	14
2.2.1.4. Bilgisayar destekli statik sistemin dezavantajları.....	14
2.2.2. Dinamik Bilgisayar Destekli Cerrahi (Dinamik Navigasyon Sistemi, Optik Pozisyonlandırma Sistemi)	14
2.2.2.1. Dinamik navigasyon sistemlerinin tarihçesi.....	15
2.2.2.2. Dinamik navigasyon sistemlerinin avantajları	17
2.2.2.3. Dinamik navigasyon sistemlerinin dezavantajları.....	17
2.2.2.4. Dinamik navigasyon sistemleri	18

2.2.2.5. Dinamik navigasyon sistemleri çalışma basamakları	20
2.3. Öğrenme Eğrisi.....	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. Gereç.....	24
3.1.1. Navident	24
3.1.2. Navident Sistemi Doğrulama Programı (Evalunav).....	25
3.1.3. Poliüretan Çene Modelleri.....	26
3.2. Yöntem	27
3.2.1. Örneklem Sayısının Belirlenmesi.....	27
3.2.2. Hekimlerin Belirlenmesi	27
3.2.3. Modellerin Hazırlanması	28
3.2.4. İmplant Yapılacak Bölgelerin Belirlenmesi	28
3.2.5. Stent Hazırlanması.....	29
3.2.6. Dental Volumetrik Tomografi Çekilmesi.....	29
3.2.7. Planlama	30
3.2.8. İmplant Uygulaması	30
3.2.9. İmplantların Değerlendirilmesi.....	31
3.2.10. Başarı Değerlendirme Kriterleri	32
3.2.11. Değerlendirme Grupları.....	33
3.2.12. İstatistiksel İnceleme	33
4. BULGULAR	35
5. TARTIŞMA.....	56
6. SONUÇLAR.....	67
KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	76

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BT	: Bilgisayarlı Tomografi
2B	: İki boyutlu
3B	: Üç boyutlu
CAD/CAM	: Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim
DICOM	: Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
S.S	: Standart Sapma



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Öğrenme eğrisi grafiği	22
Şekil 2. Deneme tekrarlarına bağlı 1. hekim süre analizi.....	51
Şekil 3. Deneme tekrarlarına bağlı 2. hekim süre analizi.....	52
Şekil 4. Deneme tekrarlarına bağlı 3. hekim süre analizi.....	53
Şekil 5. Deneme tekrarlarına bağlı 4. hekim süre analizi.....	53
Şekil 6. Deneme tekrarlarına bağlı 5. hekim süre analizi.....	54
Şekil 7. Deneme tekrarlarına bağlı 6. hekim süre analizi.....	55



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Geleneksel cerrahi rehber	7
Resim 2. Tarama protezi	9
Resim 3. Frez yönlendirici kılavuzlar	10
Resim 4. Anguldruva yönlendirici kılavuzlar	11
Resim 5. Mukoza destekli cerrahi rehberler	12
Resim 6. Kemik destekli cerrahi rehber	13
Resim 7. Diş destekli cerrahi rehber	13
Resim 8. EPED firmasının ürünü: IRIS DENTAL NAVIGASYON	19
Resim 9. DDI grup firmasının dental implant navigasyon ürünü: MONA-DENT	20
Resim 10. Navident sistem parçaları	25
Resim 11. Poliüretan alt çene modeli	27
Resim 12. Termoplastik stent ve BT işaretleyici	29
Resim 13. İmplant uygulaması	31
Resim 14. İmplant uygulaması anında ekran görüntüsü	31
Resim 15. Doğrulama programı ile implant değerlendirilmesi	32
Resim 16. Pilot frez ve ikinci osteotomi frezi	36

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Navigasyon sistemi üreten firmaların bilgileri	18
Tablo 2. Tüm verilerin ortalama değerleri (hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	35
Tablo 3. Deneme tekrarlarında kret sapma başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	35
Tablo 4. Hekim deneyimi ve kret sapma ilişkisinin başarı değerlendirme	36
Tablo 5. Çeneler ve kret sapması arasındaki ilişkinin başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	36
Tablo 6. İmplant uygulanan bölge ve kret sapması arasındaki ilişkinin başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	37
Tablo 7. Kret sapma ölçümlerinin implant bölgelerine, deneme tekrarlarına, farklı çenelere ve hekim gruplarına analiz sonuçları	38
Tablo 8. Deneme Tekrarlarında apikal sapma (vertikal) başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	39
Tablo 9. Hekim deneyimi ve apikal sapma (vertikal) ilişkisinin başarı değerlendirme	39
Tablo 10. Çeneler ve apikal sapma (vertikal) arasındaki ilişkinin başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	40
Tablo 11. İmplant uygulanan bölge ve apikal sapma (vertikal) arasındaki ilişkinin başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	40
Tablo 12. Apikal sapma (vertikal) ölçümlerinin implant bölgelerine, deneme tekrarlarına, farklı çenelere ve hekim gruplarına analiz sonuçları	42
Tablo 13. Deneme Tekrarlarında açısall sapma başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	43
Tablo 14. Hekim deneyimi ve açısall sapma ilişkisinin başarı değerlendirme	43
Tablo 15. Çeneler ve açısall sapma arasındaki ilişkinin başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	44
Tablo 16. İmplant uygulanan bölge ve açısall sapma arasındaki ilişkinin başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)	45
Tablo 17. Açısall sapma ölçümlerinin implant bölgelerine, deneme tekrarlarına, farklı çenelere ve hekim gruplarına analiz sonuçları	46

Tablo 18. Apikal sapma (3B) ölçümlerinin implant bölgelerine, deneme tekrarlarına, farklı çenelere ve hekim gruplarına analiz sonuçları	48
Tablo 19. Süre (dk.) ölçümlerinin analiz sonuçları.....	50
Tablo 20. Deneyimli hekim sınıfında deneme tekrarlarına bağlı süre analizleri.....	52
Tablo 21. Orta deneyimli hekim sınıfında deneme tekrarına bağlı süre analizleri.....	54
Tablo 22. Deneyimsiz hekim sınıfında deneme tekrarlarına bağlı süre analizleri.....	55



ÖZET

DİNAMİK NAVİGASYON SİSTEMİ İLE DENTAL İMPLANT UYGULAMASINDA KLİNİSYENLERİN ÖĞRENME EĞRİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Aslan Ş. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi, Uzmanlık Tezi, Aydın, 2020

Dinamik navigasyon sistemleri implant cerrahisi sırasında implantın tomografi kesitleri üzerinde pozisyonunun aynı anda izlenebildiği ve cerraha ameliyat anında implantın pozisyonunu değiştirebilme imkanı sağlayan sistemlerdir. Bu çalışmada ağız diş ve çene cerrahisinde araştırma görevlisi olan ve farklı cerrahi deneyime sahip hekimlerin dinamik navigasyon sistemini öğrenme süreçlerini model uygulamasında değerlendirme amaçlanmıştır. Çalışmaya 6 hekim dâhil edildi. Her hekim tarafından 3 alt çene ve 3 üst çene olmak üzere toplam 6 poliüretan modele 48 implant uygulaması yapıldı. Çalışmada Navident sistemi kullanıldı. Yapılan her implantın uygulama ve yerleştirme süresi kaydedildi. Planlanan ve uygulanan implantlar arasındaki kret sapma, apikal sapma (vertikal), apikal sapma üç boyutlu 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.) paket programı kullanılarak yapıldı. Çalışmada nümerik veriler ortalama, standart sapma ile kategorik veriler ise frekans ve oran değerleri kullanılarak özetlenmiştir. Uygulama sayısı arttıkça tüm hekim gruplarında işlem süresi azalmaktadır. Kret sapma, apikal sapma (2B), apikal sapma (3B), ve açısal sapma oranlarında uygulama sayısı arttıkça iyileşme olduğu görülmektedir. Yapılan 288 implant uygulamasında süre ortalama değeri $9,54 \pm 4,39$, kret sapma değeri $1,09 \pm 0,68$, apikal sapma (2D) $0,84 \pm 0,82$, apikal sapma (3D) $1,46 \pm 0,89$ ve açısal sapma değeri $2,82 \pm 1,88$ olarak bulunmuştur. Hekim deneyimi ayrımı olmadan yapılan ilk 96 implantta süre ortalaması $14,25 \pm 3,24$ dk. Kret sapması $1,52 \pm 0,78$ mm, apikal sapma (3B) $1,86 \pm 1,00$ mm, apikal sapma (vertikal) $0,98 \pm 0,92$ mm ve açısal sapma $4,03 \pm 2,13^\circ$ dir. Sonraki 96 implant uygulamasında süre ortalaması $8,89 \pm 2,42$ dk. Kret sapması $0,98 \pm 0,54$ mm, apikal sapma (3D) $1,39 \pm 0,80$ mm, apikal sapma (vertikal) $0,84 \pm 0,80$ mm ve açısal sapma $2,64 \pm 1,45$ dir. Son 96 implant uygulamasında süre ortalaması $5,46 \pm 1,46$ dk. Kret

sapması $0,77\pm0,47\text{mm}$, apikal sapma (3D) $1,15\pm0,69\text{mm}$, apikal sapma (vertikal) $0,71\pm0,72\text{mm}$ ve açısall $1,81\pm1,22$ dir. Dinamik navigasyon sistemleri karmaşık bir sistem olarak görünmesine rağmen kolay öğrenilebilir sistemlerdir. Bu sistemleri klinik olarak uygulamak süre olarak her ne kadar dezavantaj gibi görünse de implant pozisyonlandırmasına bağlı birçok komplikasyonu engelleyebilir.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Navigasyon Sistemi, Dental İmplant, Öğrenme Eğrisi.



ABSTRACT

EVALUATION OF CLINICIANS' LEARNING CURVE IN DENTAL IMPLANT APPLICATION WITH DYNAMIC NAVIGATION SYSTEM

**Aslan S. Aydin Adnan Menderes University Faculty of Dentistry Oral and
Maxillofacial Surgery Thesis, Aydin, 2020**

Dynamic navigation systems are systems that allow the surgeon to change the position of the implant at the time of surgery, where the position of the implant can be monitored simultaneously on the tomography sections during implant surgery. In this study, it was aimed to evaluate the learning processes of the dynamic navigation system of physicians who are research assistants in oral and maxillofacial surgery in the model application. Six physicians were included in the study. 48 implants were applied to 6 polyurethane models, 3 lower jaws and 3 upper jaws, by each physician. Navident system was used in the study. The application and placement time of each implant was recorded. Crest deviation, apical deviation (vertical), apical deviation between the planned and applied implants, three-dimensional and angular deviation values was evaluated with 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.) package program. In the study, numerical data are summarized using mean, standard deviation and categorical data using frequency and ratio values. As the number of applications increases, the duration of the procedure decreases in all physician groups. It is observed that the rate of application increases with crest deviation, apical deviation (2D), apical deviation (3D) and angular deviation. In 288 implant applications, the mean time of the period was 9.54 ± 4.39 , the crest deviation was 1.09 ± 0.68 , the apical deviation (2D) 0.84 ± 0.82 , the apical deviation (3D) 1.46 ± 0.89 and angular deviation value was found as 2.82 ± 1.88 . The average time of the first 96 implants without any physician discrimination was 14.25 ± 3.24 min. Crest deviation is 1.52 ± 0.78 mm, apical deviation (3D) 1.86 ± 1.00 mm, apical deviation (vertical) 0.98 ± 0.92 mm and angular deviation 4.03 ± 2.13 °. The average time for the next 96 implants is 8.89 ± 2.42 min. Crest deviation is 0.98 ± 0.54 mm, apical deviation (3D) 1.39 ± 0.80 mm, apical deviation (vertical) 0.84 ± 0.80 mm and angular deviation 2.64 ± 1.45 . The

average time in the last 96 implants is 5.46 ± 1.46 min. Crest deviation is 0.77 ± 0.47 mm, apical deviation (3D) 1.15 ± 0.69 mm, apical deviation (vertical) 0.71 ± 0.72 mm and angular 1.81 ± 1.22 . Although dynamic navigation systems seem to be a complex system, they are easy to learn systems. Clinical application of these systems may prevent many complications related to implant positioning, although it seems to be a disadvantage in terms of time.

Key words: Dynamic Navigation System, Dental Implant, Learning Curve.



1. GİRİŞ

Günümüzde dental implantlar yüksek başarı oranlarına sahip olup, hem kısmi hem de tam dişsiz hastalar için güvenilir bir tedavi seçeneği olarak kabul edilir. Ancak implant cerrahisinde birçok zorlukla karşılaşılmaktadır [1]. Bunlar arasında implantın yerini ve pozisyonunu belirlemek çok önemli ve zor aşamalardan bir tanesidir. İmplant pozisyonlandırmaya bağlı hatalar hem estetik hem fonksiyonel hatalara neden olabilmekle beraber, sinir yaralanmaları, anatomik boşluklara hasar gibi birçok komplikasyona da sebep olabilir. Doğru implant pozisyonlandırılmasının peri-implant sert ve yumuşak dokuların uzun dönem stabilitesi için de önemi oldukça yüksektir [2].

Başarılı bir implant destekli protetik tedavide en önemli nokta doğru bir planlamanın yapılmasıdır. Günümüzde, geleneksel cerrahi yöntemlerle yapılan implant tedavilerindeki başarısızlıkları azaltmak için teknolojinin sunduğu imkânlardan yararlanılıp daha başarılı tedaviler yapılabilir.

Konik-Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) gibi yeni görüntüleme teknolojilerinin gelişimi ile beraber panoramik ve intraoral periapikal radyografilerle kıyaslandığında cerrahi öncesi planlamada büyük bir ilerleme kaydedilmiştir. Ayrıca KIBT verileri kullanılarak çeşitli yazılım programları aracılığıyla dental implantları tam ideal konumuna koymak mümkün olabilmektedir [3]. Bu yöntemle yapılan planlamalarla hekim, yerleştirilecek olan implantların lokalizasyonlarını önceden görebilme ve bunu protetik uygulama ile birleştirme imkânını bulabilir.

Üç-boyutlu görüntüleme ile implant planlanan bölgede, kemik genişliği, kemik yüksekliği, kortikal kemik miktarı, trabeküler kemiğin mineralizasyon derecesi ve anatomik yapılar belirlenerek, implantların pozisyonlarını önceden planlamak mümkün olabilmektedir [4].

Üç boyutlu KIBT destekli programlar, mevcut KIBT kesitlerine göre kemik ve yumuşak doku verilerinin kaydederek, bu dokulara uygun olarak yapılan planlamanın, üretilen cerrahi stentler yardımıyla cerrahi sahaya iletilmesine olanak sağlar. Doğru radyolojik veriler kullanılarak yapılan planlama ve üretilen cerrahi rehberler sayesinde, protetik açıdan daha başarılı implant destekli restorasyonlar yapılabilir.

Bilgisayar destekli cerrahi (statik ve dinamik sistem), zamandan da tasarruf edebilen, son derece hassas, minimal invaziv bir tekniktir. Bilgisayar destekli cerrahi; gerçek zamanlı

güvenlik kontrolü sağlar, cerrahi invazivliği en aza indirir, gereksiz travmayı önler, bu sebeple kullanımı implant cerrahisi dahil tüm cerrahi branşlarda geniş çapta kabul görmüştür [5]. Bilgisayar donanım ve yazılımındaki gelişmeler ile beraber; sanal bir şematik implant kopyası, nihai protez planına dayanan bir yazılım ortamına yerleştirilebilir. Planlanan kesin protezlere göre implant pozisyonlandırılması bilgisayar destekli statik veya dinamik sistemler kullanılarak geliştirilebilir. Ancak bilgisayar destekli cerrahi, hasta, görüntü verileri ve cerrahi aletlerin hassas ve sürekli koordinasyonunu gerektirir. Bu kriterlerin karşılanabilmesi için hastanın görüntü verileri ve cerrahi aletlerin hareketlerini doğru bir şekilde takip edebilen sistem ile cerrahin deneyimi ve hasta uyumu olmalıdır [6].

Son birkaç yılda hastaya planlanan implant pozisyonlarını dijital olarak aktarmak için farklı stratejiler geliştirildi. Bugün, bazı klinisyenler rehberli implant cerrahisini tercih etmektedir. Ancak bazı klinisyenlerin, hala yararlılıkları ve özellikle doğrulukları ile ilgili şüpheleri vardır. Bilgisayar destekli cerrahi, radyografik bir şablon, tarama prosedürü, planlama ve cerrahi (cerrahi bir şablon olan veya olmayan) gibi çeşitli aşamalar içermektedir. Sonunda doğruluk; başlangıçtan implantların yerleştirilmesi aşamasına kadar hatalar gösterebilir. Hatalar her bir adımda meydana gelir ve birikebilir. Bu nedenle, her aşamanın önemini ve özellikle yanlışın derecesini anlamak çok önemlidir [7].

Dinamik navigasyon destekli implant cerrahisi çalışmalarının çoğu daha önce deneyimli cerrahlar tarafından yapılan çalışmalardır. Bu süreçteki en önemli sorun navigasyon deneyimi olmayan hekimlerin bu teknolojiyi ne derece kullanacağıdır [8].

Bu tez çalışmamızda, model üzerinde, cerrahi deneyimi olan, ancak dinamik navigasyon deneyimi olmayan hekimlerin, implantları ne derece doğru yerleştirdiğini ve bu hekimlerin öğrenme sürecini değerlendirmeyi amaçladık. Bu nedenle; çalışmamız dental implant operasyon tekniklerini geliştirmek ve daha güvenli tedavilere katkıda bulunmak amacıyla tasarlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dental İmplant Planlamasında Görüntüleme

Dental implant cerrahisinde radyografik değerlendirme en önemli aşamalardan bir tanesidir. Sert ve yumuşak dokuların klinik olarak tam incelenememesi sebebiyle, dental implantolojide ki başarılı tanı ve tedavi planlaması için radyografik değerlendirme çok önemlidir ve implantların uzun dönem başarısını doğrudan etkiler. Radyografiler; implant yerleşimi yapılacak bölgenin seçimi, anatomik yapıların değerlendirilmesi, gömülü dişlerin değerlendirilmesi, artık kök parçalarının görüntülenmesi, patolojilerin değerlendirilmesi gibi birçok noktada tanı ve tedaviye yardımcı olmaktadır [9].

Günümüzde dental implant planlamasında pek çok görüntüleme yöntemi kullanılmaktadır.

2.1.1. Periapikal Radyografi

Periapikal radyografiler genel diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. En çok tercih edildiği durumlar, dental çürükler, periodontal hastalıklar, alveolar kemik kaybı, periapikal lezyonlar ve diğer kemiği ilgilendiren lezyonlardır [9]. İmplant cerrahisinde kullanımı sınırlıdır. Tek diş implantların planlamasında kullanılabilirken, daha geniş dişsiz bölgelerde kullanımları uygun değildir. Periapikal radyografiler distorsiyon ve görüntüyü büyütme problemlerinden dolayı kemik yüksekliği ile ilgili net bilgi vermeyebilir. Bu teknikle çene kemiklerindeki anatomik detaylar, kemik kalınlığı ve bukkolingual kemik boyutu hakkında bilgi edinilemez. Periapikal radyografinin oral implantolojide de uygulanma alanı implant takibi ve kontrolüdür. İmplant planlaması ya da cerrahi sırasında periapikal radyografi kullanılacaksa, daha güvenilir sonuçlar için paralel teknik kullanımı tavsiye edilmektedir [10].

Periapikal radyografiler üç boyutlu bilgi sağlayamadığından, bazen okluzal radyografiler bukkolingual boyutları belirlemek için kullanılır. Okluzal radyografiler implant uygulamasında sınırlı kullanım alanına sahiptirler. Özellikle posterior bölgedeki kemiğin yapısı ve şeklini göstermede okluzal radyografinin yetersiz kaldığı belirtilmiştir.

2.1.2. Panoramik Radyografi

Panoramik radyografi (OPG) diş hekimliğinde çok sık kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Bu teknik ile mandibulanın tamamı ve maksiller sinüslerin bir kısmını içeren alanlar, dental dokular, periodontal dokular ve temporomandibular eklem değerlendirilebilir. Ayrıca mevcut kemiğin yükseklik ve uzunluğu, maksiller sinüsün, mandibular kanalın, mental foramenin, nazal fossanın, insiziv kanalın ve diğer önemli anatomik oluşumların alveoler krete olan uzaklığı, kemik yoğunluğu, implant boyu değerlendirilebilir [11]. İmplant planlamasında çok sık kullanılmasına rağmen tekniğin bazı eksiklikleri mevcuttur.

Panoramik radyografi görüntülerinin, Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji Akademisi (AAOMR) tarafından yayınlanan bir raporda %20-25 oranında büyütme gösterdiği bildirilmektedir [12]. Görüntülerde meydana gelebilecek distorsiyonlar çekim tekniğine ve hasta pozisyonlandırmasına oldukça bağlıdır. Ayrıca yumuşak dokuların ve hava boşluklarının gölgesi ve hayalet imajı radyografide hatalara sebep olmaktadır. Çeşitli dezavantajlarına rağmen panoramik radyografi; ulaşım kolaylığı, maksilla ve mandibulanın tek bir film üzerinde görüntülenebilmesi, kolay teknik, düşük maliyet ve düşük radyasyon dozu nedeniyle günümüzde implant tedavi planlamasında en yaygın kullanılan radyografik incelemedir [13].

2.1.3. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi (BT); ince radyografik kesitler ve bu kesitlerin görüntülerinin bilgisayarda dijital olarak elde edildiği, daha sonra aksiyal sagittal veya koronal düzlemde yeniden biçimlendirildiği bir yöntemdir [14]. BT de organ ve dokuların, kesit olmaları nedeniyle süperpozisyonları engellenmiştir. Kesit yapması, bütün organ ve dokuları ayırım yapmadan görüntüleyebilmesi yöntemin en önemli avantajıdır.

BT ilk olarak 1972'de Godfrey Hounsfield tarafından tanıtıldı. 1980 yılından sonra BT ile ilgili teknolojik gelişmeler çok hızlandı. İlk zamanlarda gereken süre yaklaşık 45 dakika iken şu anda nerdeyse 1 dakika içinde tüm veriler elde edilmektedir [15]. BT de görüntü kalitesi büyük ölçüde X ışını dedektörlerinin kalitesine, ekranın kalitesine ve radyasyon miktarına bağlıdır.

BT maksiller sinüs, mandibular kanal gibi anatomik yapıların incelendiği, kemiğin yükseklik, genişlik, yoğunluğunun belirlendiği, yumuşak ve sert doku patolojilerinin tespit

edildiği önemli bir yöntemdir. Diş hekimliğinde BT'nin; düzgün büyütme, çok düzlemli görüntüler, üç boyutlu rekonstrüksiyon, çok sayıda implant bölgesinde eşzamanlı çalışma, yumuşak doku analizi gibi birçok avantajından yararlanılabilmektedir. Sistemin yüksek radyasyon dozu, ağız içindeki metal restorasyonlardan kaynaklanan artefaktlar, yüksek maliyet ve diş hekimliği fakültelerinde cihazın genellikle bulunmaması gibi dezavantajları mevcuttur.

2.1.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT), BT ile karşılaştırıldığında avantajları nedeniyle ile diş hekimliğinde çok sık kullanılmaktadır. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi dental yapıların ve çevre dokuların üç boyutlu olarak görüntülenmesini sağlar. Maksillofasiyal yapıların, geleneksel bilgisayarlı tomografiye kıyasla daha düşük radyasyon dozu kullanılarak görüntülenmesini sağlayacak şekilde 1990'lı yılların sonunda geliştirilmeye başlanılmıştır.

BT ile karşılaştırıldığında KIBT klinik uygulamalarda daha düşük radyasyon dozu, daha az maliyet, cihaz boyutunun küçük olması ve daha az yer kaplaması, görüntülerin daha kolay elde edilebilmesi, maksillofasiyal görüntülerde çok düzlemli rekonstrüksiyon için değerlendirmeye olanak tanınması gibi birçok avantaja sahiptir. KIBT'nin; iki boyutlu görüntülemelerle kıyaslandığında daha yüksek radyasyon dozu kullanılması, yumuşak doku ayırımındaki yetersizliği, kemik yoğunluğunun standardize ölçümü için kullanılan "Hounsfield Unit" (HU) (Hounsfield Birimi) ile sınırlı korelasyon göstermesi, genellikle metal restorasyonlardan kaynaklanan artefaktlar gibi dezavantajları mevcuttur [16].

İmplant cerrahisinde KIBT ile yapılan ölçüm ve değerlendirmeler, dişsiz sahanın uzunluğu, alveolar kemiğin kalınlığı ve kret yüksekliğinin belirlenmesini sağlar [17]. Kemik kalitesi, hacmi ve buna uygun implant seçimi, implant planlanan bölgenin maksiller sinüs, nazal kavite, nazopalatin kanal, mental foramen, mandibular kanal, submandibular fossa gibi önemli anatomik yapılarla olan ilişkisinin değerlendirilmesinde kullanılır. Ayrıca alveolar kemik morfolojisini değerlendirmede, kemik içi vasküler yapıları belirlemede ve üç boyutlu planlamada büyük kolaylık sağlar.

2.2. Bilgisayar Destekli Cerrahi

Bilgisayar destekli cerrahi çenelerin 3 boyutlu KIBT görüntüsüne dayanarak implantların yerleştirilmesini yönlendirmek ve planlamak amacıyla bilgisayar teknolojisinin kullanımı anlamına gelmektedir. Bu yaklaşımın birçok faydası mevcuttur;

- Önceden planlanan protetik restorasyona uygun olarak implant pozisyonu belirlenerek restorasyon kalitesinin artırılması.
- Flepsiz cerrahi imkânı, enfeksiyon riskinin azalması ve hızlı iyileşmeye olanak sağlamak.
- Operasyon süresinin azalması.
- Anatomik yapılara hasar riskinin azalması.
- Çoğu durumda custom abutment ihtiyacını ortadan kaldırarak daha hızlı ve kolay restorasyonlar.
- Cerrahin azalmış mental ve ergonomik stresi [Arisan 2010, Bornstein 2013, Fortin 2006, Hultin 2012, Berdough 2010, Norkin 2013].

Dental implant cerrahisi için bilgisayar destekli cerrahi; statik ve dinamik olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır.

2.2.1. Statik Bilgisayar Destekli Cerrahi (Statik Navigasyon, CAD/CAM Cerrahi Kılavuzlar, Stereolitografik Cerrahi Kılavuzlar, SLA Kılavuzlar)

Literatürde bugüne kadar çeşitli tiplerde birçok cerrahi kılavuz rapor edilmiştir [18]. En yaygın kullanılan tekniklerden bazıları şu şekildedir:

2.2.1.1. Geleneksel cerrahi rehberler:

Bu rehberler akrilik malzeme ile diş teknisyenleri tarafından laboratuvarlarda üretilirler. Bu rehberler; planlanan restorasyonun konumu planlanarak, yapay dişler kullanılarak hasta ağzında yapılan prova sonucunda yerleri belirlenerek veya bitmiş protezlere açılan deliklerle elde edilebilir. Ancak operasyon anında anatomik yapılar, kemik

ve yumuşak doku yetersizlikleri, augmentasyon prosedürleri gibi nedenlerden dolayı bunlar her zaman istenilen bölgeye uygulanamayabilir.

Geleneksel cerrahi rehberler, planlanan implantların açılarını cerrahiye aktarmaktan çok, yerleştirilecek olan bölgenin tespitini mümkün kılmaktadır. Bu şekilde, implantların eksik olan dişlerin boyutlarına göre birbirlerine olan uzaklıkları ve konumları istenilen şekilde ayarlanabilmektedir [19].Periapikal veya panoramik radyografi yöntemlerinden yararlanılarak, alçı modeller üzerinden akrilik malzeme ile üretilen geleneksel cerrahi rehberler, implant cerrahisini olumsuz yönden etkileyebilecek bazı teknik kısıtlamalara sahiptir [20] (Resim 1).



Resim 1. Geleneksel cerrahi rehber

2.2.1.2. CAD/CAM cerrahi kılavuzlar (stereolitografik cerrahi kılavuzlar, SLA kılavuzlar):

Statik sistemde bilgisayarlı tomografi (BT) kullanılarak; bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli ürün (CAM) yardımıyla stentler oluşturulur ve bunlar metal tüpler ve cerrahi sistemle beraber koordineli bir şekilde kullanılır. CAD/CAM cerrahi rehberler; geleneksel cerrahi rehberlerin eksikliklerinin giderilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Planlanan protetik restorasyona uyumlu şekilde hazırlanan radyolojik kılavuzların

kullanılmasıyla implantların estetik ve fonksiyonel anlamda en uygun konumda yerleştirilmesine olanak sağlamaktadır [20].

CAD/CAM teknolojisine sahip bir cerrahi stent üretmek, sanal planlama ve implantların özel bir yazılımla yerleştirilmesi ile başlar. Klinisyen daha sonra planlanan veri dosyasını cerrahi bir stent hazırlanması için bir üreticiye aktarır.

Cerrahi stentlerin üretiminde genellikle, bir reçinenin lazer ile polimerize edilmesi ilkesine dayanan ve tıp ve diş hekimliği dâhil olmak üzere prototipleme gereken birçok yerde kullanılan “stereolitografi (SLA)” yönteminden yararlanılmaktadır. Bu, stereolitografi aparatı (SLA) olarak adlandırılan yöntem bir 3D baskı makinesinin sıvı plastiği katı cisimlere dönüştürdüğü işlemdir.

Stereolitografi; lazer ışınını kullanarak, ultraviyole (UV) ışına hassas, sıvı rezinin seçici olarak sertleşmesiyle model elde etme işlemidir. Bu sistemde; foto polimer reçine üzerinde, parçanın kesiti lazer ile taranarak reçinenin sertleştirilmesi sağlanır. Dikey ekseninde tabla bir kat kalınlığında aşağı yönde hareket eder ve lazer tekrar parçanın o kesiti doğrultusunda reçineyi sertleştirir. Bu işlem elde edilecek modelin tüm yüksekliği boyunca devam eder, bittikten sonra parça yüzeyindeki artık reçineler kimyasal yöntemler ile temizlenir ve UV fırınında sertleştirilir. Bu sistem sayesinde doğru cerrahi rehberler üretilir [21].

Bu süreç, 1986 yılında Charles Hull tarafından hızlı bir prototip oluşturma aracı olarak patentlendi. Bu yöntemle sadece cerrahi stentler üretilmemektedir. Aynı zamanda hastanın sert dokularının yüksek kalitede modellenmesi ile beraber, implant cerrahisinden önce bu dokuların detaylı bir şekilde incelenmesine olanak sağlamaktadır [22].

Stereolitografik yöntemin doğruluğu, BT tarayıcısının kalitesine, bilgisayarın yumuşak doku ve sert doku değerlerini nasıl ayırt ettiğine ve hesapladığı sürece bağlıdır. Önceki çalışmalar hızlı prototipleme modellerinin 0,6 mm aralığında boyutsal bir stabilitesi olduğunu göstermiştir.

Sistemin en büyük avantajı, karmaşık vakalarda kemik, mukoza veya diş destekli şablonlar için üç boyutlu modellerin üretilmesidir, aksi takdirde oluşturulması çok zor şablonlardır [23]. Bu sistemlerin dezavantajı, yüksek radyopaklık ve saçılmalarından dolayı diş veya metal restorasyonların mevcut olması durumunda belirgin olmayan stereolitografik tabaka ana hatlarıdır.

Günümüzde yeni teknolojik gelişmelerle beraber KIBT verilerinde yumuşak dokular ile ilgili bilgilerde sağlanabilmekte, bu sayede cerrahi stentler mukoza üzerinde de konumlandırılabilen ve hekimî yönlendirebilmektedir.

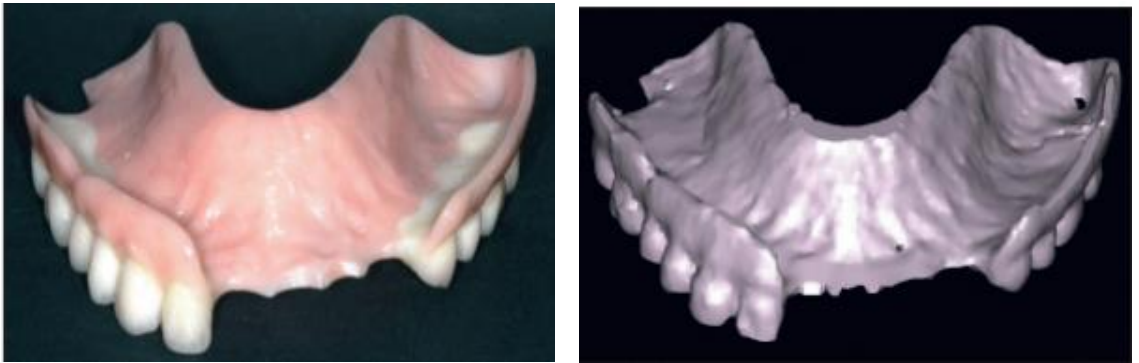
Sistemin aşamaları şu şekildedir;

- Radyografik bir şablonun imalatı.
- Bilgisayarlı tomografi tarama prosedürü.
- Yazılım programı kullanarak implant planlama.
- Stereolitografik şablonların üretimi.
- Ameliyat prosedürü [23].

Radyografik şablon klinisyenin planlanan implant konumunu restoratif bakış açısından görselleştirmesini sağlar. Gütaperka, metal pinler ve tüpler, radyopak vernikler ve kurşun folyo veya baryum sülfat reçine tozu gibi çeşitli radyopak markerlar, implant yerinin belirlenmesine yardımcı olur [24].

Bu cerrahi rehberin yapılması sırasında hasta için yapılan hareketli veya mevcut protez uyumlandırıldıktan sonra radyopak markerlarla işaretlenir. Radyopak işaretleyici kullanılarak üretilen bir radyografik şablon BT tarama prosedürü yapılırken hasta ağzında tutulur. Çift tarama yöntemi ile konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KİBT) alınır [23].

Radyografilerin artefaksız ve verilerin yüksek çözünürlüklü elde edilmesi için, bazı yazarlar çift tarama yöntemi geliştirmiştir. Bu teknikte, ilk taramada, hastanın radyografik rehber ile beraber tomografisi alınır. İkinci taramada ise sadece radyografik rehber taranır. Radyografik kılavuzun 3D modeliyle Elde edilen DICOM (Digital Imaging and Communicationin Medicine) veriler planlamanın yapılacağı yazılıma aktarılır ve 3 boyutlu olarak implantların olması gereken pozisyonları planlanır [25] (Resim 2).



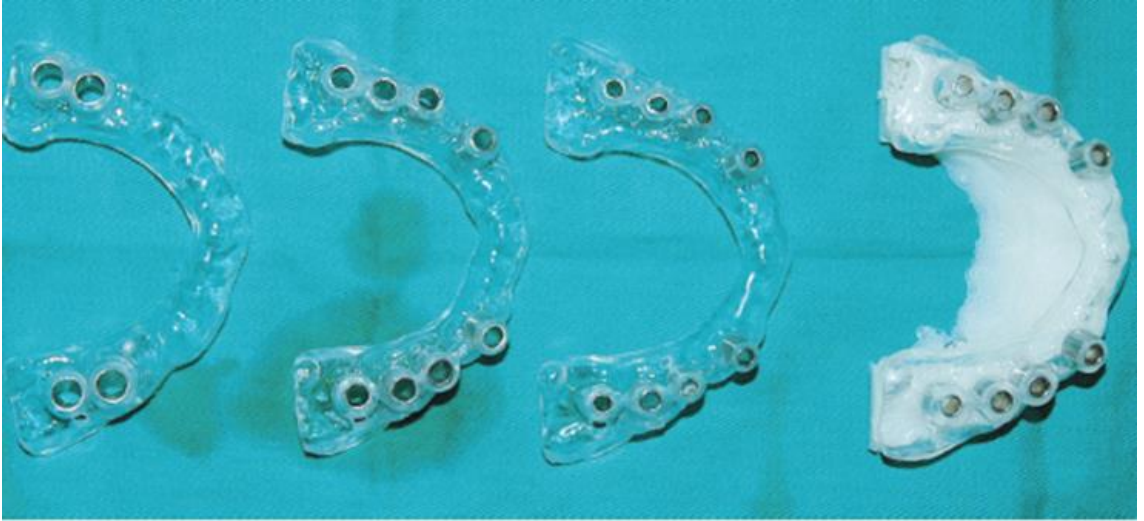
Resim 2. Tarama protezi

Bu tarz rehberler frez yönlendirici veya angulduruva yönlendirici olarak hazırlanmaktadır;

Frez yönlendirici kılavuzlar:

Frez yönlendirici kılavuzlar bukkolingual ve meziodistal düzlemlerde, osteotomide kullanılan bütün aletleri açısal ve konumsal olarak kısıtlarlar. Cerrahi kılavuz üretilirken implantın yerleşeceği bölgeler planlama aşamasında belirlenir ve ilk frezin geçeceği paslanmaz çelik tüp yerleştirilir. Bu tarz kılavuzların 2 çeşidi vardır. Birincisinde hekimin tercihinine göre her frez için farklı çapta tüpleri olan rehber kılavuzlar hazırlanır Operasyon sırasında hekim her yeni frez aşamasında rehberi değiştirir. Diğer sistemde ise tek rehber kullanılır fakat her çap frez için bir adaptör parça yardımıyla paslanmaz çelik frez kanallarının çapı değiştirilir.

Birden fazla rehber kullanımının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Hazırlanan stereolitografik plakların içerisinde bulunan paslanmaz çelik materyaline frezin temas etmesi sonucu çıkan partiküller alveolar kemiğe inoküle olabilir. Ayrıca, implant yuvası hazırlanırken yeterli irrigasyonun sağlanamamasından dolayı rehbersiz yönleme göre kemiğin daha fazla ısınmasına sebep olunabilir. Bunun yanında, total dişsiz vakalarda, kılavuzların ağız içerisinde sabitletme problemleriyle karşılaşılabilmesi için yerleştirilen implantlarda açısal sapmalar olabilir [19] (Resim 3).



Resim 3. Frez yönlendirici kılavuzlar

Anguldruva yönlendirici kılavuzlar

Cerrahi frezleri yönlendiren klasik sistemlerin aksine angulduruvayı yönlendirmekte olan bu sistem 2 parçadan oluşmaktadır. Bu parçalardan ilki hastanın çene kemiğine

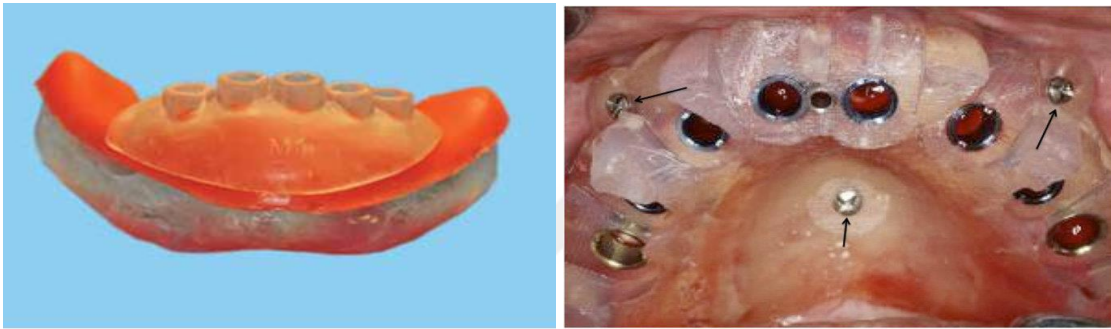
yerleştirilen cerrahi kılavuzdur. Diğer parça ise ağız içerisindeki cerrahi kılavuzda bulunan yönlendirici pinlerle uyumlu “anguldruva yönlendirici” parçadır (şekil). Bu uyum ile hem frezin kemik doku içerisindeki derinlik kontrolü hem de pinin sağladığı sabitleme ile implant açısının programda planlandığı gibi olması sağlanabilmektedir. Kullanılan bu kılavuz sistemi ile implantların yerleştirilmesindeki hassasiyet ve böylelikle paralelliğin artabileceği düşünülmektedir. Anguldruva yönlendirici kılavuzlar sayesinde, anguldruva başlığının pozisyonu sabitlenmektedir. Böylece frezlerin teması sonucu frez rehberlerinde görülen ısınma ve tüplere temas sonucu oluşan çapaklanma oluşmamaktadır (Resim 4). Aynı zamanda her bir cerrahi frez için farklı cerrahi kılavuz adaptasyonu gerekmemektedir. Ayrıca bu tüplerin uzunluğu planlanan implantın boyuna göre ayarlanmaktadır. Pinlerin tüp içerisine tam olarak yerleştirilmesi angulduruvanın maksimum ilerleyebileceği derinliğin kontrolünü sağlamaktadır. Bu tarz kılavuzlarla Anguldruvaya takılabilen her parça yönlendirilebilir. Böylelikle implantlar da kemik içerisine anguldruva yardımı ile yerleştirilebilir. Kılavuzun ağız içinde stabilitesini sağlamak için osseosentez vidaları kullanılabilir [19].



Resim 4. Anguldruva yönlendirici kılavuzlar

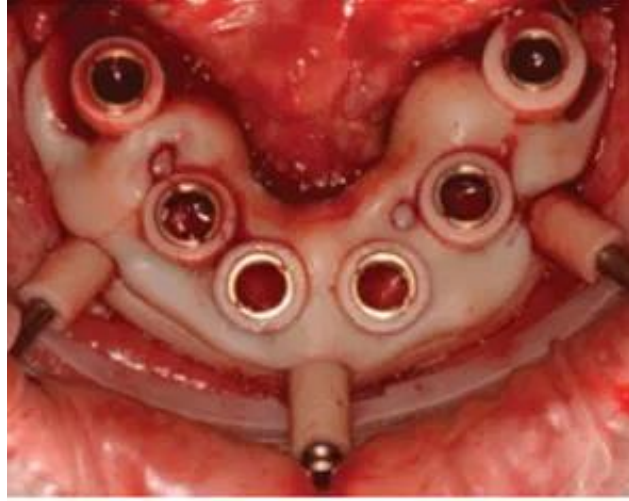
Stereolitografik cerrahi rehberler destek tipi ve pozisyonlandırmasına göre 3'e ayrılmaktadır. Bunlar;

- **Mukoza destekli cerrahi rehberler;** Mukoza destekli cerrahi rehberler tam dişsiz çenelerde mukoza üzerine yerleştirilir. Rehber plağı sabitlemek ve hareket etmesinin engellemek için stabilizasyon pinleri kullanılabilir (Şekil 5). Daha kısa ameliyat süresi ve daha az postoperatif rahatsızlık, mukoza destekli rehberlerde kemik destekli rehberlere göre en önemli avantajlardır [26] (Resim 5).



Resim 5. Mukoza destekli cerrahi rehberler

- **Kemik Destekli Cerrahi Rehberler;** Kemik destekli cerrahi rehberler daha çok rezorpsiyonun fazla olduğu ve mukozanın durumunun altındaki kemikle ilgili net bilgi vermediği tam dişsiz hastalarda kullanılır. Fabrikasyon ve intraoral uyumlama aşamaları zordur. Bu zorluklarına rağmen literatürde implant cerrahisinde doğru pozisyonlandırmaya önemli katkı sağladığını gösteren çok çalışma mevcuttur. Cerrahi işlem anında kemik yüzeyinde, rehberin uyumlamasını sağlayacak şekilde mukoperiostal flep geniş bir şekilde kaldırılır. Kemik yüzeyine oturtulur ve sabitlenir [27] (Resim 6).



Resim 6. Kemik destekli cerrahi rehber

- **Diş Destekli Cerrahi Rehberler;** Diş destekli cerrahi rehberler; var olan dişler üzerine oturarak sabitlenir. Klinik olarak uygulamaları diğer sistemlere göre daha kolaydır. Tek diş eksikliğinde bile, planlanan pozisyona tam olarak uyacak şekilde diş destekli cerrahi rehberler aracılığıyla yerleştirilen implantların gelişmiş doğruluğu ve hassasiyeti birçok klinik çalışmada değerlendirilmiştir [27, 28]. Diş destekli cerrahi rehberlerin en yaygın kullanımı, sabit restorasyonlarda tek veya çoklu implantlar içindir. Her ne kadar bu rehberlerin öngörülebilir restoratif sonuçlara yol açtığı gösterilmiş olsa da, hekimin özellikle arka implantları yerleştirirken mevcut alanı ve rehber takıldıktan sonra interokluzal mesafe ve frez uzunluğunu hesaba katması önemli bir faktördür [29] (Resim 7).



Resim 7. Diş destekli cerrahi rehber

2.2.1.3. Bilgisayar destekli statik sistemin avantajları

- Flepsiz cerrahi yapabilme imkânı ve bu nedenle postoperatif ağrının azalması, klinik sürenin ve enfeksiyon riskinin azalması.
- Anatomik yapılara zarar verme riskinin azalması.
- Final protez hakkında görüş sağlaması ve immedat yüklemeye kolaylık sağlaması [30].
- Serbest el yöntemine göre implant pozisyonlandırmasında daha az hata görülmesi.

2.2.1.4. Bilgisayar destekli statik sistemin dezavantajları

- Mukoza destekli rehberlerde; kemik augmentasyonu gereken durumlarda flepsiz cerrahi olanağının bulunmaması.
- Mukoza destekli rehberlerde; yumuşak doku augmentasyonu gereken durumlarda sadece tünel operasyonu yapılabilirliği.
- Kemik destekli rehberlerde; flep operasyonu gerektirmesi, postoperatif ağrı ve ödemin artması ve operasyon süresinin uzaması ve bu nedenlere bağlı olarak hasta memnuniyetinin azalması [31].
- Stent kullanımı sırasında, irrigasyon solüsyonunun sadece drilden cerrahi sahaya erişim imkânı olur bu nedenle; stent dışarıdan irrigasyona olanak vermez bu yüzden içten soğutmalı diriller kullanmak gerekir. Stentin irrigasyona engel olmasından dolayı ısı artması olur ve buda osteointegrasyonun olumsuz yönde etkilenmesine sebep olur [32].

2.2.2. Dinamik Bilgisayar Destekli Cerrahi (Dinamik Navigasyon Sistemi, Optik Pozisyonlandırma Sistemi)

Dental implantolojide nispeten yeni ortaya çıkan bir alan dinamik bilgisayar destekli cerrahidir. İmplant cerrahisi sırasında implantın tomografi kesitleri üzerinde pozisyonunun aynı anda izlenebildiği ve cerraha ameliyat anında implantın pozisyonunu değiştirebilme imkanı sağlayan sistemlerdir. Literatürde hem diş hekimliği hem diğer sağlık alanları için Optical tracking system, Optical position tracking system, Optical motion tracking system,

Dynamic navigation system ve Real-Time Surgical Navigation System gibi birçok isimle belirtilmektedir. Biz çalışmamızda bu isimlerden ‘Dinamik Navigasyon Sistemi’ni kullandık.

Dinamik navigasyon sistemleri implant planlamasının cerrahi sahaya doğru şekilde aktarılmasını amaçlamaktadır. Dinamik sistem, elektromekanik, cam fiber, ultrason, elektromanyetik, optik veya kombine teknikler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu sistemlerdeki henüz çözülmemiş teknik sorunlar nedeniyle, yalnızca optik kızılötesi izleme günümüzde klinik açıdan önemlidir [20]. Bu yöntemler genellikle cerrahın elindeki angulduruvaya bağlı bir sensör sistemiyle hastanın ağzına bağlı diğer bir sensör sisteminin uzayda birbirleriyle olan ilişkilerini göstererek doğru konumlandırmayı sağlamaya çalışmaktadır.

Bu sistemler dental implant operasyonlarında 3-boyutlu cerrahi operasyonu gerçekleştirmek amacıyla kullanılır. İmplant operasyonu detaylı olarak ekran üzerinde izlenebilmektedir. Böylece operasyon öncesi yapılan planlamanın minimum hata ile transferi sağlanarak operasyon gerçekleştirilir [33].

Statik sistemlerde olduğu gibi bu sistemde de KIBT verileri sistemin en önemli aşamasıdır. Hastaya bu sistemde de stent hazırlanır bu stentle beraber KIBT alınır ve KIBT verilerine uygun yazılımda çenelerin 3 boyutlu modeli hazırlanır. Sistemin sensörlerinin birbirleriyle olan kalibrasyonları sağlandıktan sonra, sistem bu iki parçanın birbirlerine göre olan hareketlerini algılayarak eş zamanlı olarak monitörde hareketleri KIBT kesitleri üzerinde takip edilmesine olanak sağlar [42].

2.2.2.1. Dinamik navigasyon sistemlerinin tarihçesi

Bilgisayarlı Tomografinin 1970’lerde ortaya çıkması ve yaygın kullanımı, tıpta tanısal görüntülemeyi belirgin şekilde artırdı. Bu gelişmelerden kısa bir süre sonra tomografi teknolojisi cerrahi görüntü rehberlik sistemlerine uygulandı. BT görüntülerini 3D olarak yeniden değerlendirme işlemlerine, 1980’lerde bilgisayar yazılımı ilerlemeleriyle başlanılmıştır [34]. 1986’da Roberts ve arkadaşları, stereo taktik cerrahi navigasyon sisteminin ilk kullanımı gerçekleştirdiler. Operasyon mikroskobu aracılığıyla nöroşirurji uygulamalarında kullanılan bu sistem, BT taraması yapmadan önce hastanın kafasına sabitlenmiş üç adet cam referans işareti koyularak kullanıldı [35].

1987 yılında Watanabe ve Reinhart birbirlerinden bağımsız olarak farklı yerlerde, çok yönlü planda mekanik ölçüm yapabilen, açılı sensörler ve video gereçleri ile donatılmış konvansiyonel film oluşturabilen bir tomografi geliştirmişlerdir. Nöronavigatör ismini verdikleri bu cihaz mekanik eklemli navigasyon sistemi olarak nöroşirurji alanına girmiştir [36].

1991 yılında Kato ve arkadaşları yaptıkları araştırmalar sonucunda stereo taktik, başlıksız, kolsuz navigasyon sistemini tanımlamışlardır [37]. 1998 de navigasyon sistemini Matula ve arkadaşları tomografi cihazına yükleyerek eş zamanlı çekim ve cerrahi yapmışlardır [38].

Navigasyon sistemi aracılığıyla uygulanan dinamik cerrahi sistemlerin temeli global pozisyonlandırma sistemine dayanmaktadır. 1980'den sonra kullanımı giderek artmış ve ticari amaçla kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzdeki en sık kullanım alanı araç takip ve navigasyon sistemleridir. Tıpta özellikle beyin cerrahisi, pediatrik cerrahi, ortopedi, kulak burun boğaz cerrahisi, plastik cerrahi gibi çoğu branşta kullanıma girmiştir [39].

Diş hekimliği alanında ilk olarak 1988 yılında Columbia Scientific Inc. (Glen Burnie, MD, ABD) tarafından, teşhiste ve planlamada kullanılabilecek, alveol kretinin 3 boyutlu aksiyal görüntülerini kesitsel görüntülere dönüştürerek tomografik görüntüleri elde edebilen cihaz tanıtıldı. 1991 yılında kesitsel görüntüler üzerinde implantların grafik olarak planlanmasına olanak sağlayan ImageMaster-101 programı tanıtıldı. 1993 yılında Columbia Scientific tarafından tanıtılan SimPlant® yazılım programının ilk versiyonunda 3 boyutlu kesitsel, aksiyal ve panoramik görüntülerde gerçek boyutlu sanal implant planlamasının yapılabileceği sistem tanıtıldı. 2002 yılında Materialize (Leuven, Belçika) firması, Columbia Scientific firmasını satın aldı ve osteotomi işleminin bir rehber aracılığıyla belirlenen yönde ve derinlikte gerçekleştirebileceği sistemler geliştirildi. Bu tarihten sonra birçok çeşitli implant firması ve yazılım şirketleri kendi cerrahi rehber sistemlerini geliştirdi [40].

Dinamik navigasyon sistemleri 2001 yılında RoboDent® (RoboDent GmbH, Berlin, Almanya) firmasının tanıtımıyla beraber diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmıştır. İmplantolojide de konik ışınli tomografi cihazlarının geleneksel tomografi cihazlarının yerine tercih edilmesi bilgisayar destekli rehber sistemlerle yapılan implant planlamasında önemli bir adım atılmıştır. Navigasyon teknolojisinin diş hekimliğinde başlangıçta çok kullanılmamasında en önemli nedenler, tomografi çekim tekniklerinin yüksek maliyeti ve uygulanan radyasyonun dozu olarak açıklanabilir. Ayrıca navigasyon sistemleri, rutin klinik uygulamalar için fazla büyük, karışık sistemlerdi. Bu nedenlerden dolayı ilk nesil dental

navigasyon sistemlerinin çoğu pek tercih edilmediği için kaybolmuştur. Teknoloji ile beraber implant navigasyon cihazları da bu gelişimden çok etkilenmiştir. Tarama, planlama ve cerrahinin tek seansta yapıldığı eş zamanlı izleme sağlayan cihazlar geliştirmiştir. Cihazın ve sistemin daha basit hale gelmesiyle birlikte cerrahlar bu sistemi daha çok tercih etmeye başlamıştır [40].

Omurilik cerrahisinde kullanılan Global pozisyonlandırma sistemi; implantoloji alanı için de kullanılabilir bir metottur. Bu amaçla tasarlanan düzenek 3 temel bileşenden oluşmaktadır. İlk bileşen; konum belirleme sinyallerinin olduğu bileşendir. İkinci bileşen; mevcut verilerin getirileceği yüzey belirleme bileşenidir. Üçüncüsü bileşen ise uygulamanın yapılacağı konumlandırma ekipmanıdır.

2.2.2.2. Dinamik navigasyon sistemlerinin avantajları

- Tarama, planlama ve ameliyat aynı günde yapılabilir
- Ameliyat esnasında planlamada değişiklikler yapılabilir.
- Herhangi bir implant sistemiyle çalışılabilir.
- Statik rehberlerin uygulanmasının zor olduğu interokluzal mesafenin azaldığı hastalarda daha kolay uygulama yapılabilir.
- Sistemin doğruluğu her aşamada kontrol edilebilir [1, 41].

2.2.2.3. Dinamik navigasyon sistemlerinin dezavantajları

- Hasta ağzında çalışmadan önce eğitim alınması ve öğrenme eğrisi sürecinin daha uzun olması.
- Mevcut çalışmaların daha çok in-vitro olması ve insan çalışmalarının henüz kısıtlı olması.
- Cerrahi esnasında oluşabilecek sistemsel hatalar [31].
- Kurulum prosedürleri zaman alabilir, yazılım işletiminin operasyon prosedürüne iyi bir şekilde entegre edilmesi ve dış monitörlerin cerrahın görüşüne iyi adapte olması gerekir [42].

2.2.2.4. Dinamik navigasyon sistemleri

Bilgisayar teknolojinin ve konik ışıklı tomografi cihazlarının gelişimiyle yeni navigasyon cihazları piyasaya sürülmüştür. Günümüzde implant cerrahisi için kullanılan dinamik navigasyon sistemleri, hastayı ve angulduruvayı aynı anda izleyen ve görüntülerini bilgisayar ekranına yansıtmak için optik teknolojiler kullanan sistemlerdir [43]. Optik sistemler pasif veya aktif izleme dizilerinden birini kullanır.

Aktif sistem dizileri stereo kamera tarafından ışık yayılır. Pasif sistemler, bir ışık kaynağından yayılan ışığın stereo kameraya geri yansıdığı izleme sistemlerini kullanır [44]. Pasif sistemlerin en önemli avantajları herhangi bir kablo veya batarya olmadan cerrahi enstrümanların izlenebilmesidir. Dezavantajları doğal ve yapay ışık kaynakları görüntüleri net izlemeye ve steril örtmeye engel olabilir.

Pasif sistemlerde, tomografi çekimi sırasında hastanın çenesine uyumlandırılmış stende bağlı “güvenilir işaretleyici” (fiducial marker) dediğimiz radyoopak referans parça gereklidir. Daha sonra bu parça operasyon sırasında izleme dizisiyle yer değiştirerek çenenin pozisyonunun kameralara kaydedilmesine izin verir. Hastaya bağlı parça ve angulduruvaya bağlı parçaların, sistemin tam anlamıyla çalışması için tamamen stereo kameraların görüş alanı içinde olması gerekir [41]. Piyasada birçok optik sistemi kullanan navigasyon cihazı tanıtılmıştır [45]. Bu cihazların hepsi birbirinden farklı teknoloji, tasarım ve parçalar kullanmaktadır. Hepsinin çalışma prensibi referans işaretlerinin stereo kamera tarafından izlenmesine dayanmaktadır, yani nesne kaydedilir ve nesnenin dinamik ilişkisi kamera tarafından takip edilir. Piyasada mevcut olan navigasyon cihazlarının çoğu görünür ışık ya da kızılötesi ışınları stereoskopik kameralarla temel alan teknolojiler uygulamaktadır.

Tablo 1. Navigasyon sistemi üreten firmaların bilgileri.

Ürün Adı	Üretici Firma	Adres
Image Guided Implantology (eski isim: DenX)	IGI: Image Navigation, USA	www.image-navigation.com
IRIS-100 Implant Real-time Imaging System	EPED Incorporated, Taiwan	www.eped.com.tw
Mona-Dent	DDI Group, Germany	www.ddi-group.de
Navident	ClaroNav, Canada	www.claronav.com
Robodent/Navipanel/NaviBase	Robodent, Germany	www.robodent.com
X-Guide Dynamic 3D Navigation	X-Nav Technologies, Israel	www.x-navtech.com
Inliant	Inliant Dental Technologies, Canada	www.inliant.com

Tüm bu ürünlerin çalışma sistemi angulduruva ve “güvenilir işaretleyici” (fiducial marker)in üzerindeki işaretleyicilerle optoelektronik kameranın izlemesine dayanır [45].



Resim 8. EPED firmasının ürünü: IRIS DENTAL NAVIGASYON



Resim 9. DDI grup firmasının dental implant navigasyon ürünü: MONA-DENT

2.2.2.5. Dinamik navigasyon sistemleri çalışma basamakları

1. Veri elde etme: Hastadan radyolojik markerlarla konik ışınli bilgisayarlı tomografi alınır. Kullanılan radyolojik markerların daha sonraki kontrollerin doğruluğu için sabit markerler olması gerekmektedir. Markerlar anatomik (diş, kemik yapılar vs.) veya daha sonra elde edilen (pin veya vida gibi) yapılar olabilir. Ayrıca bütün sistemlerin tomografi çekilmeden, “güvenilir işaretleyici” (fiducial marker) veya BT işaretleyici olarak adlandırılan o sisteme özgü bir stenti bulunur. Bu stenler dişler veya başka bir bölgeye sabitlenerek, tomografi çekiminde bir marker olarak kullanılır. Bilgisayar yazılımı bu stentin içinde bulunan yapının radyolojik görüntüsünü tanır.

2. Tarama: Stent BT işaretleyici ile beraber hasta ağzına yerleştirilir ve tomografi çekilir. Daha sonra stent hastanın ağzına yerleştirilir ve yerine tam olarak oturmasını ve dişler ve mukoza ile tam temas etmesini sağlamak için yeterli güç uygulanır. Hasta, BT işaretleyici kollarının ve implantasyon bölgesinin önemli bir kısmının görüntülenen bölgeye dahil edilmesini sağlayacak şekilde dikkatle pozisyonlandırılır. Daha sonra tarama yapılır. Taramayı takiben, referans noktasının en az iki köşesinin açıkça görülebildiğinden emin olmak için görüntüler incelenmelidir. Aksi takdirde navigasyon doğruluğu mümkün olmayacaktır. Ayrıca, hasta hareketini gösteren radyolojik artefaktlar kontrol edilmelidir. Hasta hareketi navigasyon doğruluğunu ciddi şekilde düşürebilir.

3. Kayıt: Tanımlama aşamasından sonra önceden belirlenmiş markerlar ile yazılım sayesinde görüntü en iyi şekilde eşleştirilir. Hatalı tomografi çekimi, marker'ın tarama alanının içine girmemesi, stentin normalden fazla hareket etmesi veya tomografi sırasında hastanın hareket etmesi bu aşamanın onaylanmamasına sebep olur.

4. Planlama: Planlama tomografi görüntüleri üzerinde yapılır. İmplantların boyu, çapı, tipi (konik, silindirik vb.) ve pozisyonel verileri (konumu, pozisyonu, açısı ve derinliği) sistem üzerinde belirlenir. Sistem daha sonra bu planlamaya bire bir uyacak şekilde hekimi yönlendirir. İmplant planlaması öncesinde belirli anatomik yapıları (mandibular kanal, maksiller sinüs, mental foramen vb.) farklı renkte uyarıcı işaretleyicilerle işaretlemek planlama sırasında daha doğru sonuçlar sağlar. 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.

5. İmplant yerleştirme: Osteotomiye başlamadan önce, stent hastanın ağız içerisine yerleştirilir. BT görüntü verilerini kullanan navigasyon sistemleri, frezin çene anatomisi ve implantların planlanan pozisyonu ile ilişkisini sürekli olarak sunar. Herhangi bir aşamada planı değiştirmek için planlama adımına geri dönmek mümkündür [46]. İmplantların planlama aşaması bittikten sonra, navigasyon cerrahiye hazırlanmış olur. Optik pozisyon tarayıcısı (optical position scanner) Çene Takip Parçası (JawTagg) ve frez takip parçasını (DrillTagg) takip ederek; hastanın ve angulduruvanın pozisyon takibini yaparak navigasyon desteğini sağlar.

6. Doğruluk (Accuracy): Cerrahinin güvenilirliği için sistem sürekli doğrulama sağlamalıdır. Bunun için tarama öncesinde belirlenmiş sabit bir marker kullanılabilir. Bu navigasyon sistemi tarafından gözlemlenebilen bir vida, pin veya bir diş olabilir.

7. Geri bildirim (Feedback): İdeal pozisyondan sapmalar drillin durmasıyla ve sesli veya görsel uyarılarla belirtilebilir [47].

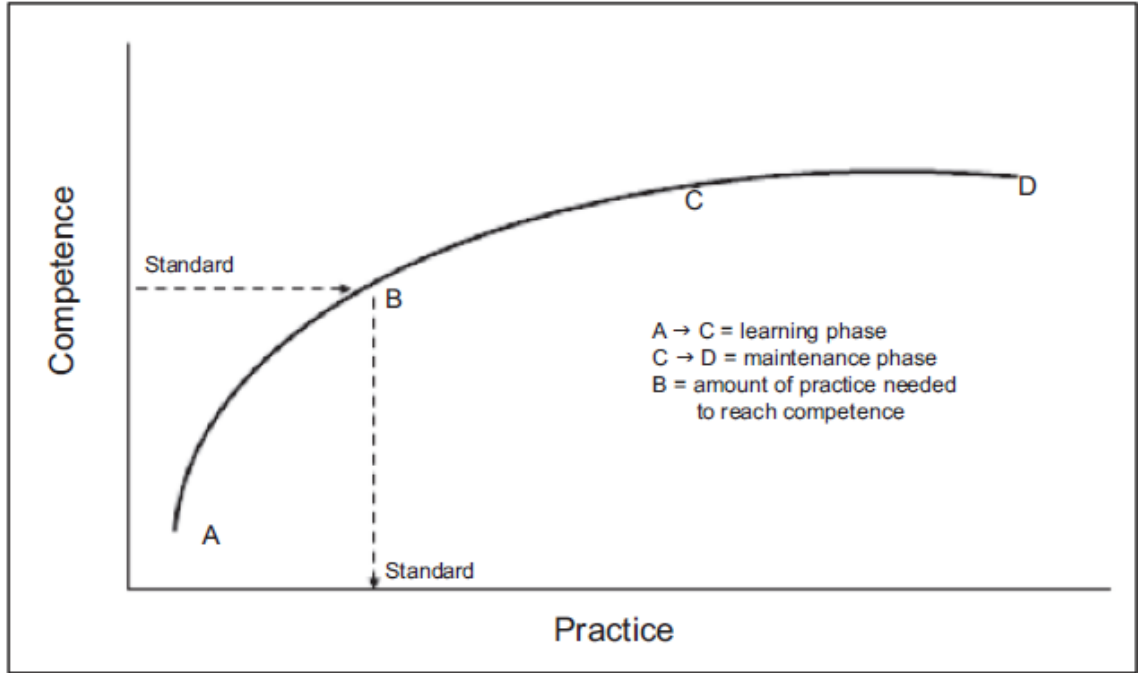
2.3. Öğrenme Eğrisi

“Öğrenme eğrisi” uygulama ve yeterlilik arasındaki ilişkinin bir haritasıdır. Öğrenme eğrisi’ (LC) kavramı ilk olarak, uçak imalatında tanımlanmıştır [48]. Pratik beceri değerlendirmesinde kullanılan öğrenme eğrilerinde, pratik beceri için toplanan veriler istatistiksel yöntemlerle incelenir [49].

Öğrenme eğrileri grafiksel olarak öğrenme çabası ve öğrenme sonucu arasındaki ilişkiyi temsil eder. Öğrenme eğrisi grafiğinde (Şekil 1) A'dan C'ye, her bir ek uygulama fırsatı yeterliliği artırır, ancak bu genellikle azalan bir oranda olur. Sonunda ek uygulamanın yeni bir beceri ekmediği durumlarda bir noktaya ulaşılır. Bu grafikte C'den D'ye düz alanda gösterilir. Bu grafik ideal bir öğrenme eğrisini göstermektedir. Her öğrenen kişi ve öğrenilen olaylar arasında standardize edilemeyen farklılıklar vardır. Öğrenme eğrisindeki B noktası, kritik bir değerdir. Uygulamanın ulaştığı bu nokta yetkinlik kazanmak ve üretmek açısından gereken seviyedir [50].

Öğrenme eğrisi birçok alanda kullanılır, bunlardan bir tanesi de sağlık alanıdır. Sağlık alanında, tüm yeni tedavi prosedürlerini öğrenmek için belirli bir zaman gerekir [51].

Verilen normal öğrenme eğrisinin anlaşılması ve profesyonelce belirlenmiş yeterlilik tanımı, okullarda pratik deneyim sayısını belirlemek için gereklidir. Diş hekimliği eğitimi yetkinlik temelli yaklaşımda, bireysel öğrenci öğrenme eğrilerine yeterli pratik eğitim üzerinden ulaşılır. Geleneksel “gereksinimler” sisteminde, önerilen veya zorunlu prosedür sayısı sabit, ancak yeterliliğe ulaştıktan sonra farklılık göstermek adına daha fazla pratik yapmak önemlidir. Klinik yeterlilik sağlamak için doğru sayıyı seçmenin mantığı prosedürlerin veya vakaların geleneksel bir gizemdir [52].



Şekil 1. Öğrenme eğrisi grafiği

Öğrenme eğrisi kavramı son yirmi yılda, cerrahi uygulamada giderek daha fazla kullanılmaktadır [53]. Eğitimlerinin ilk zamanlarında ameliyat yapan cerrahların öğrenme eğrisi potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır. Tıpta ve cerrahide, pratik bir beceri öğrenmenin zamanla daha kolay hale geldiği, ilk zorluk döneminin ardından performansta iyileşme ve stabilizasyon oranının arttığı kabul edilmektedir [54]. Bu nedenle bu alanda öğrenmenin modellenmesi uzun zamandan beri büyük ilgi görmektedir [55].

Öğrenme eğrisi, sürekli olarak yeni becerilerin güvenli ve verimli bir şekilde edinilmesi gereken cerrahi alanlar açısından çok önemlidir. Bir cerrahın güvenli ve yetkin bir performans seviyesine ulaşmadan önce kaç prosedür yapması gerektiğini bilmek hasta ve hekim açısından çok yararlı olacaktır. Bir cerrah bağımsız olarak herhangi bir operasyonu gerçekleştirmeden önce gözetim altında veya simüle edilmiş bir ortamda belirli sayıda yapmak zorunda kalabilir.

Eğitim programları cerrahların ilerlemesini haritalamak için öğrenme eğrisi verilerini kullanabilir. Ayrıca, yeni prosedürleri eski müdahalelerle karşılaştıran randomize kontrol çalışmalarında öğrenme eğrisinin anlaşılması çok önemlidir. Geçerli sonuçlara ulaşmak için öğrenme eğrisinin yeni prosedürü edinme etkisi dikkate alınmalıdır [54].

Öğrenme eğrisini ölçmede önemli nokta doğru değişkenleri seçmektir. Cerrahide iki ana değişken türü vardır; cerrahi süresini ölçme veya hasta sonuçlarını değerlendirme [53].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

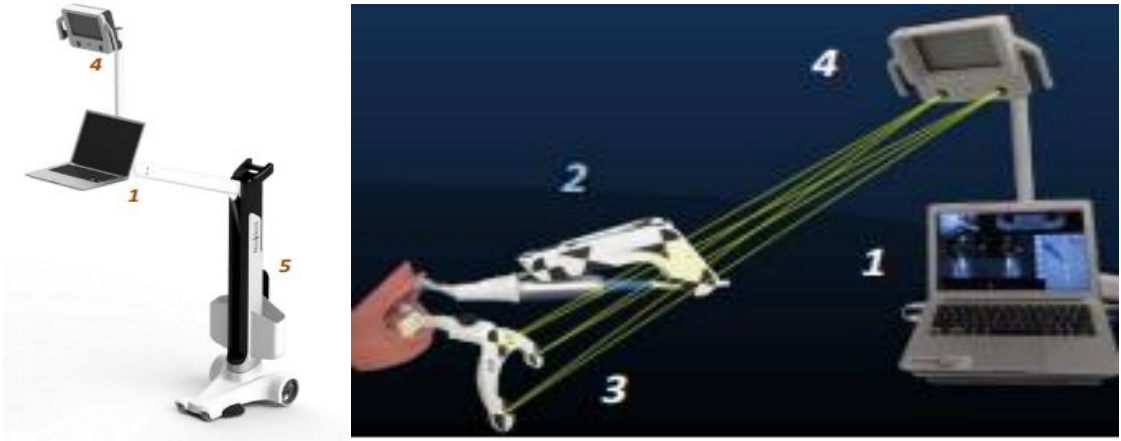
3.1. Gereç

Çalışmamızda rutin implant cerrahisinde kullanılan gereçlerle beraber, Navident® (ClaroNav Inc. Toronto, Kanada) sistemi, Poliüretan çene ve modelleri, Navident sistemi doğrulama programı (evalunav) kullanılmıştır.

3.1.1. Navident

Navident® (ClaroNav Inc. Toronto, Kanada); ameliyat esnasında gerçek zamanlı olarak görüntü navigasyonuna olanak tanıyan bir implant rehber sistemidir. Sistemin parçaları şu şekildedir (Resim 10):

- 1. Bilgisayar:** Planlama ve navigasyon fonksiyonlarının uyumlu şekilde çalışmasını sağlayan bilgisayar.
- 2. Angulduruvayı bağlantısı:** Anguldruvaya bağlanabilen çıkarılabilir metal adaptör ve buna bağlı optik işaretli plastik parça
- 3. Çene bağlantı parçası:** Hazırlanan stente adapte edilir ve sistem aktifken ağız içi bağlantıyı sağlar.
- 4. Optik konum sensörü (Micron tracker):** Anguldruvaya ve stent üzerine takılan parçaları algılar ve operasyonun sürekli gözlemine sağlar.
- 5. Kompakt mobil parça:** Hem bilgisayarı hem de diğer parçaları bir arada tutan kompakt ve hareketli parça [46].



Resim 10. Navident sistem parçaları

3.1.2. Navident Sistemi Doğrulama Programı (Evalunav)

Navident sistemi EvaluNav adı verilen bir sapma değerlerini ölçen yazılımı uygulaması içerir. Bu programa, planlama ve post-op taramaları yüklenir ve birbirlerine kaydedilir, her implant operasyon sonrası BT’de otomatik olarak algılanır ve gerçek implant ile planlanan implantların pozisyonları otomatik olarak hesaplanır ve raporlanır. Sistemin aşamaları şu şekildedir:

- **Kayıt için implant yerleştirilen bölgelerin izole 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 diğer taramada görünmeyen yapılar, örneğin çekilen dişler veya diğer çene gibi ilgilenilen çeneye göre hareket eden yapılar varsa, bunlar algoritmayı ve kayıt kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, en iyi sonuçları elde etmek için, önce, implantların görünümü dışında, implant çenesinin taramalar arasında değişmeyen bir bölgesi izole edilerek, her iki taramada da bu bölgeler maskelenmelidir. İzole edilmiş bölgeler, iki tarama boyunca şekil veya boyut olarak aynı olmak zorunda değildir, ancak mümkün olduğunca benzer olmalı ve kayıt kalitesini değerlendirmek için kullanılabilecek birkaç farklı yüzey yapısını içerecek kadar büyük olmalıdır.
- **Kayıt:** İki taramayı birlikte eşleştirmek için her iki taramada da en az 3 landmark işaretlenmelidir. Her iki taramada 3 nokta işaretlendikten sonra sistem otomatik

olarak bunları birlikte kaydeder. Üst üste kaydedilmiş iki tarama (mor pre-op ve yeşil post-op), ekranın sağ tarafında gösterilir.

▪ **Kaydı değerlendirme:** Bu, kayıt kalitesinin görsel olarak değerlendirildiği kritik bir adımdır. Değerlendirme 3 görüntüleme yöntemi kullanılarak değerlendirilir: (1) Görüntülerin dama tahtası görseli üzerine serpiştirilmesi, (2) Resimlerin mor / yeşil karışımı renklerle eşleştirilmesi, iyi eşleşen bölgelerde gri görünür ve (3) görüntüler arasında ileri geri iki görüntünün hareketi, muhtemelen en hassas ve güvenilir yöntem, çünkü yanlış kayıt bile olsa yapıların ileri geri hareketi kolayca fark edilir. Tüm yöntemlerde, kullanıcı üç düzlemde kaydırma yapabilir. Kayıt mükemmel değilse, sorunu çözümü için daha önceki aşamalara dönülmesi gerekir.

▪ **İmplantları değerlendirme:** Sistem otomatik olarak ameliyat sonrası taramada planlanan implantların her birinin görüntüsünü yapılan implant görüntüsü ile karşılaştırır. Her implant için sistem, planlanan ve yerleştirilmiş implantlar arasındaki geometrik ilişkinin üç boyutlu görsel bir sunumunu sunar. Dört tür sapma ölçülür:

Giriş sapması: Oklüzal düzlemde (dikey sapmayı hesaba katmadan) planlanan ve gerçek implantın başlangıç noktası arasındaki mesafenin sayısal bir temsidir.

Apikal sapma: Apekteki planlanan ve gerçek implantın konumu arasındaki 3-boyutlu mesafenin sayısal bir temsidir.

Apikal sapma (vertikal): Apekteki planlanan ve gerçek implantın konumu arasındaki vertikal yöndeki sapma miktarıdır.

Açısal sapma: Planlanan ve gerçek implantın konumu arasındaki açının sayısal bir temsidir.

3.1.3. Poliüretan Çene Modelleri

İnsan kemiğinin karmaşıklığı ve heterojenliği ve etik konular sıklıkla klinik çalışmaların gelişimini engeller. Bununla birlikte, Katz (1995) 'e göre kemik homojen değildir ve fiziksel özellikleri türlere, yaşa, cinsiyete, kemik türüne (örneğin femoral, mandibular, kortikal, süngerimsi) ve hatta kemiğe göre büyük ölçüde değişir. Poliüretan modeller çene kemiğinin mekaniğini test eden deneyler için bir prototip olarak onaylanmıştır [56]. Bu büyük değişkinler dikkate alınarak implant cerrahisine en uygun olacak şekilde benzer çalışmalar (Emery, 2016) rehber alınarak iki tip (dişli maksilla ve mandibula) özel poliüretan modeller oluşturuldu (Resim 11).



Resim 11. Poliüretan alt çene modeli

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklem Sayısının Belirlenmesi

Çalışmada gerekli örneklem sayısını belirlemek güç analizi yapıldı (GPower, Düsseldorf, Almanya). Bu analiz sonucunda planlanan çalışmaya 6 hekim dâhil edildi. Her hekimin toplam 48 implant uygulaması yapacağı şekilde çalışma planlandı. Toplam 288 adet implant uygulandı.

3.2.2. Hekimlerin Belirlenmesi

Bu çalışmamıza, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim dalında uzmanlık öğrencisi olarak görev yapan altı araştırma görevlisinden gönüllü onam formu alınarak başlanıldı. Hekimler uzmanlık eğitiminde geçirdikleri yıl dikkate alınarak deneyime göre sınıflandırıldı.

1.ve 2. Hekim eğitim sürelerinin son yılında ve daha önce temel ve ileri implant cerrahisi gerçekleştirmiş hekimler dahil edilerek sınıflandırıldı. 3. ve 4. Hekimler eğitim

sürelerinin 2 yılını tamamlamış ve temel implant cerrahisine başlayan hekimler dahil edilerek sınıflandırıldı. 5.ve 6. Hekimler eğitim sürelerinin ilk 2 yılında ve daha önce hiç implant cerrahisi yapmayan hekimler dahil edilerek sınıflandırıldı. Çalışmamızda öğrenme sürecindeki hekimlerin yorgunluk ve dikkat dağılması ihtimali değerlendirilmiştir. Bu sebeple bir hekim her seansta 4 adet implant uygulaması yapmıştır. Seanslar arasında en az 24 saat olacak şekilde çalışma tasarlanmıştır.

3.2.3. Modellerin Hazırlanması

24 adet dişli alt çene ve 24 adet dişli üst çene poliüretan modeller hazırlandı. Hazırlanan modeller fantom kafalara uyumlandırıldı.

3.2.4. İmplant Yapılacak Bölgelerin Belirlenmesi

Çalışmaya daha önceki çalışmalar dikkate alınarak dişli modeller dahil edildi. Dişli modelin en önemli avantajı; yapılacak cerrahi stentin standartizasyonunu sağlamak, dişsiz modele göre daha kolay olmasıdır.

Her bir çeneye toplam 8 adet implant yapılacak şekilde planlandı. Dinamik navigasyon sistemi planlama sırasına göre yapılacak implantı 1 den 8 e kadar numaralandırır. Maksilla da 14-15-16-17 nolu bölgeler sırasıyla implant 1-2-3-4 olarak, 24-25-26-27 nolu bölgeler implant 5-6-7-8- olarak planlandı. Aynı şekilde mandibula da 44-45-46-47 nolu bölgeler implant 1-2-3-4 olarak, 34-35-36-37 nolu bölgeler implant 5-6-7-8 olarak planlandı. İmplant uygulanma sırası önce alt çene daha sonra üst çene olacak şekilde belirlendi. Alt çenede implant 1 den 8 e doğru tüm implantlar uygulandıktan sonra üst çenede aynı sıra ile devam edildi. Her hekim bir alt çene ve üst çene sırasıyla implant uygulaması yaptı. Bir hekimin yaptığı ilk 16 adet alt- üst çene implantlar ilk deneme, ikinci yapılan 16 adet implantlar ikinci deneme ve son yapılan 16 adet alt-üst çene implantlar ise üçüncü deneme olarak belirlendi.

3.2.5. Stent Hazırlanması

Termoplastik materyalden oluşan stent materyali kolay şekillendirilmesi amacıyla sıcak suda bekletildi. İstenilen sıcaklığa gelince model üzerine yerleştirildi ve dış yüzeylerine sıkı bir şekilde kaplandı. Soğuma ve sertleşmesi için yaklaşık bir dakikalık sürenin ardından modelden çıkarıldı. Stentin stabilitesi tekrar model üzerinde kontrol edildi. Sonrasında amaçlanan implantasyon bölgelerine erişim sağlamak için dişsiz bölgeler kesildi ve çıkarıldı. Aynı termoplastik malzemeden yapılmış bir kol daha sonra tutucuya yapıştırıldı ve kola bağlandığında BT işaretleyicinin tutucu ile sıkıca kenetlenmesini sağlayacak şekilde ayarlandı. BT işaretleyici vida ile bağlandı. Sonrasında 3 boyutlu tarama öncesi stentin model üzerindeki son kontrolü yapıldı.

3.2.6. Dental Volumetrik Tomografi Çekilmesi

Alt ve üst çene modeli için özel olarak hazırlanan termoplastik stent ile beraber 3 boyutlu tarama yapıldı (Resim 12). 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 veriler taşınabilir CD' ye aktarıldı.



Resim 12. Termoplastik stent ve BT işaretleyici

3.2.7. Planlama

CD ye aktarılan DICOM formatında veriler Windows 8.1 çalıştıran "Apple Macbook Air 13" işletim sistemine sahip bilgisayara aktarıldı. Dinamik navigasyon sistemi yazılımı üzerinde model ile ilgili veriler seçildi. Verilerin sisteme yükleme işlemi tamamlandıktan sonra, modelin aksiyel, koronal ve sagittal kesitleri yazılım üzerinde görüntülendi.

Planlama aşamasında implantın şekli konik olarak belirlendi. Dişsiz alanlara uygun boyut ve pozisyonda sanal dişler yerleştirildi. Aksiyel, koronal ve sagittal tomografik kesitler üzerinde planlanan implant konumlandırılıp pozisyonlandırıldı. İmplantın boyu 10mm çapı ise 3,5mm olarak ayarlandı. Planlanan implantların pozisyonu modelde var olan dişlere ve mevcut kemiğin boyutuna göre belirlendi.

3.2.8. İmplant Uygulaması

Modeller fantom çeneye sıkı bir şekilde sabitlenerek ayarlandı. Dinamik navigasyon sistemi cihazı kamera çalışma alanını net görüntüleyebilecek şekilde yerleştirildi. Operasyonun başlangıç aşamasında rutin implant cerrahisinde kullanılan implant seti hazırlandı. Angulduruva ve frezler sistem cihazına uygun hazırlandıktan sonra implant uygulamasına başlandı (Resim 13). Her osteotomi hazırlığı öncesinde, sistem doğruluğu için drill kalibrasyonu yapıldı. Tüm aşamalarda ekrandaki sapmalar renk kodları ve sayısal değerlerle beraber izlenildi (Resim 14). Planlanan bölgelere 3,5x10mm DTI (DTI implant Sistem, İstanbul, Türkiye) marka implant yerleştirildi. Her implant için çalışma süresi kaydedildi. Tüm modeller implant yerleştirildikten sonra KIBT'de tarandı.



Resim 13. İmplant uygulaması

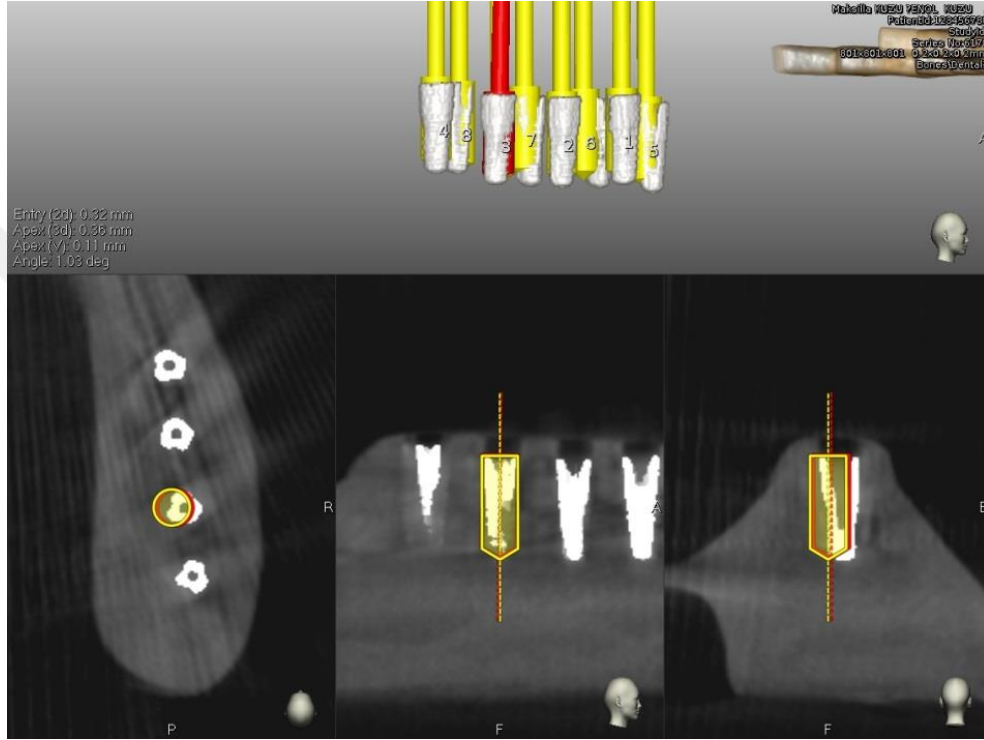


Resim 14. İmplant uygulaması anında ekran görüntüsü

3.2.9. İmplantların Değerlendirilmesi

Yerleştirilen ve planlanan implantların 3 boyutlu tarama görüntüleri, sapmaları hesaplamak amacıyla dinamik navigasyon sistemi doğrulama programı yazılımı üzerine

yüklendi. Bu programa, planlama ve post-op taramaları yüklendi ve birbirlerine kaydedildi. Yerleştirilen implantlar ile planlanan implantların pozisyonları otomatik olarak hesaplandı ve raporlandı. İmplantlar operasyon öncesi belirlenen sayıya göre sistem tarafından aynı şekilde numaralandırıldı. Daha sonrasında her bir implantın sapma değeri; kret sapması (giriş sapması (2B) , apikal sapma (3B), apikal sapma (vertikal) mm olarak, açısal sapma ise derece olarak hesaplandı.



Resim 15. Doğrulama programı ile implant değerlendirilmesi

3.2.10. Başarı Değerlendirme Kriterleri

Çalışmamıza dahil edilen 6 hekim deneyimli, orta deneyimli ve deneyimsiz olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Her hekim 48 implant uygulaması yaptı. Yapılan tüm implantlarda süre (dk.) Kret sapma (2B)mm, apikal sapma (3B)mm ve apikal sapma (vertikal)mm ve açısal sapma ° değerlendirildi. Tüm implantlarda implant osteotomi süresi ve implant yerleştirme süresinin toplamı kaydedildi.

Sistemde uygulama esnasında kret sapması, apikal sapma (vertikal) ve açısal sapmadaki hatalar eş zamanlı olarak izlenebilmektedir. Bu renk göstergeleri dikkate alınarak

bu üç veri için başarı kriteri belirlendi. Buna göre kret sapması 1mm ve altında ise, apikal sapma (vertikal) 1mm ve altında ise, açısal sapma 6 derece ve altında ise başarılı olarak değerlendirildi. Apikal sapma (3D) ile ilgili uygulama anında herhangi bir gösterge olmadığı için ortalama değerler üzerinden değerlendirildi. Bu başarı kriterleri her hekim grubunda, her çenede, implant uygulanan farklı bölgelerde ve deneyim farkına bağlı olarak 3 grupta da ayrı olarak değerlendirildi. Süre ile ilgili değerler sadece implant osteotomi süreleri ve implant yerleştirme süreleri dahil edilerek hazırlandı. Stent hazırlama, tomografi çekilmesi, planlama süreleri dahil edilmedi.

3.2.11. Değerlendirme Grupları

Çalışmamızda her hekim tarafından 3 adet alt çene ve 3 adet üst çene olmak üzere toplam 6 modele implant uygulaması yapıldı. Her çeneye toplam 8 adet implant uygulaması yapıldı. Uygulama sırası 1 alt çene ve 1 üst çene olarak belirlendi. Her hekim alt çeneye 8 üst çeneye 8 adet implant uyguladıktan sonra bu ilk deneme olarak belirlendi. Yani her hekimin ilk yaptığı 16 implant 1.deneme daha sonraki 2.deneme ve en son yaptığı 16 implant 3. deneme olarak belirlendi. Her grupta 2 hekim olduğu için tüm grupların yaptığı ilk 32 implant 1.deneme, daha sonraki 32 implant 2.deneme ve son 32 implant 3.deneme olarak belirlendi.

3.2.12. İstatistiksel İnceleme

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 25,0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25,0. Armonk, NY: IBM Corp.) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi olarak belirlenmiştir (etkileşim hariç). Çalışmada nümerik veriler ortalama, standart sapma ile kategorik veriler ise frekans ve oran değerleri kullanılarak özetlenmiştir.

Kret sapma, açısal sapma ve apikal sapma vertikal başarı kriterlerine göre her hekimin 48 implant denemesi için başarı durumu belirlenmiş ve 288 implant için başarı çene, hekim sınıf, implant bölgeleri ve deneme tekrarlarına göre farklılık gösterip göstermediği Pearson Ki-Kare testi kullanılarak incelenmiştir.

Kret sapma, açısal sapma, apikal sapma ve apikal sapma (vertikal) değişkenlerine Box-cox dönüşümü uygulanmıştır. Dönüşüm uygulanmış veriler çene, hekim sınıf, implant bölgeleri ve deneme etkileri ile bunların ikili etkileşimlerinin sabit etki olarak, hekimlerin ise rasgele etki olarak bulunduğu lineer karma etki model kullanılarak SAS yazılımının PROC MIXED prosedürü yardımıyla analiz edilmiştir (Sürüm 9,3; SAS Enstitüsü, Cary, NC, ABD).



4. BULGULAR

Çalışmamızda süre ve 4 değişken ile ilgili tüm veriler; deneme tekrarları, hekim deneyimi, çene farkı, implant uygulanan bölgeye göre nasıl değiştiğine dair tablolar, özet istatistikler ve grafikler aşağıda değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Tüm verilerin ortalama değerleri (hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

Deneme		Süre (dk.)	Kret Sapması (2B)	Apikal Sapma (3B)	Apikal Sapma (vertikal)	Açısal Sapma (derece)
1	Ort.	14,25	1,52	1,86	0,98	4,03
	S.S	3,24	0,78	1,00	0,92	2,13
	N	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00
2	Ort.	8,89	0,98	1,39	0,84	2,64
	S.S	2,42	0,54	0,80	0,80	1,45
	N	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00
3	Ort.	5,46	0,77	1,15	0,71	1,81
	S.S	1,46	0,47	0,69	0,72	1,22
	N	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00
Total	Ort.	9,54	1,09	1,46	0,84	2,82
	S.S	4,39	0,68	0,89	0,82	1,88
	N	288,00	288,00	288,00	288,00	288,00

Tablo 2 de hekim deneyimi farkı olmadan yapılan 288 adet implant uygulamasının 1. 2. ve 3.Deneme tekrarına bağlı olarak her denemede toplam 96 adet implant uygulaması olacak şekilde tüm hekim gruplarındaki ortalama değerleri gösterilmiştir. Deneme tekrarlarına bağlı olarak süre (dk.), kret sapması (2B) mm, apikal sapma (3B) mm, apikal sapma (vertikal) mm ve açısal sapma (derece) değerleri özetlenmiştir.

Tablo 3. Deneme tekrarlarında kret sapma başarı değerlendirilmesi (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
Deneme	1	N	71	25	96	<0,0001
		%	%74,0	%26,0	%100,0	
	2	N	43	53	96	
		%	%44,8	%55,2	%100,0	
	3	N	26	70	96	
		%	%27,1	%72,9	%100,0	
Toplam		N	140	148	288	

Tablo 3 de verilen değerler hekim deneyim gözetmeksizin tüm gruplarda her üç denemede kret sapma başarısını göstermektedir. Kret sapmasındaki başarı sadece deneme

tekrarlarına bağılı olarak değerdendirildiğinde her denemede 6 hekim tarafından toplam (6 hekim x 2 çene x 8 implant=96) 96 implant uygulaması yapılmıştır. Hekimler ilk denemede 96 implantın %26'sında, ikinci denemede %55,2'sinde ve üçüncü denemede %72,9'unda başarı göstermiştir. Deneme tekrarlarına bağılı olarak başarı oranında artış gözlenmiş ve bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,0001$).

Tablo 4. Hekim deneyimi ve kret sapma ilişkisinin başarı değerdendirmesi

Hekim sınıfı			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
	Deneyimli	N	46	50	96	0,228
		%	47,9%	52,1%	100,0%	
	Orta	N	53	43	96	
		%	55,2%	44,8%	100,0%	
	Deneyimsiz	N	41	55	96	
		%	%42,7	%52,3	%100,0	
Toplam		N	140	148	288	

Tablo 4 deki verilen değerdelerde deneme tekrarları, çene farkı ve implant uygulanan bölge etkileri gözetmeksizin kret sapmasındaki başarı sadece hekim deneyimine bağılı olarak değerdendirildiğinde deneyimli, orta deneyimli ve deneyimsiz hekimler tarafından her bir grup 96 tane olmak üzere toplam 288 implant uygulanmıştır. Deneyimli grupta 96 implantın %52,1'inde, orta deneyimli hekimler %44,8'inde ve deneyimsiz hekimler %52,93'de başarı göstermiştir. Hekim deneyimine bağılı olarak başarı oranında önemli oranda fark gözlenmemiş ve bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,228$).

Tablo 5. Çeneler ve kret sapması arasındaki ilişkinin başarı değerdendirmesi (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

Çene			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
	Alt	N	69	75	144	0,814
		%	%47,9	%52,1	%100,0	
	Üst	N	71	73	144	
		%	%49,3	%50,7	%100,0	
Toplam		N	140	148	288	

Tablo 5 deki veriler değerdendirildiğinde hekim deneyimi, deneme tekrarı ve implant uygulanan bölge etkileri gözetmeksizin kret sapmasındaki başarı sadece alt ve üst çenedeki uygulama yapmaya bağılı olarak değerdendirildiğinde; alt çenede 144 üst çenede 144 olmak üzere toplam 288 implant uygulaması yapılmıştır. Hekimler alt çenede 144 implantın %52,1'inde, üst çenede %50,7'sinde başarı göstermiştir. Farklı çenelerde uygulama ile başarı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,814$).

Tablo 6. İmplant uygulanan bölge ve kret sapması arasındaki ilişkinin başarı değerlendirilmesi (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

İmplant no			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
	1	N	17	19	36	0,417
		%	%47,2	%52,8	%100,0	
	2	N	21	15	36	
		%	%58,3	%41,7	%100,0	
	3	N	19	17	36	
		%	%52,8	%47,2	%100,0	
	4	N	21	15	36	
		%	%58,3	%41,7	%100,0	
	5	N	19	17	36	
		%	%52,8	%47,2	%100,0	
	6	N	14	22	36	
		%	%38,9	%61,1	%100,0	
	7	N	13	23	36	
		%	%36,1	%63,9	%100,0	
	8	N	16	20	36	
		%	%44,4	%55,6	%100,0	
	Toplam		N	140	148	

Tablo 6 da ki veriler hekim deneyimi, deneme tekrarı ve çene farkı gözetmeksizin kret sapmasındaki başarı sadece implant uygulanan bölgeye bağlı olarak değerlendirildiğinde; her bölgede 18 implant olmak üzere toplam 288 implant uygulaması yapılmıştır. Bütün implant bölgeleri ayrı değerlendirildiğinde başarı oranında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. ($p=0,417$)

Tablo 7. Kret sapma ölçümlerinin implant bölgelerine, deneme tekrarlarına, farklı çenelere ve hekim gruplarına analiz sonuçları

Kret sapma				Hekim_Sınıf												
				Deneyimli				Orta				Deneyimsiz				
				Çene				Çene				Çene				
				Alt		Üst		Alt		Üst		Alt		Üst		
				Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	
İmplant Bölgeleri	1	Deneme	1	1,32	0,88	1,42	0,30	2,05	1,08	2,29	1,39	0,66	0,14	1,07	0,78	
			2	1,74	1,18	1,33	0,29	0,88	0,06	1,26	0,46	0,32	0,07	1,07	0,78	
			3	1,18	0,21	1,67	0,64	0,69	0,13	0,45	0,21	0,23	0,02	0,66	0,03	
	2	Deneme	1	1,59	0,18	0,69	0,21	1,83	0,88	1,80	1,18	1,46	0,32	1,21	0,59	
			2	0,83	0,59	0,89	0,49	1,02	0,11	1,58	0,80	1,06	0,20	1,30	0,33	
			3	0,65	0,14	0,74	0,31	0,49	0,33	1,09	0,01	1,17	0,30	1,50	0,23	
	3	Deneme	1	2,09	0,02	1,29	0,33	2,67	1,15	1,38	0,49	0,73	0,62	2,09	0,55	
			2	1,29	0,80	0,49	0,12	0,47	0,50	1,12	0,74	0,49	0,22	1,65	0,41	
			3	1,25	0,56	0,42	0,32	0,37	0,18	0,74	0,59	0,67	0,71	1,31	1,11	
	4	Deneme	1	1,80	0,37	1,36	0,49	2,40	0,46	1,89	1,00	1,46	0,76	1,43	0,17	
			2	1,16	0,12	0,60	0,59	0,64	0,21	1,27	0,60	1,31	0,06	1,22	0,55	
			3	1,14	0,37	0,18	0,09	0,31	0,08	1,31	0,66	0,57	0,40	1,07	0,91	
	5	Deneme	1	2,21	1,02	1,08	0,49	2,08	0,59	1,84	0,71	2,47	0,52	1,23	0,59	
			2	1,39	0,96	0,92	0,47	0,94	0,23	1,57	1,09	1,08	0,12	0,97	0,49	
			3	1,02	0,58	0,46	0,34	0,71	0,49	1,26	0,46	0,68	0,10	0,92	0,11	
	6	Deneme	1	1,43	1,42	0,86	0,30	1,03	0,92	1,74	0,05	1,17	1,19	0,99	0,19	
			2	1,31	0,40	0,63	0,15	0,92	0,27	1,53	0,78	0,82	0,72	0,54	0,40	
			3	0,45	0,18	0,25	0,03	1,14	0,87	1,06	0,34	0,55	0,04	0,54	0,06	
	7	Deneme	1	2,10	0,71	0,71	0,63	1,28	0,00	1,40	1,47	2,31	0,88	0,67	0,57	
			2	0,58	0,54	0,38	0,00	0,53	0,24	1,08	0,70	0,76	0,42	0,36	0,16	
			3	0,48	0,25	0,75	0,05	0,49	0,03	0,76	0,58	0,95	0,35	0,29	0,18	
	8	Deneme	1	1,41	1,58	1,20	0,46	1,52	0,33	1,68	0,86	1,90	2,21	0,80	0,28	
			2	0,94	0,52	0,87	0,97	1,24	0,07	1,58	0,86	0,85	0,20	0,61	0,59	
			3	0,90	0,52	0,21	0,05	0,89	0,11	1,14	0,25	0,63	0,24	0,88	0,72	
	P değerleri			Deneme												<.0001
				Hekim_sınıf												0.5723
				Cene												0.4771
				Implant_No												0.0161
				Deneme*hekim_sınıf												0.4756
				Cene*hekim_sınıf												< 0001
				Cene*Deneme												0.0778
				Deneme*Implant_No												0.7461
				Implant_N*hekim_s												0.0177

Kret sapma ölçümlerinin hekim grupları, alt çene üst çene ve implant bölgelerine göre üç deneme tekrarında nasıl değiştiğine dair özet istatistikler tabloda verilmiştir. Buna göre hekim gruplarında ve farklı çene ve implant bölgelerinde kret sapma ölçümleri deneme tekrarları boyunca çoğunda azalma olmasına rağmen farklı şekilde seyretmiş ama yine de hata değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. (çene*hekim sınıf $p<0,001$, çene*deneme $p=0,0778$ ve implant bölge*hekim sınıf $p=0,0177$). Bu nedenle hekim gruplarında, alt çene ve üst çenede implant bölgelerinde denemeye bağlı olarak değişim ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuçlar yukarıda özetlenmiştir.

Tablo 8. Deneme Tekrarlarında apikal sapma (vertikal) başarı değerlendirmesi (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
Deneme	1	N	35	61	96	0,0123
		%	%36,5	%63,5	%100,0	
	2	N	27	69	96	
		%	%28,1	%71,9	%100,0	
	3	N	22	74	96	
		%	22,9%	77,1%	100,0%	
Total		N	84	204	288	

Tablo 8 de verilen değerler hekim deneyim gözetmeksizin tüm gruplarda her üç denemedeki apikal sapma (vertikal) başarısını göstermektedir. Apikal sapmadaki (vertikal) başarı sadece deneme tekrarlarına bağlı olarak değerlendirildiğinde; her denemede 6 hekim tarafından toplam (6 hekim x 2 çene x 8 implant=96) yapılan 96 implant uygulaması yapılmıştır. Hekimler ilk denemede 96 implantın %63,5’inde, ikinci denemede %71,9’unda ve üçüncü denemede %77,1’inde başarı göstermiştir. Deneme tekrarlarına bağlı olarak başarı oranında artış gözlenmiş ve bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,0123$).

Tablo 9. Hekim deneyimi ve apikal sapma (vertikal) ilişkisinin başarı değerlendirmesi

Hekim sınıfı			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
	Deneyimli	N	28	68	96	0,163
		%	%29,2	%70,8	%100,0	
	Orta	N	34	62	96	
		%	%35,4	%64,6	%100,0	
	Deneyimsiz	N	22	74	96	
		%	%22,9	%77,1	%100,0	
Toplam		N	84	204	288	

Tablo 9 da ki verilen değerlerde deneme tekrarları, çene farkı ve implant uygulanan bölge etkileri gözetmeksizin apikal sapma (vertikal)da ki başarı sadece hekim deneyimine

bağlı olarak değerlendirildiğinde deneyimli, orta deneyimli ve deneyimsiz hekimler tarafından her bir grup 96 tane olmak üzere toplam 288 implant uygulanmıştır. Deneyimli grup 96 implantın %70,8'inde, orta deneyimli grup %64,6'sında ve deneyimsiz grup %77,1'de başarı göstermiştir. Hekim deneyimine bağlı olarak başarı oranında önemli oranda fark gözlenmemiş ve bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p0,163).

Tablo 10. Çeneler ve apikal sapma (vertikal) arasındaki ilişkinin başarı değerlendirilmesi (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

Çene			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
	Alt	N	49	95	144	0.070
		%	%34,0	%66,0	% 100,0	
	Ust	N	35	109	144	
		%	%24,3	%75,7	%100,0	
Toplam		N	84	204	288	

Tablo 10 da ki veriler değerlendirildiğinde hekim deneyimi, deneme tekrarı ve implant uygulanan bölge etkileri gözetmeksizin apikal sapma (vertikal)da ki başarı sadece alt ve üst çenedeki uygulama yapmaya bağlı olarak değerlendirildiğinde; alt çenede 144 üst çenede 144 olmak üzere toplam 288 implant uygulaması yapılmıştır. Hekimler alt çenede 144 implantın %66,0'ında, üst çenede %75,7 'sinde başarı göstermiştir. Farklı çenelerde uygulama ile başarı arasında fark gözlenmemiş ve bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,070).

Tablo 11. İmplant uygulanan bölge ve apikal sapma (vertikal) arasındaki ilişkinin başarı değerlendirilmesi (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

Implant. No			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
		N	6	30	36	0,035
1		%	%16,7	%83,3	%100,0	
	2	N	8	28	36	
		%	%22,2	%77,8	%100,0	
3		N	10	26	36	
		%	%27,8	%72,2	%100,0	
4		N	12	24	36	
		%	%33,3	%66,7	%100,0	
5		N	6	30	36	
		%	%16,7	%83,3	%100,0	
6		N	11	25	36	
		%	%30,6	%69,4	%100,0	
7		N	13	23	36	
		%	%36,1	%63,9	%100,0	
8		N	18	18	36	
		%	%50,0	%50,0	%100,0	
Toplam		N	84	204	288	

Tablo 11 de ki veriler hekim deneyimi, deneme tekrarı ve çene farkı gözetmeksizin apikal sapma (vertikal)da ki başarı sadece implant uygulanan bölgeye bağlı olarak değerlendirildiğinde; her bölgede 18 implant olmak üzere toplam 288 implant uygulaması yapılmıştır. Bütün implant bölgeleri ayrı değerlendirildiğinde başarı oranında fark görülmektedir ($p=0,035$). Ayrıca implant 1den 4 e doğru ve implant 5 den 8 e doğru yani sağ ve sol tarafta her iki çenede posterior bölgeye doğru gidildikçe başarı oranında azalma gözlenmektedir. Bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p=0,417$)



Tablo 12. Apikal sapma (vertikal) ölçümlerinin implant bölgelerine, deneme tekrarlarına, farklı çenelere ve hekim gruplarına analiz sonuçları

Apikal sapma				Hekim_sinif												
				Deneyimli				Orta				Deneyimsiz				
				Çene				Çene				Çene				
				Alt		Üst		Alt		Üst		Alt		Üst		
				Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	
İmplant Bölgeleri	1	Deneme	1	1,74	1,19	0,42	0,56	0,61	0,13	1,83	1,44	0,33	0,07	0,49	0,51	
			2	1,88	1,39	0,20	0,14	0,63	0,08	1,54	0,98	0,62	0,13	0,20	0,08	
			3	0,71	0,40	0,73	0,42	0,65	0,19	1,50	1,14	0,60	0,41	0,29	0,18	
	2	Deneme	1	0,64	0,57	0,04	0,00	1,24	0,06	1,31	1,16	0,49	0,22	1,40	1,03	
			2	0,36	0,20	0,39	0,49	0,77	0,04	1,31	1,53	0,64	0,01	0,73	0,55	
			3	0,29	0,01	0,35	0,46	0,46	0,01	0,87	0,90	0,69	0,15	0,60	0,37	
	3	Deneme	1	1,77	1,29	0,14	0,13	1,49	1,97	0,91	0,98	1,24	0,65	0,60	0,37	
			2	1,93	1,54	0,42	0,30	1,59	1,52	0,34	0,46	0,86	0,57	0,27	0,16	
			3	1,70	1,90	0,27	0,11	0,53	0,54	0,78	0,94	0,92	1,09	0,36	0,38	
	4	Deneme	1	0,76	0,37	1,94	2,65	1,75	2,18	0,44	0,43	1,08	1,51	0,92	0,83	
			2	0,55	0,14	1,65	2,30	1,12	1,17	0,26	0,30	1,35	1,22	0,97	0,69	
			3	0,94	0,18	1,96	2,75	1,10	1,18	0,53	0,04	0,13	0,12	0,81	0,20	
	5	Deneme	1	1,01	1,05	0,13	0,08	2,15	2,39	0,85	0,25	0,48	0,37	0,94	0,52	
			2	1,22	1,45	0,44	0,47	0,28	0,28	0,49	0,10	0,45	0,06	0,46	0,30	
			3	0,71	0,91	0,35	0,35	0,33	0,34	0,45	0,27	0,20	0,05	0,28	0,03	
	6	Deneme	1	0,32	0,27	0,66	0,62	1,10	0,38	0,51	0,66	0,57	0,04	1,51	0,52	
			2	0,60	0,28	0,19	0,03	1,24	0,30	0,90	0,09	0,84	0,26	0,89	0,66	
			3	0,30	0,32	0,22	0,01	1,48	1,41	0,81	0,64	1,17	0,45	0,58	0,31	
	7	Deneme	1	1,68	1,68	0,44	0,61	1,59	0,05	1,05	0,31	0,72	0,41	0,60	0,03	
			2	1,72	0,98	0,11	0,15	0,78	0,71	0,71	0,91	1,06	0,47	0,17	0,16	
			3	1,19	0,15	0,38	0,47	0,76	0,62	0,39	0,35	0,46	0,26	0,19	0,11	
	8	Deneme	1	2,05	2,63	1,15	0,96	1,23	0,57	1,04	0,88	0,56	0,70	1,10	0,92	
			2	2,18	2,35	1,23	0,10	1,13	0,43	1,06	1,41	0,49	0,31	1,03	1,05	
			3	0,57	0,69	0,91	0,59	0,98	0,19	1,10	1,47	1,09	1,45	1,56	1,93	
	P değerleri			Deneme												0.1267
				Hekim_sinif												0.5026
				Cene												0.0009
				Implant_No												0.4083
				Deneme*hekim_sinif												0.7472
				Cene*hekim_sinif												0.0089
				Cene*Deneme												0.2496
				Deneme*Implant_No												0.9975
	Implant_N*hekim_sinif												0.1708			

Apikal sapma (vertikal) ölçümlerinin hekim grupları, alt çene üst çene ve implant bölgelerine göre üç deneme tekrarında nasıl değiştiğine dair özet istatistikler tabloda verilmiştir. Buna göre hekim gruplarında ve farklı çenelerde apikal sapma (vertikal) ölçümleri deneme tekrarları boyunca çoğunda azalma olmasına rağmen farklı şekilde seyretmiştir (çene*hekim sınıf $p=0,0089$).

Alt çene ve üst çenede ayrı ayrı hekim grupları karşılaştırılmış ve Tukey-Kramer düzeltmeli p-değerlerine göre istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamıştır. Her hekim grubunda alt çene ve üst çene apikal sapma ortalamaları karşılaştırıldığında yine Tukey-Kramer düzeltmeli p-değerlerine göre sadece deneyimli hekim grubunda alt çene ve üst çene arasında fark bulunmuştur ($p=0,0003$).

Tablo 13. Deneme Tekrarlarında açısapma başarı değerlendirme (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

Deneme	1		Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
		%	%17,7	%82,3	%100,0	
	2	N	3	93	96	
		%	%3,1	%96,9	%100,0	
	3	N	0	96	96	
		%	%0,0	%100,0	%100,0	
Toplam	N		20	268	288	

Tablo 13 de verilen değerler hekim deneyim gözetmeksizin tüm gruplarda her üç denemede apikal sapma başarı oranını göstermektedir. Apikal sapma başarı oranı sadece deneme tekrarlarına bağlı olarak değerlendirildiğinde her denemede 6 hekim tarafından toplam (6 hekim x 2 çene x 8 implant=96) 96 implant uygulaması yapılmıştır. Hekimler ilk denemede 96 implantın %82,3'ünde, ikinci denemede %96,9'unda ve üçüncü denemede %100'ünde başarı göstermiştir. Deneme tekrarlarına bağlı olarak başarı oranında artış gözlenmiş ve bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,000$)

Tablo 14. Hekim deneyimi ve açısapma ilişkisinin başarı değerlendirme

Hekim sınıfı			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
		N	6	90	96	
	Deneyimli	% açısapma	%6,3	%93,8	%100,0	
		N	8	88	96	
	Orta	%açısapma	%8,3	%91,7	%100,0	
		N	6	90	96	
	Deneyimsiz	% açısapma	%6,3	%93,8	%100,0	0,807
		N	20	268	288	
Total	N		20	268	288	

Tablo 14 de ki verilen değerlerde deneme tekrarları, çene farkı ve implant uygulanan bölge etkileri gözetmeksizin açısal sapmada ki başarı sadece hekim deneyimine bağlı olarak değerlendirildiğinde deneyimli, orta deneyimli ve deneyimsiz hekimler tarafından her bir grupta 96 tane olmak üzere toplam 288 implant uygulanmıştır. Açısal sapmadaki başarı sadece hekim deneyimine bağlı olarak değerlendirildiğinde deneyimli grup 96 implantın %93,8'inde, orta deneyimli grup %91,7'sinde ve deneyimsiz grup %93,8'inde başarı göstermiştir. Hekim deneyimine bağlı olarak başarı oranında önemli oranda fark gözlenmemiş ve bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0807).

Tablo 15. Çeneler ve açısal sapma arasındaki ilişkinin başarı değerlendirmesi (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
Çene	Alt	N	10	134	144	1,000
		%	%6,9	%93,1	%100,0	
	Üst	N	10	134	144	
		%	%6,9	%93,1	%100,0	
Toplam		N	20	268	288	

Tablo 15 da ki veriler değerlendirildiğinde hekim deneyimi, deneme tekrarı ve implant uygulanan bölge etkileri gözetmeksizin açısal sapma başarısı sadece alt ve üst çenedeki uygulama yapmaya bağlı olarak değerlendirildiğinde; alt çenede 144 üst çenede 144 olmak üzere toplam 288 implant uygulaması yapılmıştır. Hekimler alt çenede 144 implantın %93,1'inde, üst çenede %93,1'inde ve başarı göstermiştir. Farklı çenelerde uygulama ile başarı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=1,000).

Tablo 16. İmplant uygulanan bölge ve açısal sapma arasındaki ilişkinin başarı değerlendirilmesi (Hekim deneyimi göz önüne alınmadan)

Implant no			Başarısız	Başarılı	Toplam	P değeri
	1	N	3	33	36	
		%	%8,3	%91,7	%100,0	
	2	N	3	33	36	
		%	%8,3	%91,7	%100,0	
	3	N	4	32	36	
		%	%11,1	%88,9	%100,0	
	4	N	3	33	36	
		%	%8,3	%91,7	%100,0	
	5	N	1	35	36	
		%	%2,8	%97,2	%100,0	
	6	N	3	33	36	
		%	%8,3	%91,7	%100,0	
	7	N	3	33	36	
		%	%8,3	%91,7	%100,0	
	8	N	0	36	36	
%		%0,0	%100,0	%100,0		
Toplam		N	20	268	288	

Tablo 11 de ki veriler hekim deneyimi, deneme tekrarı ve çene farkı gözetmeksizin açısal sapma da ki başarı sadece implant uygulanan bölgeye bağlı olarak değerlendirildiğinde; her bölgede 18 implant olmak üzere toplam 288 implant uygulaması yapılmıştır. Bütün implant bölgeleri ayrı değerlendirildiğinde başarı oranında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,641$)

Tablo 17. Açısal sapma ölçümlerinin implant bölgelerine, deneme tekrarlarına, farklı çenelere ve hekim gruplarına analiz sonuçları

Açısal sapma				Hekim_sinif												
				Deneyimli				Orta				Deneyimsiz				
				Çene				Çene				Çene				
				Alt		Üst		Alt		Üst		Alt		Üst		
				Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	
İmplant Bölgeleri	1	Deneme	1	3,89	2,25	3,20	4,28	5,04	5,12	4,08	0,62	3,81	1,48	4,90	1,22	
			2	2,85	0,11	1,49	1,24	1,98	2,50	4,94	2,84	2,07	1,91	2,48	1,51	
			3	2,07	1,14	1,79	1,66	1,20	1,10	2,10	0,64	1,81	1,73	0,71	1,00	
	2	Deneme	1	2,43	1,68	2,37	1,16	2,95	1,21	4,62	4,38	5,18	1,48	4,63	0,23	
			2	1,77	2,36	3,00	0,04	5,44	1,14	2,73	0,42	2,79	0,90	3,77	0,99	
			3	2,27	2,17	1,37	1,93	2,06	0,37	2,70	0,44	2,24	1,25	3,74	0,23	
	3	Deneme	1	1,61	1,71	2,72	0,08	5,95	6,39	4,95	2,83	5,16	1,23	4,43	2,31	
			2	1,58	1,66	2,64	1,30	3,29	0,29	2,68	1,27	2,63	0,88	2,21	0,45	
			3	1,13	0,38	2,12	0,46	0,54	0,76	1,79	0,65	0,93	1,31	1,60	0,49	
	4	Deneme	1	5,81	2,21	5,80	1,32	6,81	3,83	3,12	0,04	5,12	0,50	3,61	2,11	
			2	1,99	0,78	1,35	0,67	4,33	1,59	2,71	1,33	2,92	1,75	1,76	1,25	
			3	2,46	0,15	1,61	0,30	1,93	2,02	0,44	0,16	1,47	1,88	1,96	2,10	
	5	Deneme	1	1,94	2,74	3,27	2,07	4,30	0,38	1,42	0,12	5,12	1,15	3,48	4,92	
			2	1,38	0,31	2,42	0,47	1,56	0,40	1,80	0,45	3,80	0,74	4,11	2,41	
			3	0,64	0,56	2,41	0,45	1,80	1,24	2,04	2,88	1,11	0,63	1,67	0,59	
	6	Deneme	1	3,16	1,51	4,87	2,45	2,40	0,02	3,42	2,85	5,92	1,77	2,64	0,37	
			2	1,30	1,43	4,92	2,52	0,95	0,66	2,73	2,36	2,53	2,69	1,86	0,83	
			3	0,52	0,74	2,72	3,38	0,90	1,27	3,49	0,88	1,10	0,15	2,97	0,08	
	7	Deneme	1	6,42	3,12	2,84	2,08	4,29	1,95	6,05	3,64	5,15	1,71	4,02	1,77	
			2	1,61	2,00	2,30	0,25	1,54	0,08	2,87	0,47	2,36	0,72	2,99	0,79	
			3	1,54	0,37	1,72	0,48	1,42	0,66	2,17	2,30	2,24	0,55	2,89	1,20	
	8	Deneme	1	3,96	0,91	3,54	1,53	3,29	0,20	2,92	1,06	4,52	0,59	2,30	1,65	
			2	2,90	0,93	3,70	1,75	0,94	0,02	4,09	1,92	2,99	0,10	3,56	2,05	
			3	0,87	1,22	3,10	2,60	1,88	1,35	2,05	1,99	2,62	0,60	1,01	1,09	
	P değerleri			Deneme												<.0001
				Hekim_sinif												0.6994
				Cene												0.2132
				Implant_No												0.4534
				Deneme*hekim_sinif												0.8550
				Cene*hekim_sinif												0.1769
				Cene*Deneme												0.0223
				Deneme*Implant_No												0.5879
	Implant_N*hekim_sinif												0.6456			

Açısal sapma ölçümlerinin hekim grupları, alt çene üst çene ve implant bölgelerine göre üç deneme tekrarında nasıl değiştiğine dair özet istatistikler tabloda verilmiştir. Buna göre alt çenede ve üst çenede bazı bölgelerde hekimlerde klinik olarak önemli olmayacak değerde açısal sapma değer artışı görülmüş, bunun dışında tüm hekim gruplarında her tekrarda alt çene ve üst çenede ve tüm implant bölgelerinde açısal sapmada azalma olduğu görülmekte ancak benzer oranda azalma görülmemiştir.



Tablo 18. Apikal sapma (3B) ölçümlerinin implant bölgelerine, deneme tekrarlarına, farklı çenelere ve hekim gruplarına analiz sonuçları

Apikal sapma				Hekim_sinif											
				Deneyimli				Orta				Deneyimsiz			
				Çene				Çene				Çene			
				Alt		Üst		Alt		Üst		Alt		Üst	
				Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S
İmplant Bölgeleri	1	Deneme	1	2,30	1,92	1,89	1,00	1,63	0,35	2,71	1,66	0,69	0,14	1,36	0,51
			2	2,57	2,23	1,47	0,49	1,05	0,04	1,80	0,70	0,77	0,31	0,95	0,95
			3	1,05	0,36	2,05	1,07	0,80	0,26	1,57	1,06	0,72	0,32	0,77	0,04
	2	Deneme	1	1,64	0,10	0,71	0,52	1,65	0,18	2,70	2,09	1,46	0,35	1,58	0,11
			2	1,06	0,82	1,12	0,08	1,05	0,05	2,31	1,55	1,17	0,28	1,33	0,54
			3	1,01	0,14	0,84	0,17	1,00	0,30	1,48	0,59	1,31	0,49	1,45	0,08
	3	Deneme	1	2,68	1,08	1,44	0,57	2,49	1,34	2,84	1,90	1,50	0,67	1,69	0,60
			2	2,38	1,07	0,92	0,36	1,80	1,41	1,53	1,05	1,05	0,49	1,34	0,42
			3	2,15	1,89	0,75	0,43	0,69	0,49	1,20	1,19	1,28	1,11	1,52	1,05
	4	Deneme	1	1,55	0,30	2,62	1,76	2,35	1,73	2,54	0,94	1,79	2,29	1,86	0,64
			2	1,24	0,22	2,15	1,58	1,33	0,91	1,75	0,73	2,03	1,31	1,63	0,20
			3	1,40	0,35	2,12	2,54	1,32	0,92	1,43	0,55	0,62	0,42	1,42	0,62
	5	Deneme	1	2,49	0,64	1,17	0,26	3,00	1,90	2,05	1,05	2,13	1,07	1,35	0,28
			2	2,17	0,18	0,68	0,74	0,84	0,11	1,50	0,93	0,77	0,02	0,82	0,44
			3	1,41	0,02	0,53	0,22	0,82	0,15	1,26	0,19	0,73	0,10	0,72	0,02
	6	Deneme	1	1,26	1,23	0,95	0,54	1,66	0,25	1,77	0,06	1,47	1,05	1,73	0,55
			2	1,95	0,88	0,48	0,07	1,61	0,33	1,75	0,52	1,05	0,06	0,96	0,62
			3	0,50	0,25	0,70	0,45	1,98	1,50	1,30	0,04	1,33	0,47	0,78	0,35
	7	Deneme	1	2,21	1,13	1,10	0,25	1,96	0,11	2,61	2,11	1,91	1,33	0,90	0,05
			2	1,77	0,92	0,51	0,26	0,99	0,42	1,44	0,33	1,49	0,53	0,35	0,34
			3	1,22	0,11	1,00	0,06	0,92	0,45	0,94	0,26	1,38	0,66	0,55	0,38
	8	Deneme	1	2,33	2,63	2,11	1,03	1,88	0,98	2,12	1,12	2,17	1,45	1,37	0,65
			2	2,51	2,04	1,81	0,71	1,67	0,35	1,78	1,14	0,90	0,19	1,09	1,05
			3	1,10	0,80	1,15	0,78	1,30	0,04	1,76	0,98	1,60	0,98	0,18	0,16
	P değerleri							Deneme		<.0001					
								Hekim_sinif		0.3034					
								Cene		0.1802					
								Implant_No		0.2745					
								Deneme*hekim_sinif		0.6009					
								Cene*hekim_sinif		0.0011					
								Cene*Deneme		0.7610					
								Deneme*Implant_No		0.8884					
					Implant_N*hekim_sini		0.1222								

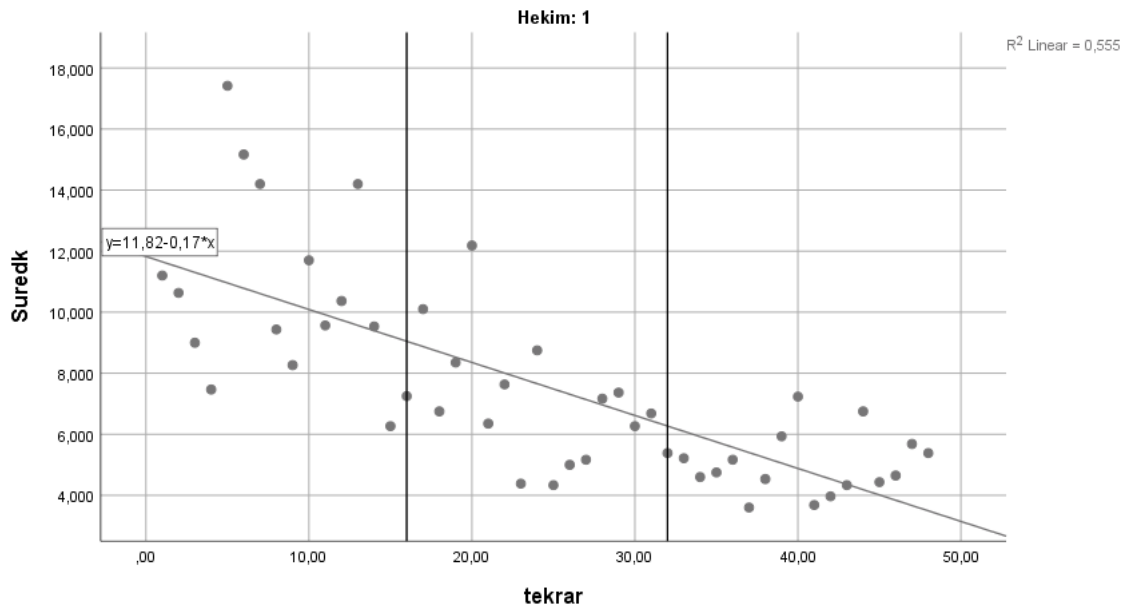
Apikal sapmada herhangi bir başarı kriteri değerlendirilmemiştir. Sonuçlar ortalama veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Apikal sapma ölçümlerinin hekim grupları, alt çene üst çene ve implant bölgelerine göre üç deneme tekrarında nasıl değiştiğine dair özet istatistikler tabloda verilmiştir. Buna göre hekim gruplarında ve farklı çene ve implant bölgelerinde apikal sapma ölçümleri deneme tekrarları boyunca çoğunda azalma olmasına rağmen farklı şekilde seyretmiş ama yine de hata değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde. Buna göre farklı hekim gruplarının apikal sapmadaki başarısı tüm implant bölgelerinde alt çene ve üst çenede farklılık göstermektedir (çene*hekim sınıf $p=0,0011$).

Ancak tablo analiz edildiğinde ilk denemeye göre son denemede genel olarak başarı artışı görülmektedir. Ardından implant bölgelerini gözetmeksizin alt çene ve üst çenede hekim grupları ikili karşılaştırılmış ve her hekim grubunda alt çene-üst çene karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p-değerlerine Tukey Kramer düzeltmesi uygulanmış ve sadece deneyimli grubun alt çene-üst çene apikal sapma ortalamaları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,0178$). Deneyimli grup üst çenede daha başarılı olmasına karşın diğer iki grupta çeneler arasında herhangi bir fark bulunmamıştır.

Tablo 19. Süre (dk.) ölçümlerinin analiz sonuçları

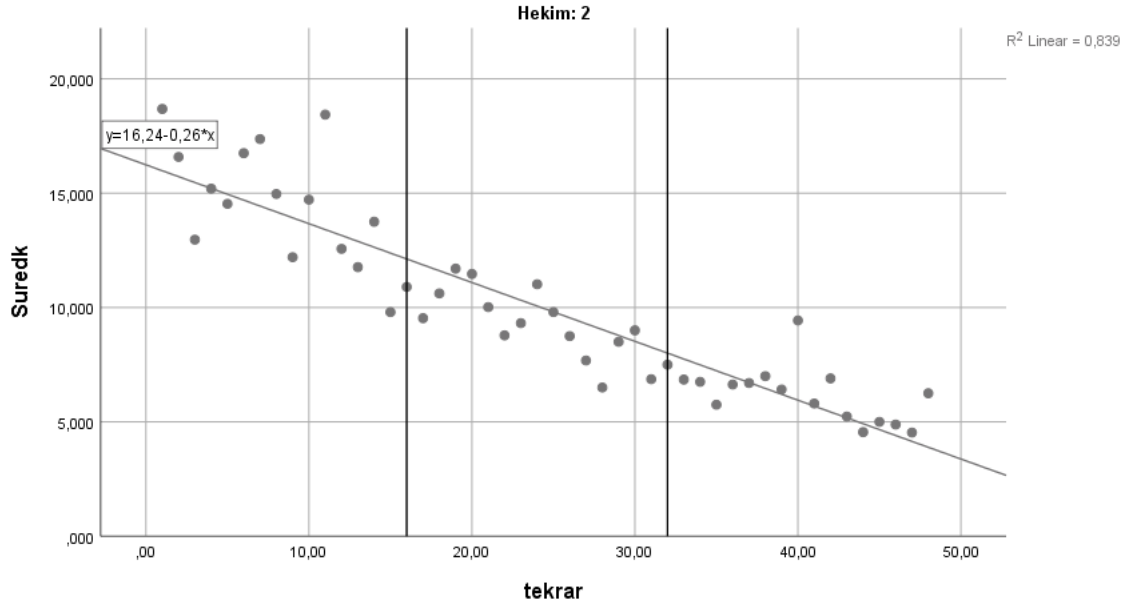
Süre (dk)				Hekim sınıfı													
				Deneyimli				Orta				Deneyimsiz					
				Çene				Çene				Çene					
				Alt		Üst		Alt		Üst		Alt		Üst			
				Ort.	S.S	Ort.	S S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S		
İmplant Bölgeleri	1	Deneme	1	14,94	5,29	10,23	2,78	16,64	1,54	14,65	,68	15,08	2,73	14,14	6,52		
			2	9,82	,40	7,07	3,87	11,29	,34	9,58	1,14	11,59	3,26	7,43	2,86		
			3	6,03	1,15	4,74	1,50	7,45	2,43	4,78	1,63	5,80	2,36	3,85	,12		
	2	Deneme	1	13,61	4,21	13,21	2,13	15,85	2,47	15,05	2,59	13,43	2,27	14,92	5,99		
			2	8,68	2,73	6,88	2,65	13,09	,95	8,51	1,78	9,93	,31	7,83	,27		
			3	5,68	1,52	5,43	2,07	6,21	2,37	4,32	1,27	4,89	,06	4,28	,74		
	3	Deneme	1	10,98	2,80	14,00	6,27	18,40	1,60	16,83	,34	18,03	,62	14,18	3,69		
			2	10,02	2,37	6,43	1,78	13,17	2,24	8,59	1,64	9,88	2,05	6,93	,65		
			3	5,25	,71	4,78	,64	8,43	,22	4,09	,13	5,35	1,46	4,95	,66		
	4	Deneme	1	11,33	5,47	11,47	1,56	15,71	2,58	14,96	1,71	13,43	1,70	13,41	7,37		
			2	11,83	,51	6,83	,47	12,93	2,77	9,58	,87	9,59	1,45	6,66	2,79		
			3	5,90	1,04	5,65	1,56	6,94	3,95	6,22	,28	6,29	,95	4,44	,01		
	5	Deneme	1	15,98	2,04	12,98	1,72	15,28	,97	13,54	1,14	16,53	,05	12,05	3,77		
			2	8,18	2,59	7,93	,80	10,78	1,45	7,61	1,66	8,10	3,70	5,86	1,26		
			3	5,15	2,19	4,72	,40	5,55	2,33	3,94	,04	3,92	,14	3,79	,15		
	6	Deneme	1	15,96	1,12	11,64	2,98	16,43	,66	18,26	2,32	16,80	,52	11,64	4,40		
			2	8,21	,81	7,63	1,93	9,84	,72	9,38	1,37	8,22	2,17	6,79	1,66		
			3	5,77	1,74	4,77	,16	6,92	,80	4,43	,32	4,68	,34	3,98	,02		
	7	Deneme	1	15,78	2,24	8,03	2,50	15,02	1,21	16,62	2,71	15,18	6,12	14,45	2,43		
			2	6,85	3,49	6,78	,13	11,47	1,37	8,51	1,40	8,24	2,09	6,94	3,88		
			3	6,18	,34	5,11	,81	7,55	,92	5,28	1,26	5,71	1,14	4,32	,78		
	8	Deneme	1	12,20	3,91	9,08	2,58	14,39	,20	15,40	2,92	13,55	3,32	12,96	5,01		
			2	9,88	1,60	6,44	1,50	12,40	2,50	10,77	1,23	9,38	,29	6,56	2,58		
			3	8,33	1,56	5,82	,61	6,15	,82	6,42	1,32	6,56	1,66	5,38	,22		
	P değerleri			Deneme												<.0001	
				Hekim_sinif												0.4592	
				Cene												<.0001	
				Implant_No												0.1243	
				Deneme*hekim_sinif												<.0001	
				Cene*hekim_sinif												0.9567	
				Cene*Deneme												0.0136	
				Deneme*Implant_No												0.0014	
	Implant_N*hekim_sini												0.5392				

Süre ölçümlerinin hekim grupları, alt çene üst çene ve implant bölgelerine göre üç deneme tekrarında nasıl değiştiğine dair özet istatistikler ve dönüşüm uygulanmış hali tabloda verilmiştir. Buna göre alt çenede 4. Bölgede deneyimli hekimlerde klinik olarak önemli olmayacak değerde çok az bir süre artışı görülmüş, bunun dışında tüm hekim gruplarında her tekrarda alt çene ve üst çenede ve tüm implant bölgelerinde sürede azalma olduğu görülmekte ancak benzer oranda azalma görülmemiştir (deneme*hekim sınıf $p<0,001$, çene*deneme $p=0,0136$ ve deneme*implant bölge $p=0,0014$). Bu nedenle hekim gruplarında, alt çene ve üst çenede implant bölgelerinde denemeye bağlı olarak değişim ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuçlar yukarıda tabloda özetlenmiştir.



Şekil 2. Deneme tekrarlarına bağlı 1. hekim süre analizi

Tek hekim tarafından gerçekleştirilen 48 adet implant uygulaması ile ilgili süre verileri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Dikey çizgiler deneme tekrarlarını göstermektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde deneme tekrarlarına bağlı olarak 1. Hekimde sürede anlamlı derecede düşüş gözlenmektedir.



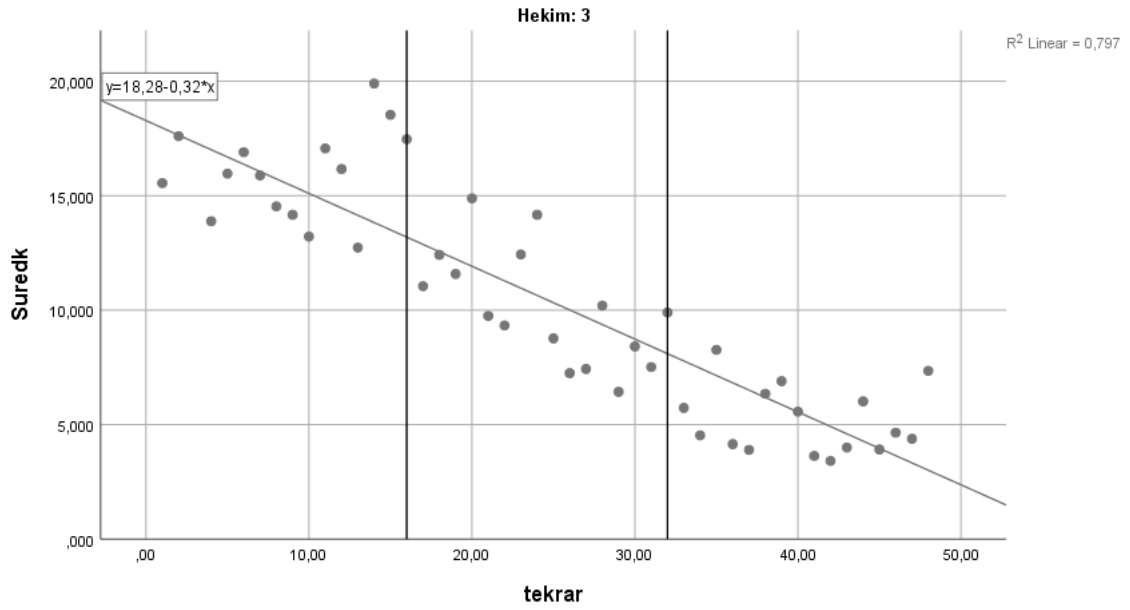
Şekil 3. Deneme tekrarlarına bağlı 2. hekim süre analizi

Tek hekim tarafından gerçekleştirilen 48 adet implant uygulaması ile ilgili süre verileri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Dikey çizgiler deneme tekrarlarını göstermektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde deneme tekrarlarına bağlı olarak 2. Hekimde sürede anlamlı derecede düşüş gözlenmektedir.

Tablo 20. Deneyimli hekim sınıfında deneme tekrarlarına bağlı süre analizleri

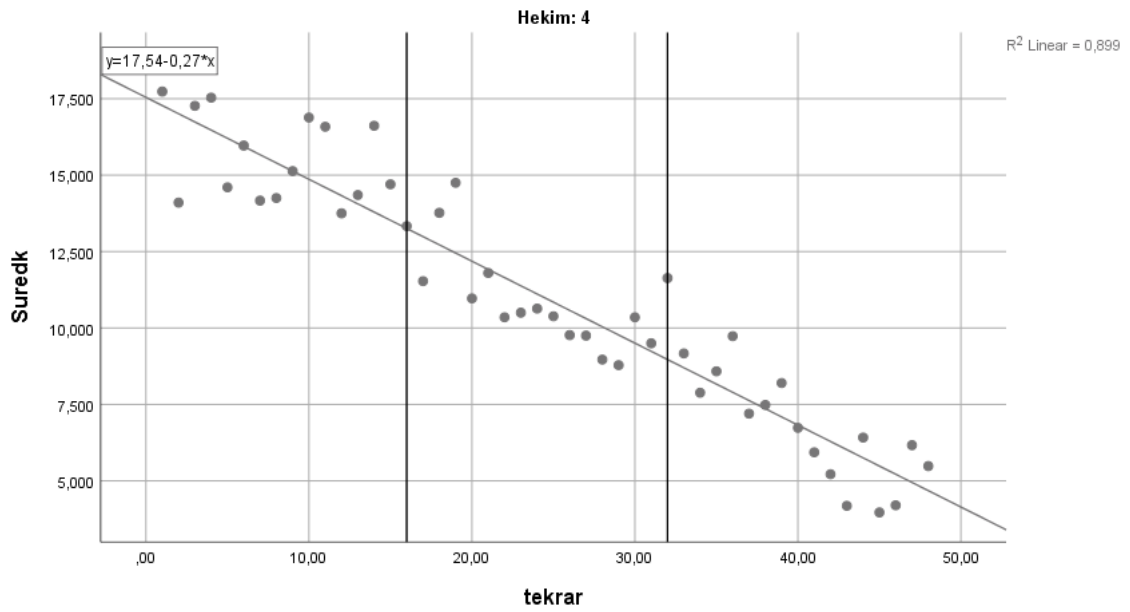
Hekim Sınıfı-Deneyimli		N	Süre (dk.)	S.S
Deneme	1	32	12,58906	3,419359
	2	32	8,09115	2,142801
	3	32	5,58125	1,263073
Toplam		96	8,75382	3,785120

Tablo 20 de deneyimli gruptaki iki hekimin her üç deneme tekrarında süre ile ilgili ortalama değerleri verilmiştir. Veriler analiz edildiğinde ilk denemeden son denemeye doğru sürede önemli derecede azalma görülmektedir.



Şekil 4. Deneme tekrarlarına bağlı 3. hekim süre analizi

Tek hekim tarafından gerçekleştirilen 48 adet implant uygulaması ile ilgili süre verileri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir.. Dikey çizgiler deneme tekrarlarını göstermektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde deneme tekrarlarına bağlı olarak 3. Hekimde sürede anlamlı derecede düşüş gözlenmektedir.



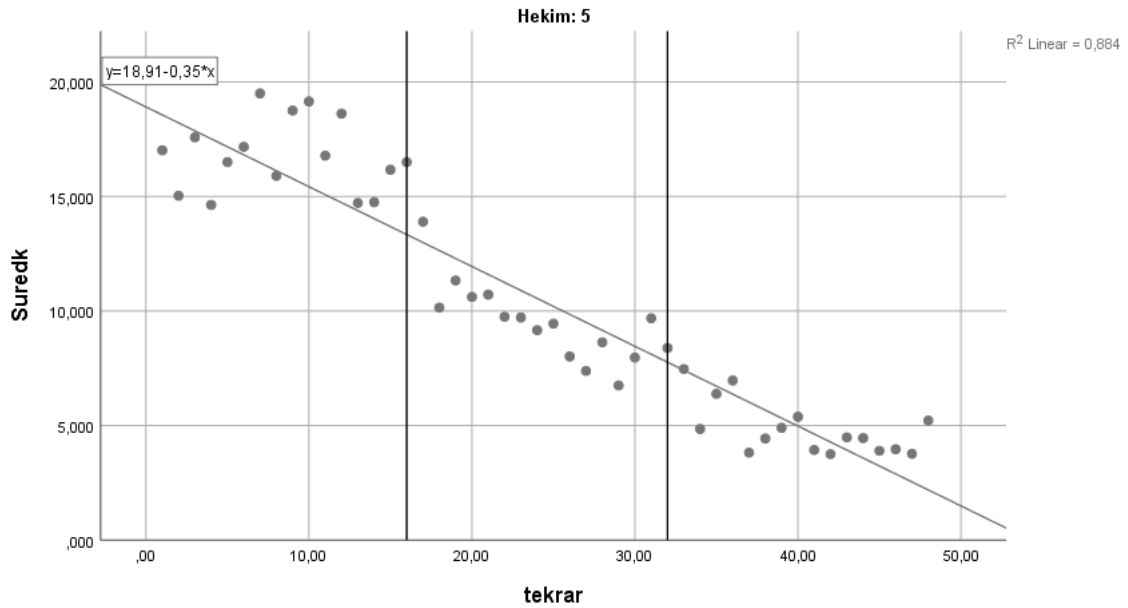
Şekil 5. Deneme tekrarlarına bağlı 4. hekim süre analizi

Tek hekim tarafından gerçekleştirilen 48 adet implant uygulaması ile ilgili süre verileri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Dikey çizgiler deneme tekrarlarını göstermektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde deneme tekrarlarına bağlı olarak 4. Hekimde sürede anlamlı derecede düşüş gözlenmektedir.

Tablo 21. Orta deneyimli hekim sınıfında deneme tekrarına bağlı süre analizleri

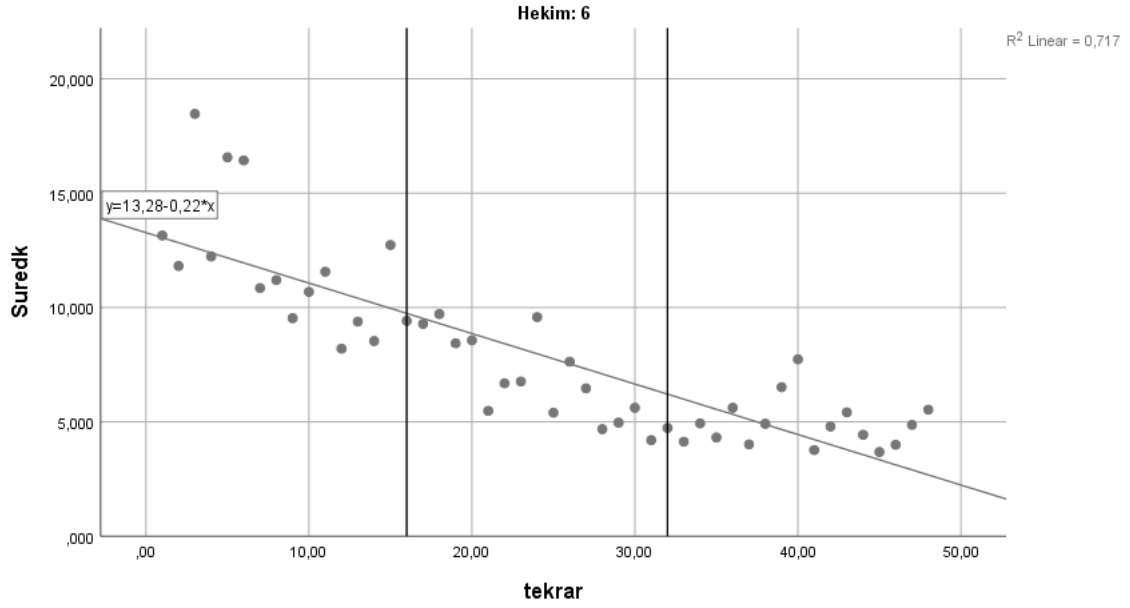
Hekim Sınıfı-Orta Deneyimli		N	Süre (dk.)	S.S
Deneme	1	32	15,81458	1,850190
	2	32	10,46771	2,103023
	3	32	5,91615	1,777339
Toplam		96	10,73281	4,486457

Tablo 21 de orta deneyimli gruptaki iki hekimin her üç deneme tekrarında süre ile ilgili ortalama değerleri verilmiştir. Veriler analiz edildiğinde ilk denemeden son denemeye doğru sürede önemli derecede azalma görülmektedir



Şekil 6. Deneme tekrarlarına bağlı 5. hekim süre analizi

Tek hekim tarafından gerçekleştirilen 48 adet implant uygulaması ile ilgili süre verileri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Dikey çizgiler deneme tekrarlarını göstermektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde deneme tekrarlarına bağlı olarak 5. Hekimde sürede anlamlı derecede düşüş gözlenmektedir.



Şekil 7. Deneme tekrarlarına bağlı 6. hekim süre analizi

Tek hekim tarafından gerçekleştirilen 48 adet implant uygulaması ile ilgili süre verileri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Dikey çizgiler deneme tekrarlarını göstermektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde deneme tekrarlarına bağlı olarak 6. Hekimde sürede anlamlı derecede düşüş gözlenmektedir.

Tablo 22. Deneyimsiz hekim sınıfında deneme tekrarlarına bağlı süre analizleri

Hekim Sınıfı-Deneyimsiz		N	Süre (dk.)	S.S
Deneme	1	32	14,36042	3,420581
	2	32	8,11979	2,247198
	3	32	4,88594	1,105786
Toplam		96	9,12205	4,635825

Tablo 22 de deneyimsiz gruptaki iki hekimin her üç deneme tekrarında süre ile ilgili ortalama değerleri verilmiştir. Veriler analiz edildiğinde ilk denemeden son denemeye doğru sürede önemli derecede azalma görülmektedir

5. TARTIŞMA

“Öğrenme eğrisi” terimi, bir faaliyet hakkında tekrar yoluyla zamanla deneyim kazanılmasını ifade eder. Bir öğrenme eğrisi genellikle öğrenen ile ilgili psikolojik ve fizyolojik faktörler ile çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Öğrenme eğrisi kavramının tıp endüstrisine etkisi genellikle cerrahi komplikasyonların etkilerini ve çalışma sürelerini araştırmak içindir [57, 58]. Ancak dental implant navigasyon sistemlerinin öğrenme eğrileri ile ilgili henüz yeterli sayıda çalışma yapılmamıştır. Böyle bir öğrenme eğrisinin oluşturulması, sistemin kullanımını operasyonel olarak artırarak çalışma doğruluğunu artırabilir. Böylece hastalara daha güvenli ve yüksek kaliteli bir implant cerrahisi uygulanabilir.

Navigasyon cerrahisi ameliyatlarının bir öğrenme eğrisi ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Statik sistemlerde öğrenme eğrisi süreci daha çok hekimin izleyerek tecrübe kazandığı bir durum olmasına karşın dinamik sistemlerde bu durum daha çok uygulamaya dayalıdır [59]. Bu çalışmamızda, dinamik navigasyon sisteminin kullanımının artışı ile beraber; süre, hekim performansı değerlendirmesi ve hekimin cerrahi deneyimine bağlı olarak öğrenme sürecini değerlendirmeyi amaçladık. Dinamik navigasyon sistemleri esnektir ve klinik durumun belirlediği gibi cerrahi planı değiştirmek için klinisyene izin verir. Ayrıca laboratuvar çalışması gerektirmez, böylece anında tarama, planlama ve cerrahi işlem aynı gün yapılabilir. Ancak klinisyen yeterlilik kazanmak için bir öğrenme eğrisinin gerekli olduğunu anlamalıdır. Bu durum hasta üzerinde uygulamaya geçilmeden önce eğitim için ek zaman ve model üzerinde uygulama gerekliliğini ortaya koymaktadır [41].

Model tabanlı çalışmalar, sistemler arasındaki farkları değerlendirmek için idealdir. Çünkü model çalışmaları kemik yoğunluğu, radyografik farklılıklar, hasta hareket faktörleri, gibi durumları ortadan kaldırır [60]. Diş hekimliğinde model uygulamaları sık olmasına rağmen literatüre göre biyomekanik yükleme testlerinde en uygun materyal insan kemiğidir. Ancak insan kadavra kemiğinin yasal ve etik nedenlerle elde edilmesindeki zorluk kullanımını kısıtlamaktadır [61]. Hayvan ve insan kadavra modellerine ilişkin bazı zorluklarından dolayı kemik dokusunun fiziksel özelliklerine benzer farklı materyallerde sentetik modeller üretilmektedir. Katz’e göre kemik homojen değil ve fiziksel özellikleri tür, yaş, cinsiyet, kemik tipine göre göre büyük farklılıklar gösterir [62]. Bu sebeplerden dolayı

özellikle poliüretandan üretilen modeller kemiğin yapısını taklit etmekte ve insan anatomisini simüle ederek biyomekanik deneylerde standart örnekler sunmaktadır [63].

Dinamik navigasyon alanında literatürde henüz yeterli sayıda çalışma yoktur. 2019 yılında yayınlanan bir çalışma dinamik navigasyon alanında öğrenme eğrisini ilk defa değerlendirmiştir. Bu çalışmada son sınıf diş hekimliği öğrencilerinin dinamik navigasyon sistemini kullanma başarısı operasyon süresi kaydedilerek değerlendirilmiştir. Aynı çalışmada implant yapılacak bölgeler rastgele belirlenmiştir. Çalışmaya toplam 14 öğrenci dahil edilmiştir. Toplam 294 implant uygulaması yapılan çalışmada bizim çalışmamıza benzer olarak süre ve diğer 4 değişken pre-ve post-op tomografilerle değerlendirilmiştir. Çalışmanın en önemli değerlendirmesi dinamik navigasyon sistemlerinin, uygulama sayısı artıka başarıyı arttırdığını ve özellikle implant cerrahisine yeni başlayacak hekimlerin olası komplikasyon risklerini azaltacağını belirtmektedir [64]. Bu çalışmaya 14 öğrenci dahil edilmiştir. Bizim çalışmamızda yukarıdaki çalışmadan farklı olarak tüm hekimler cerrahi deneyime sahip olup tecrübelerine göre üç farklı kategoriye ayrıldı. Ayrıca bu çalışmadan farklı olarak 16 farklı bölgeye implant uygulanmış olup tüm bölgelere eşit sayıda uygulama yapılmıştır ve bölgeler arası farklar değerlendirilmiştir. Bununla birlikte çalışmamızda tüm gruplarda bölgelere uygulama sırası aynı şekildedir ve her seansta hekimler 4 adet implant uygulayarak yorgunluk ve dikkat dağılmasının öğrenme sürecine olası etkileri dikkate alınmıştır.

Dental implant kullanılarak yapılan tedavilerin temel amacı; fonksiyonel ve estetik restorasyonların yapılabilmesidir. Dental implantlar çoğunlukla serbest el yöntemi veya laboratuvarıda üretilmiş geleneksel bir kılavuz yardımıyla uygulanırlar. Bu durum, kötü implant pozisyonu, anatomik hasarlar, estetik sorunlar, periimplantitis gibi birçok komplikasyonun artmasına neden olur [65].

Modern implant uygulamalarında en dikkate değer gelişmelerden ikisi minimal invaziv cerrahi ve bilgisayarlı destekli teşhis ve cerrahinin entegrasyonudur. Yazılım ve donanımda yapılan yeni teknolojik gelişmeler her alanda olduğu gibi implant uygulamalarında da, büyük olanaklar sağlayarak veri toplama ve işlemeyi kolaylaştırdı [66]. Bilgisayar teknolojisi ile beraber görüntüleme teknolojisi alanındaki ilerlemeler implant uygulamalarında birçok yeni yaklaşıma olanak sağladı ve daha başarılı protetik sonuçların öngörülebilirliğini arttırdı [67].

Dental implant uygulamalarında, serbest el yöntemine göre statik veya dinamik herhangi bir cerrahi rehber sistemi uygulamasıyla pozisyonlandırmada daha iyi sonuçlar alınmaktadır. Dinamik bilgisayar destekli cerrahi sistemlerin amacı implant pozisyonuna

bağlı oluşabilecek komplikasyonları en aza indirmektir. [22]. Ewers ve ark. 12 yıllık klinik deneyimin ardından yüksek hassasiyet gerektiren bölgelerde bu sistemlerin mükemmel yararları olduğunu belirtmişlerdir [68].

İmplant uygulamalarında geçmişten günümüze kadar birçok cerrahi rehber sistemleri kullanılmıştır. Bu sistemlerde en önemli aşamalar, verilerin doğru bir şekilde elde edilmesi ve bu veriler üzerinde yapılan sanal implant planlamalarının doğru aktarılması, başarıda en önemli faktörlerdendir. Görüntüleme işleminin eksiksiz olması, implantların üç boyutlu pozisyonunun saptanabilmesi ve implant yerleştirilecek sahaların doğru bir şekilde saptanabilmesi için çok önemlidir [69]. Dolayısıyla uygulama öncesi kullanılacak görüntüleme tekniğinin seçimi çok önemlidir [70]. Konvansiyonel görüntüleme teknikleri ile 3 boyutlu görüntüleme teknikleri karşılaştırıldığında tomografi görüntülerinin başarısı ve doğru görüntü elde etme açısından gerekliliği yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda kabul edilmiştir [71].

Görüntü elde etme sırasında KIBT cihazının markası, ayarları, voksel boyutu ve görüş alanı, sonuçları etkileyen faktörlerdendir. Bazı çalışmalarda, radyografik inceleme sırasında hasta konumlandırmaya bağlı varyasyonların görüntülerde boyutsal hatalar üretebileceği açıkça belirtilmektedir. Zayıf hasta konumlandırma yapısal bozulmaları daha da kötüleştirebilir ve dental implant yerleşimi için planlama sürecine müdahale eden genişlemelere neden olabilir [72]. Bu nedenle, bu dental implant navigasyon sistemi kapsamlı preoperatif planlama ve yüksek kaliteli dijital görüntüleme gerektirir.

Bu çalışmamızda kullanılan tüm modellerden konik ışınli tomografi ile görüntüler elde edilmiş olup tüm veriler bilgisayar ortamında incelenmiştir ve implant planlamaları sonucu verilerle gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi çekilen tomografi görüntüleri sistem yazılımına aktarılarak implant planlamaları yapılması için gereken veriler elde edilmiştir. İmplantların yapılmasının ardından alınan konik ışınli tomografi ile de planlanan ve yerleştirilen implantların sapma değerleri elde edilmiştir.

Bilgisayar destekli navigasyon teknolojisinin son 10 yıl içinde gerçekleştirilen temel araştırma ve rutin klinik uygulaması, bu teknolojinin uygulanmasının, çok çeşitli kraniomaxillo-fasiyal prosedürlerinde sonuç ve intraoperatif güvenlikte önemli bir gelişme sağladığını kanıtlamıştır.

Dental implantolojide navigasyon teknolojisinin uygulanmasının yakın gelecekte artması beklenmektedir, çünkü kullanımı kolay, daha fazla güvenlik ve daha az preoperatif hazırlık ile gelişmiş sonuçlar sunan ticari sistemler mevcuttur [68].

Günümüzde diş hekimliği alanında navigasyon işlemlerinin uygulandığı birçok sistem bulunmaktadır. Navigasyon sistemleri arasındaki farkların çoğu kullanıcı arayüzünde, izleme sistemi doğruluğunda ve güncelleme hızında yer almaktadır [73].

Dinamik sistemler için geleneksel anlamda cerrahi bir kılavuza gerek yoktur. Tarama şablonu, hata olasılığını azaltan “güvenilir işaretleyici” (fiducial marker)ler için bir referans olarak kullanılır. Bununla birlikte, statik sistemler için radyografik ve cerrahi kılavuzların imalatı gereklidir. İdeal olarak, deformasyon ve konumlandırmanın tekrarlanabilirliği için kılavuz sert bir malzemeden yapılmalıdır. Cerrahi kılavuzların üretimi sırasında 0.1-0.2 mm’lik bir hata aralığı bildirilmiştir. Bu durum genellikle üretim hatası veya malzeme özelliklerinden kaynaklanabilir [74].

Cerrahi şablonların doğru oturması her sistemde son derece önemlidir, çünkü apeks seviyesinde osteotominin sırasında küçük bir hata değişiklik getirebilir. Birçok çalışmada, giriş düzeyindeki hatanın her zaman aynı sistemle apeks düzeyinden daha az olduğunu belirtilmiştir [75].

Statik sistemlerle ilgili çalışmalarda yanlış yönlendirilmiş implant yerleştirilmesine neden olan bilgisayar destekli implant cerrahi sistemlerindeki doğal hatalar değerlendirilmiştir. Bunlar çoğunlukla cerrahi hataların yanı sıra, bilgisayarlı tomografi görüntü edinimi ve veri işleme, stereolitografik cerrahi şablon üretimi sırasında biriken hatalar gibi faktörlerdir [75].

Günümüzde bilgisayar destekli rehberler implant uygulamalarında yaygın kullanılan yaklaşımlardandır. Tahmaseb 2014 yılında yaptığı derlemede yayınların doğruluğu hakkında statik rehberlerle ilgili sistematik bir inceleme sunmaktadır. Klinik çalışmalarda ölçülen sapmaların modellerin kullanılmasından çok daha yüksek olduğu bulunmuştur. Verilere göre, implant giriş noktasında 1.12 mm, maksimum 4,5 mm ve apekte maksimum 7,1 mm ve ortalama 1.39 mm’lik bir yanlışlık gösterdiğini belirtmiştir. Açısal hata ortalama 4 ° ve maksimum 21 ° kadar yüksek olabilecek şekilde rapor edilmiştir. Yazarların belirttiği gibi, maksimum sapmalar kabul edilenden çok uzak ve rehber kullanımıyla ilişkili riskleri göstermektedir. Ayrıca operasyon anında implant pozisyonunu değiştirme imkanının olmadığını ve bunun yüksek risk faktörü olduğu belirtilmektedir [76].

Bilgisayar destekli statik implant cerrahisinin sistematik bir incelemesi yapılan bir çalışmada, giriş noktasında ortalama 1.07 mm ve apekte 1.63 mm, ortalama vertikal sapma 0.43 mm ve ortalama açısal sapma 5.26° olarak rapor edilmiştir [77]. Vercruyssen ve ark. tarafından 2014 yılında yapılan; Mukoza ve kemik destekli statik rehber ve serbest el yöntemi ile implant yerleştirilmesi kullanımının karşılaştırılmasını değerlendiren çalışmada

kret sapmasının 1,4 mm, apikal sapma 1,6 mm, açısal sapmanın 3 derece olduğu, serbest el yöntemleri ile kret sapmasının 2,7 mm apikal sapma 2,9 mm ve açısal sapmanın ise 9,9 derece olduğu rapor edilmiştir [78].

Jung ve ark. Yaptıkları bir meta-analiz çalışmasında giriş noktası ve apeks sapmalarının dinamik sistemlerde statik sistemlere göre daha yüksek başarı gösterdiğini belirtmişlerdir [67]. Bununla birlikte, statik sistemlerde klinik olarak da yapılan birçok çalışma olduğundan ve dinamik sistemlerin doğruluğuna ilişkin verilerin çoğu model çalışmalarından elde edildiğinden, bu sonuçlar dikkatle yorumlanmalıdır. Bazı yazarlar navigasyon sistemlerini kullanarak yaptıkları klinik çalışmalarda sistemin statik sistemlere benzer şekilde iyi sonuçlar verdiğini ve serbest el yöntemiyle implant yerleştirilmesinden önemli ölçüde daha iyi sonuçlar verdiğini raporlamışlardır [79].

2015 yılında yayınlanan bir in vitro çalışma Navident® sisteminin doğruluğunu test etmiş ve giriş noktası ve açısal sapmada iyi sonuçlar aldığını ancak vertikal sapmalarla ilgili 0 ile 3,3 mm arasında kötü sonuçlar aldıklarını rapor etmişlerdir. Bu sonuçları etkenleri olarak; KIBT tarama kalitesi, kayıt ve planlama hataları, sistem hassasiyetini, marker hareketi, operatör hataları ve iki KIBT taraması çakıştırmasında meydana gelen hatalar belirtilmiştir [67, 80, 81]. Çalışmamızda kullanılan navigasyon sisteminin kullanıldığı başka bir çalışmada giriş noktası sapma miktarı $1,14 \pm 0,55\text{mm}$, vertikal olarak apekteki sapma miktarı $1,04 \pm 0,71\text{mm}$, üç boyutlu apekteki sapma miktarı $1,71 \pm 0,61\text{mm}$, açısal sapma miktarı ise $2,99 \pm 1,68^\circ$ olarak rapor edilmiştir [80]. Stefanelli ve ark. 2019 yılında yaptığı retrospektif çalışmaya 231 adet implantı dahil etmiştir. Parsiyal diş eksikliği bulunan hastalara 106 adet, total dişsiz hastalara ise toplam 125 adet olmak üzere 89 çeneye implant uygulanmıştır. Çalışmaya sadece tek cerrahın yaptığı implantlar dahil edilmiştir. Tüm işlemler flepsiz veya minimal flep yaklaşımıyla yapılmıştır. Tüm gruptaki implantlar için yerleştirilen ve planlanan implantların sapma değerleri, kret sapmasında 0,7 mm iken apekte vertikal olarak 1,0 mm'dir. Bu gruptaki açısal sapma değeri ise $2,21^\circ$ olarak rapor edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada yerleştirilen ve planlanan implantların sapma değerlerinin implantların alt-üst ya da sağ-sol çenede olması arasında istatistiksel olarak bir anlamlı bir fark olmadığını belirtilmiştir. İmplantların navigasyon rehberliğinde yerleştirilmesinde ise sapma değerlerinde olumlu sonuçları olduğu belirtilmiştir. 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 olduğu belirtilmiştir [76]. Ayrıca çalışmada cerrahın navigasyon kullanımının arttıkça sapma miktarının düştüğü belirtilmiştir. Diğer navigasyon sistemlerinin kullanıldığı çeşitli

laboratuvar çalışmalarında ise giriş noktası ve apeks vertikal sapma miktarı 1mm altında açısal sapma miktarı ise yaklaşık 4° civarındadır [1].

Çoğu araştırmacının görüşüne göre, 2 mm'lik vertikal bir güvenlik payı cerrahi planlamada tüm önemli anatomik yapılara uygulanmalıdır. Dental implantlar yerleştirildikten sonra nöropatik ağrı ve duyuşal değişiklikler tanımlandığından bu son derece önemli bir konudur. Çalışmamızda kullandığımız sistem 1 mm ve üstündeki vertikal sapmalara hatalı sonuç verdiğiinden derinlik sapmasında 1 mm den yüksek değerler başarısız olarak kabul edildi.

Çalışmamızda iki sonuç değişkeni tanımlandı: doğruluk ve klinik performans. Doğruluk için, dört parametre değerlendirildi: (1) Giriş noktasındaki sapma, (2) apikal bölgede vertikal sapma (iki boyutlu), (3) apikal sapma (üç boyutlu) ve (4) açısal sapma. Klinik performans ise süre ile değerlendirildi. Üç boyutlu apikal sapma hariç diğer üç parametre hem ortalama sapma hem de başarı kriteri açısından değerlendirildi. Üç boyutlu apikal sapma işlem anında sistemde herhangi bir renk uyarısı olmadığı için sadece ortalama değerler üzerinden değerlendirildi. Literatürde dinamik navigasyon sistemleri ile ilgili başarı kriteri verilerek değerlendirilen herhangi bir örnek çalışma yoktur.

Her sapmadaki değerler; hekim deneyimi, implant bölgesi, farklı çene, deneme tekrarına göre ayrı olarak değerlendirildi. Kret sapması verileri değerlendirildiğinde en önemli nokta tüm hekimlerin; implant bölgesi, hekim deneyimi ve çene farkı olmaksızın deneme sayısı arttıkça başarı kriteri olarak kabul edilen 1mm altında sapma göstermesidir. Kret sapmasındaki ortalama verilere bakıldığında implant bölgesi, hekim deneyimi ve çeneler arasında anlamlı fark bulunmadı. Hiçbir ek değişkene bakılmadan çalışmamızda yapılan 288 implantın kret sapma ortalaması $1,09 \pm 0,68$ mm dir. Hekim deneyimini gözetmeksizin yapılan değerlendirmede ilk 96 implant uygulamasında kret sapma değeri $1,52 \pm 0,78$ ikinci 96 implant uygulamasında $0,98 \pm 0,54$ ve son 96 implant uygulamasında $0,77 \pm 0,47$ mm dir. Bu veriler değerlendirildiğinde uygulama sayısı artıkça sapma miktarının azaldığı gözlenmektedir. Kret sapmasında ve diğer verilerde uygulama anında pilot frez ve ikinci osteotomi frez arasında önemli derecede sapma olduğu gözlenmiştir. Bunun en muhtemel sebebi olarak kullanılan implant sistemin pilot frez ve diğer osteotomi frezleri arasındaki dizayn farklılığı olarak yorumlandı (Resim 16). Bu konuda yeterli değerlendirmeyi yapmak için birkaç farklı implant sistemiyle çalışma yapmak gerekmektedir.



Resim 16. Pilot frez ve ikinci osteotomi frezi

Apikal sapma (vertikal) değerlerine bakıldığında yine aynı şekilde en önemli nokta tüm hekimlerin; implant bölgesi, hekim deneyimi ve çene farkı olmaksızın deneme tekrarlarında yani tecrübeyle başarı kriteri olarak kabul edilen 1mm altında sapma göstermesidir. Bir diğer önemli nokta apikal sapmada bölgeler arasında fark bulunmuştur. Çene farkı olmaksızın premolar bölgede molar bölgeye göre vertikal sapmada başarı oranı daha yüksektir. Hiçbir ek değişkene bakılmadan çalışmamızda yapılan 288 implantın apikal sapma (vertikal) ortalaması $0,84 \pm 0,82$ mm dir. Hekim deneyimini gözetmeksizin yapılan değerlendirmede ilk 96 implant uygulamasında apikal sapma değeri $0,98 \pm 0,92$ ikinci 96 implant uygulamasında $0,84 \pm 0,80$ ve son 96 implant uygulamasında $0,71 \pm 0,72$ mm dir. Bu veriler değerlendirildiğinde uygulama sayısı artıkça sapma miktarının azaldığı gözlenmektedir. Ancak bazı bölgelerde apikal sapma oranlarında farklı değerler görülmektedir. Bu sonuçlarda en olası sebepler model osteotomi sırasında bazı implant yuvalarında biriken partiküller ve bunların uzaklaştırılmasındaki zorluklar, implant gönderme parçası takıldığında navigasyonun iki parçayı tek olarak algılamada duyarlılığının azalması, implant sistemi ve frez uyumu, bazen implantın yüksek torkla sıkışması ve manuel olarak gönderilemediği gibi sebepler olarak değerlendirildi.

Açısal sapma verilerine bakıldığında en önemli nokta tüm hekimlerin; implant bölgesi, hekim deneyimi ve çene farkı olmaksızın deneme tekrarlarında yani tecrübeyle

başarı kriteri olarak kabul edilen 6° altında sapma göstermesidir. Üçüncü denemede tüm hekim grupları %100 başarı göstermiştir. Diğer 2 parametreye göre ilk denemeden itibaren açısal sapma oranında daha yüksek bir başarı oranı gözlenmektedir. Açısal sapmadaki ortalama verilere bakıldığında implant bölgesi, hekim deneyimi ve çeneler arasında anlamlı fark bulunmadı. Ancak tüm değişkenlerde diğer parametrelere göre yüksek başarı oranı gözlenmektedir. Hiçbir ek değişkene bakılmadan çalışmamızda yapılan 288 implantın açısal sapma ortalaması $2,82 \pm 1,88^\circ$ dir. Hekim deneyimini gözetmeksizin yapılan değerlendirmede ilk 96 implant uygulamasında açısal sapma değeri $4,03 \pm 2,13$ ikinci 96 implant uygulamasında $2,64 \pm 1,45$ ve son 96 implant uygulamasında $1,81 \pm 1,22$ mm dir.

Apikal sapma (üç boyutlu) verilerinde herhangi bir başarı kriteri değerlendirilmemiştir. Bunun sebebi sistemde operasyon anında bu sapma ile ilgili herhangi bir renk ve uyarı göstergesi yoktur. Bu yüzden ortalama veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Hiçbir ek değişkene bakılmadan çalışmamızda yapılan 288 implantın apikal sapma (üç boyutlu) ortalaması $1,46 \pm 0,89$ mm'dir. Hekim deneyimini gözetmeksizin yapılan değerlendirmede ilk 96 implant uygulamasında apikal sapma değeri $1,86 \pm 1,00$ ikinci 96 implant uygulamasında $1,39 \pm 0,80$ ve son 96 implant uygulamasında $1,15 \pm 0,69$ mm dir. Her ne kadar bir başarı kriteri belirlenmese de apikal bölgede herhangi bir yönde 1 mm ve üstünde sapmalar klinik uygulamalarda sinir hasarı, maksiller sinüs komplikasyonları gibi durumlara neden olabilir. Çalışmamızda uygulama sayısı arttıkça sapma oranı düşmesine rağmen genellikle üç boyutlu apikal sapmada 1mm altında sapma oranı maalesef elde edilememiştir.

Süre verilerine bakıldığında hiçbir ek değişkene bakılmadan zamanla azalma olduğu görülmektedir. Süre ile ilgili verilen değerlerde işaretleyici (marker) hazırlama süresi tomografi çekim süresi gibi süreler dahil edilmemiştir. Sadece sistem hazır olduktan sonra implant osteotomi süreleri ve implant yerleştirme süreleri hesaplanmıştır. Hiçbir ek değişkene bakılmadan çalışmamızda yapılan 288 implantın süre ortalaması $9,54 \pm 4,39$ dakikadır. Hekim deneyimini gözetmeksizin yapılan değerlendirmede ilk 96 implant uygulamasında süre değeri $14,25 \pm 3,24$ ikinci 96 implant uygulamasında $8,89 \pm 2,42$ ve son 96 implant uygulamasında $5,46 \pm 1,46$ dk. olarak elde edildi.. Süre ile ilgili hekim grupları ayrı değerlendirildiğinde her üç grubunda değerlerinin ilk denemeden son denemeye kadar benzer olduğu görülmektedir. Deneyimli grupta ilk 32 implantın süre ortalaması $12,58 \pm 3,01$, ikinci 32 implantın $8,09 \pm 2,14$ ve son 32 implantın $5,58 \pm 1,26$ dir. Orta deneyimli grupta ilk 32 implantın süre ortalaması $15,81 \pm 1,85$, ikinci 32 implantın $10,46 \pm 2,10$ ve son 32 implantın $5,91 \pm 1,77$ dir. Deneyimsiz grupta ilk 32 implantın süre

ortalaması $14,32 \pm 3,42$ ikinci 32 implantın $8,11 \pm 2,24$ ve son 32 implantın $4,88 \pm 1,10$ dur. Diğer veriler dahil edilerek ilk ikinci ve son 96 implant uygulamalarının tamamında sapma değerlerinde ve sürede azalma gözlenmektedir. Bu dinamik navigasyon sisteminin kliniklerde belli bir tecrübeden sonra kolaylıkla kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Ancak klinik ve model çalışmaları değerlendirildiğinde her zaman klinik sapma değerlerinin model çalışmalarına göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda da her ne kadar kliniğe uygun şartlar sağlanmaya çalışılsa da kanama, hasta pozisyonlandırma, dil hareketleri, ağız açıklığı gibi faktörler değerlendirilmemiştir. Bu nedenle dinamik navigasyon sistemi deneyimi olan hekimlerin yapacağı klinik çalışmalar bu sistemler hakkında daha net ve gerçekçi sonuçlar sunma imkanına sahiptir.

Mevcut yazarların görüşüne göre, yapılan stent hatada çok kritik bir öneme sahiptir ve yanlış yapıldığında önemli derecede sapmalara neden olabilmektedir. Gelecekteki araştırmalar, referans noktası belirteçlerini ve kaydını iyileştirmeye odaklanmalıdır. Hazırlanan stentler kolayca deforme olabilir ve hata oranını yükseltebilir. Bazı yazarlar sadece mini vidalarla fikse edilen işaretleyicilerin en güvenilir sonuçları verdiğini belirtmişlerdir. Ancak bununda postoperatif ağrı ve ödemi artırması dezavantajdır [82, 83]. Bizim çalışmamızda kullanılan alt ve üst çene modelleri dişli modeller olup yapılan stentler diş destekli olarak hazırlanmıştır. Ayrıca çalışmamızın devam ederken firma termoplastik stente gerek olmayan "Trace and Place" (TaP, ClaroNav Inc. Toronto, Kanada) ismini verdiği yeni bir sürüm çıkarmıştır fakat bununla ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bilgisayar destekli dinamik cerrahi sistemlerin daha öncede belirtildiği gibi temel avantajları ve dezavantajları vardır. Bu sistemlerin cerrahi sürenin uzaması, öğrenme eğrisi gerekliliği, pahalı olması gibi dezavantajları olmasına rağmen özellikle implant deneyimi olmayan hekimlerin uygulamada pozisyonlandırmaya bağlı olası komplikasyonlardan kaçınmasında büyük yararı olacağı düşünülmektedir [1, 41]. Block ve ark. yaptıkları çalışmada navigasyon deneyimi olan cerrahların diğer cerrahlara göre daha hızlı öğrenme eğrisi olduğunu belirtmişler ancak 20 vaka sonunda öğrenme eğrisi açısından aralarında minimal farklılıklar olduğunu rapor etmişlerdir [84]. Bizim çalışmamızda tüm hekimlerin daha önce navigasyon deneyimi olmamasına rağmen yaptıkları implant cerrahisi aşamasına göre sınıflandırıldı. Tüm verilerde cerrahi deneyim ve öğrenme eğrisi arasında önemli derece bir fark bulunmadı.

İmplant cerrahisi yaygın bir prosedür olmasına rağmen diş hekimliği öğrencileri genellikle temel tedaviler hakkında yetersiz bilgiye sahiptirler. Bu prosedürlerin genellikle

karmaşık, yüksek maliyetler içermesi ve hekim deneyimine bağlı olması muhtemelen daha düşük vaka yapmalarını açıklamaktadır. Casap ve ark. son sınıf öğrencileriyle yaptıkları navigasyon sistemleri çalışmalarında bu sistemi kullanan diş hekimliği öğrencilerinin serbest el yöntemiyle implant yapan öğrencilere göre yüksek başarı gösterdiği ve öğrenme eğrilerinin çok daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir [33].

Kullanılan çalışma tasarımı (in vitro çalışma) sonuçlarının, özellikle klinik değişkenlerden etkilenebilecek sonuçların genelleştirilmesi gerekmektedir. Gerçekten çalışmamızda, tüm modeller, klinik öncesi simülasyon, hasta, ışık koşulları, cerrahi koşullar, implant sistemi, implant uzunluğu ve çapı, tomografi çekim tekniği, cerrahi planlamada kullanılan yazılım gibi tüm değişkenler mümkün olduğunca klinik ile uyumlu olacak koşullarla paralel olacak şekilde sağlanmaya çalışıldı. Bu noktada temel amaç; sistemi doğru bir şekilde analiz etmeyi mümkün kılmak ve klinik uygulanabilirliğini tam anlamıyla değerlendirmektir. Ancak yine de tükürük, kanama, hasta hareketleri, ağrı, yorgunluk gibi durumlar olmadığı için bu sistemlerin ileride güvenle kullanılabilmesi için klinik çalışmalarla değerlendirmek çok önemlidir.

Stefanelli ve ark. 2018 yılında yaptıkları çalışmada, dinamik navigasyon sisteminin operatörün el-göz koordinasyonu ve ince motor hareketi becerisi gerektirdiğini belirtmişlerdir. Doğruluğun doğuştan gelen yetenek, eğitim ve deneyim birikiminin bir fonksiyonu olan operatör beceri seviyesinden önemli ölçüde etkilenmesini beklemek mantıklıdır. Mevcut çalışmanın bir sınırlaması, tüm implantların tek bir cerrah tarafından yapılmasıdır, bu nedenle diğer cerrahlar için sonuçların benzer olup olmayacağı belirsizdir [76]. Bununla birlikte, ölçülen ilk vakadan son vakaya doğru kabul edilebilir derecede doğru sonuçların elde edildiğini ve giriş ve açısız doğruluğun deneyim ile kademeli olarak iyileştiğini gözlemlemenin yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda 6 hekimin verileri değerlendirildi ve benzer şekilde uygulama sayısı arttıkça tüm hekimlerde 4 kriter ve sürede iyileşme olduğu gözlemlendi. İlk 96 implant uygulamasından sonra yani her hekim toplamda 16 implant uyguladıktan sonra apikal sapma (3D) verisi dışında diğer üç verinin ortalama değerleri başarı kriterlerine uygun şekildedir. Apikal sapma (3D) de herhangi bir başarı kriteri belirlenmemiş ortalama veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Hiçbir ek değişkene bakılmadan çalışmamızda yapılan 288 implantın apikal sapma (üç boyutlu) ortalaması $1,46 \pm 0,89$ mm'dir. Hekim deneyimini gözetmeksizin yapılan değerlendirmede ilk 96 implant uygulamasında apikal sapma değeri $1,86 \pm 1,00$ ikinci 96 implant uygulamasında $1,39 \pm 0,80$ ve son 96 implant uygulamasında $1,15 \pm 0,69$ mm olarak elde edildi. Bu veriler analiz edildiğinde herhangi bir başarı kriteri belirlenmeyen bu veride,

diğer veriler gibi deneme tekrarı artıkça sapma miktarının azaldığı görölmektedir. Ayrıca tüm sapmalarda değeri düşmesi ile beraber tüm hekimlerde sürenin tek tek analizi yapılmıştır. Bütün hekimlerde zamanla hem başarıda artış hem de sürede azalma görölmektedir.



6. SONUÇLAR

Dinamik navigasyon sistemi ile tek seansta görüntüleme, planlama ve hassas implant yerleştirme işlemleri mümkündür. Çalışmamızda tüm hekim verileri değerlendirildiğinde cerrahi deneyim ve başarı arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle bu sistem özellikle implant cerrahisine yeni başlayan hekimler için olası anatomik hasarlar ve implant pozisyonlandırmaya bağlı komplikasyonları önlemede yardımcı olacaktır. Çalışmamızda her hekim model üzerinde 48 adet implant uygulaması yapmış ve uygulama sayısı artıkcı sapma değerlerinin ve sürenin tüm hekim gruplarında önemli ölçüde azaldığı ve klinik olarak başarılı kabul edilebilecek sınırlarda implant uygulamasının başarıldığı görülmektedir. Bu sonuç bize dinamik navigasyon sistemi için gereken öğrenme sürecinin makul sınırlarda olduğunu göstermektedir. Ancak yine çalışmamız model çalışması olduğundan sistemin hasta üzerinde uygulanması sırasında başarı oranları ile sürede değişiklikler görülecektir. Yine de özellikle ilk deneme verilerinden sonra süre ve sapma miktarlarında ki azalma, klinik uygulamalardan önce model uygulaması yapmanın olası komplikasyonları azaltacağını ve sistem hakimiyetini artıracığını göstermektedir. Çalışmadaki süre verilerine stent hazırlanma süresi, görüntüleme süresi gibi süreler dahil edilmediğinden daha düşük değerler elde edilmiştir. Ancak klinik uygulamalarda bu süreler çok zaman gerektirdiğinden özellikle stent ihtiyacı olmayan sistemlerin gelişimi daha kolay uygulanabilirliğe olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. 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.
2. D’Haese, J., et al., *Current state of the art of computer-guided implant surgery*. Periodontol 2000, 2017. 73 (1): p. 121-133.
3. Jorba-Garcia, A., et al., *Accuracy and the role of experience in dynamic computer guided dental implant surgery: An in-vitro study*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2019. 24 (1): p. e76-e83.
4. Ganz, S.D., *Presurgical planning with CT-derived fabrication of surgical guides*. Journal of oral and maxillofacial surgery, 2005. 63 (9): p. 59-71.
5. Verstreken, K., et al., *Computer-assisted planning of oral implant surgery: a three-dimensional approach*. International journal of oral & maxillofacial implants, 1996. 11 (6).
6. Bitra, S., et al., *Computer Assisted Implant Surgery: Advanced Implant Surgical*.
7. Van Assche, N., et al., *Accuracy of computer-aided implant placement*. Clinical oral implants research, 2012. 23: p. 112-123.
8. Golob Deeb, J., et al., *Exploring training dental implant placement using computer-guided implant navigation system for predoctoral students: a pilot study*. European Journal of Dental Education, 2019.
9. White, S.C. and M.J. Pharoah, *The evolution and application of dental maxillofacial imaging modalities*. Dental Clinics of North America, 2008. 52 (4): p. 689-705.
10. Monsour, P. and R. Dudhia, *Implant radiography and radiology*. Australian dental journal, 2008. 53: p. S11-S25.
11. Reddy, M.S. and I.-C. Wang, *Radiographic determinants of implant performance*. Advances in dental research, 1999. 13 (1): p. 136-145.
12. White, S.C., et al., *Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 2001. 91 (5): p. 498-511.

13. Tyndall, D.A. and S.L. Brooks, *Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 2000. 89 (5): p. 630-637.
14. Lingeshwar, D., B. Dhanasekar, and I. Aparna, *Diagnostic imaging in implant dentistry*. International Journal of Oral Implantology and Clinical Research, 2010. 1 (3): p. 147-53.
15. BouSerhal, C., et al., *Imaging technique selection for the preoperative planning of oral implants: a review of the literature*. Clinical implant dentistry and related research, 2002. 4 (3): p. 156-172.
16. Miracle, A. and S. Mukherji, *Conebeam CT of the head and neck, part 1: physical principles*. American Journal of Neuroradiology, 2009. 30 (6): p. 1088-1095.
17. Leung, C.C., et al., *Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2010. 137 (4): p. S109-S119.
18. Ramasamy, M., et al., *Implant surgical guides: From the past to the present*. Journal of pharmacy & bioallied sciences, 2013. 5 (Suppl 1): p. S98.
19. Hamiş, A.O., O. Ozan, and S. Ramoğlu, *Protetik diş hekimliğinde 3-boyutlu implant planlama ve cerrahi kılavuzlar*. Acta Odontologica Turcica, 2016. 33 (1).
20. Ruppın, J., et al., *Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems*. Clinical oral implants research, 2008. 19 (7): p. 709-716.
21. Spector, L., *Computer-aided dental implant planning*. Dental Clinics of North America, 2008. 52 (4): p. 761-775.
22. 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).
23. Lal, K., et al., *Use of stereolithographic templates for surgical and prosthodontic implant planning and placement. Part I. The concept*. Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry, 2006. 15 (1): p. 51-58.

24. Dandekeri, S.S., M. Sowmya, and S. Bhandary, *Stereolithographic surgical template: a review*. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 2013. 7 (9): p. 2093.
25. Arisan, V., et al., *Implant positioning errors in freehand and computer-aided placement methods: a single-blind clinical comparative study*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2013. 28 (1).
26. Ochi, M., et al., *Factors affecting accuracy of implant placement with mucosa-supported stereolithographic surgical guides in edentulous mandibles*. Computers in Biology and Medicine, 2013. 43 (11): p. 1653-1660.
27. Vermeulen, J., *The Accuracy of Implant Placement by Experienced Surgeons: Guided vs Freehand Approach in a Simulated Plastic Model*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2017. 32 (3).
28. Nickenig, H.-J., et al., *Evaluation of the difference in accuracy between implant placement by virtual planning data and surgical guide templates versus the conventional free-hand method—a combined in vivo–in vitro technique using cone-beam CT (Part II)*. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2010. 38 (7): p. 488-493.
29. Raico Gallardo, Y.N., et al., *Accuracy comparison of guided surgery for dental implants according to the tissue of support: a systematic review and meta-analysis*. Clinical Oral Implants Research, 2017. 28 (5): p. 602-612.
30. Valente, F., G. Schiroli, and A. Sbrenna, *Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2009. 24 (2).
31. Gargallo-Albiol, J., et al., *Advantages and disadvantages of implant navigation surgery. A systematic review*. Ann Anat, 2019. 225: p. 1-10.
32. dos Santos, P.L., et al., *Evaluation of bone heating, drill deformation, and drill roughness after implant osteotomy: guided surgery and classic drilling procedure*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2014. 29 (1).
33. Casap, N., et al., *Evaluation of a navigation system for dental implantation as a tool to train novice dental practitioners*. Journal of oral and maxillofacial surgery, 2011. 69 (10): p. 2548-2556.
34. Orlandi, R.R., *Image-guided surgery of the sinuses: current technology and applications*. Otolaryngologic Clinics of North America, 2004. 37 (2): p. 381-400.

35. Roberts, D.W., et al., *A frameless stereotaxic integration of computerized tomographic imaging and the operating microscope*. Journal of neurosurgery, 1986. 65 (4): p. 545-549.
36. Watanabe, E., et al., *Three-dimensional digitizer (neuronavigator): new equipment for computed tomography-guided stereotaxic surgery*. Surgical neurology, 1987. 27 (6): p. 543-547.
37. Kato, A., et al., *A frameless, armless navigational system for computer-assisted neurosurgery*. Journal of neurosurgery, 1991. 74 (5): p. 845-849.
38. Matula, C., et al., *Intraoperative computed tomography guided neuronavigation: concepts, efficiency, and work flow*. Computer aided surgery, 1998. 3 (4): p. 174-182.
39. Grunert, P., et al., *Stereotactic biopsies guided by an optical navigation system: technique and clinical experience*. Minimally Invasive Neurosurgery, 2002. 45 (01): p. 11-15.
40. D'haese, J., et al., *Current state of the art of computer-guided implant surgery*. Periodontology 2000, 2017. 73 (1): p. 121-133.
41. 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.
42. Hassfeld, S., et al., *Computer-based approaches for maxillofacial interventions*. Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies, 2003. 12 (1-2): p. 25-35.
43. 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.
44. Benjamin, A. and N. Phadnis, *Dynamic Implant Navigation Systems: A Review*. World Journal of Advanced Scientific Research, 2018. 1: p. 117-122.
45. 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.
46. Stefanelli, L.V., et al., *Accuracy of a Dynamic Dental Implant Navigation System in a Private Practice*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2019. 34 (1): p. 205-213.

47. Newman, M.G., et al., *Carranza's clinical periodontology*. 2011: Elsevier health sciences.
48. Wright, T.P., *Factors affecting the cost of airplanes*. Journal of the aeronautical sciences, 1936. 3 (4): p. 122-128.
49. Ramsay, C.R., et al., *Assessment of the learning curve in health technologies. A systematic review*. Int J Technol Assess Health Care, 2000. 16 (4): p. 1095-108.
50. Chambers, D.W., *Competency-based dental education in context*. European journal of dental education, 1998. 2 (1): p. 8-13.
51. Valsamis, E.M., et al., *Modeling learning in surgical practice*. Journal of surgical education, 2018. 75 (1): p. 78-87.
52. Chambers, D., *Learning curves: what do dental students learn from repeated practice of clinical procedures?* Journal of dental education, 2012. 76 (3): p. 291-302.
53. Subramonian, K. and G. Muir, *The 'learning curve' in surgery: what is it, how do we measure it and can we influence it?* BJU international, 2004. 93 (9): p. 1173-1174.
54. Khan, N., et al., *Measuring the surgical 'learning curve': methods, variables and competency*. BJU Int, 2014. 113 (3): p. 504-8.
55. Dyer, C., *Bristol case surgeon claimed to have been on "learning curve"*. BMJ, 1999. 319 (7223): p. 1456.
56. Moretti Neto, R.T., et al., *Validation of an experimental polyurethane model for biomechanical studies on implant-supported prosthesis: compression tests*. Journal of Applied Oral Science, 2011. 19 (1): p. 47-51.
57. Kelsey, S.F., et al., *Effect of investigator experience on percutaneous transluminal coronary angioplasty*. American Journal of Cardiology, 1984. 53 (12): p. C56-C64.
58. Pisano, G.P., R.M. Bohmer, and A.C. Edmondson, *Organizational differences in rates of learning: Evidence from the adoption of minimally invasive cardiac surgery*. Management Science, 2001. 47 (6): p. 752-768.
59. Van de Wiele, G., et al., *The accuracy of guided surgery via mucosa-supported stereolithographic surgical templates in the hands of surgeons with little experience*. Clinical oral implants research, 2015. 26 (12): p. 1489-1494.

60. Tahmaseb, A., et al., *Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2014. 29.
61. Rodrigues, D.C., et al., *Mechanical and photoelastic analysis of four different fixation methods for mandibular body fractures*. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2015. 43 (3): p. 306-311.
62. 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.
63. Bredbenner, T.L. and R.H. Haug, *Substitutes for human cadaveric bone in maxillofacial rigid fixation research*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 2000. 90 (5): p. 574-580.
64. Golob Deeb, J., et al., *Exploring training dental implant placement using computer-guided implant navigation system for predoctoral students: A pilot study*. European Journal of Dental Education, 2019. 23 (4): p. 415-423.
65. McDermott, N.E., et al., *Complications of dental implants: identification, frequency, and associated risk factors*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2003. 18 (6).
66. Sennerby, L., et al., *Evaluation of a Novel Cone Beam Computed Tomography Scanner for Bone Density Examinations in Preoperative 3 D Reconstructions and Correlation with Primary Implant Stability*. Clinical implant dentistry and related research, 2015. 17 (5): p. 844-853.
67. Jung, R.E., et al., *Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review*, in *Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE): Quality-assessed Reviews [Internet]*. 2009, Centre for Reviews and Dissemination (UK).
68. 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.
69. Adell, R., et al., *A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw*. International journal of oral surgery, 1981. 10 (6): p. 387-416.
70. Jacobs, R., et al., *Predictability of a three-dimensional planning system for oral implant surgery*. Dentomaxillofacial Radiology, 1999. 28 (2): p. 105-111.

71. 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.
72. Hardy, T.C., L. Suri, and P. Stark, *Influence of patient head positioning on measured axial tooth inclination in panoramic radiography*. Journal of orthodontics, 2009. 36 (2): p. 103-110.
73. Wittwer, G., et al., *Prospective randomized clinical comparison of 2 dental implant navigation systems*. 2007.
74. de Almeida, E.O., et al., *Computer-guided surgery in implantology: review of basic concepts*. Journal of Craniofacial Surgery, 2010. 21 (6): p. 1917-1921.
75. Rungcharassaeng, K., et al., *Accuracy of computer-guided surgery: a comparison of operator experience*. The Journal of prosthetic dentistry, 2015. 114 (3): p. 407-413.
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. Schneider, D., et al., *A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry*. Clinical oral implants research, 2009. 20: p. 73-86.
78. 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.
79. Block, M.S., et al., *Implant placement is more accurate using dynamic navigation*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2017. 75 (7): p. 1377-1386.
80. 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.
81. Elian, N., et al., *Precision of flapless implant placement using real-time surgical navigation: a case series*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2008. 23 (6).

82. Gaggl, A., G. Schultes, and H. Kärcher, *Navigational precision of drilling tools preventing damage to the mandibular canal*. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2001. 29 (5): p. 271-275.
83. Gaggl, A. and G. Schultes, *Assessment of accuracy of navigated implant placement in the maxilla*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2002. 17 (2).
84. Block, M.S., et al., *Implant Placement Accuracy Using Dynamic Navigation*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2017. 32 (1).



ÖZGEÇMİŞ

Soyadı, Adı : ASLAN, Şenol
Uyruk . :
Doğum yeri ve tarihi :
E-mail : senolaslan1241@gmail.com
Yabancı Dil :

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi
Y. Lisans	Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi/Klinik Bilimler Bölümü/Ağız, Diş ve Çene Hastalıkları Cerrahisi Anabilim Dalı	2016
Lisans	Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi/Diş Hekimliği Pr.	2009-Eylül/2014

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Ünvan
2016	Adnan Menderes Üniversitesi/Diş Hekimliği Fakültesi/Diş Hekimliği	Araştırma Görevlisi

1. MAKALELER

Evaluation the effects of low-level laser therapy on disc displacement with reduction
SK Tunç, BÜ Değirmenci, NA Yaylı, Ş Aslan... - ftrdergisi.com

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

1. CİĞERİM LEVENT, ÇINARSOY CİĞERİM SAADET, ASLAN ŞENOL (2017).
Mandibulada lipom: Vaka raporu. TURKISH ASSOCIATION OF ORAL AND
MAXILLOFACIAL SURGERY24TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS
(Özet Bildiri/Poster) (Yayın No:3755650)