

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI**

**DÜŞÜK ENERJİ YOĞUNLUKLU LAZER VE OZON TERAPİLERİNİN  
LATERAL YAKLAŞIMLA GERÇEKLEŞTİRİLEN SİNÜS TABANI  
YÜKSELTME İŞLEMİ İLE AYNI SEANSTA UYGULANAN İMPLANTLARDA  
OSSEOİNTEGRASYONA ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Burak KOCABALKAN**

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Alper SİNDEL**

**2018-ANTALYA**

## ONAY SAYFASI

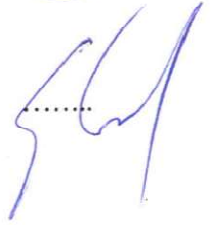
Burak KOCABALKAN tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir. 06.12.2018

İmza

**Tez Danışmanı** : Doç. Dr. Alper SİNDEL  
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı)

.....  


**Üye** : Doç. Dr. Göksel ŞİMŞEK KAYA  
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı)

.....  


**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Uğur GÜLŞEN.  
(Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı)

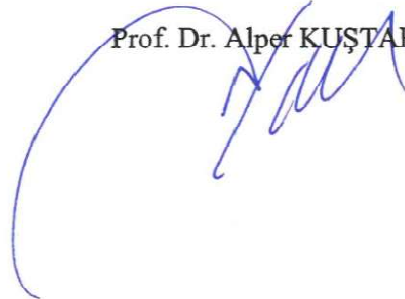
.....  


Bu tez, 18.12.2018 tarih ve 44/184 sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

**Diş Hekimliği Fakültesi**

**Kurum Yöneticisi**

Prof. Dr. Alper KUŞTARCI



## ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmamı olduğunu, tezin piratlamasından yazmaya kadar bütün safhalarında etik dışı davranışının olmadığını, bu tezdaki bütün bilgileri akademik ve etik kuralar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Aday

**Di. Barak KOCABALKAN**

İmza

Tez Danışmanı

**Doç. Dr. Alper SINDEL**

İmza

## TEŐEKKÜR

Uzmanlık eğitimime başladığım günden, tezimin hazırlanmasına kadar geçen süreçte, engin bilgi ve deneyimlerini esirgemeyerek, sabrı ve özverisiyle eğitimime destek verdiği için kıymetli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Alper SİNDEL'e

Ağız, diş ve çene cerrahisi uzmanlığı eğitimim boyunca üzerimde çok emeği bulunan, mesleki bilgi ve beceri gelişimimde önemli katkıları bulunmaları nedeniyle değerli hocalarım Doç.Dr.Göksel ŞİMŞEK KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali ALTAY ve Dr. Öğr. Üyesi Cennet Neslihan EROĞLU'na

Uzmanlık tezimin gerek analiz için verilerin sağlanması, gerekse yazım sürecinde bilgi ve deneyimlerini paylaşımlarından dolayı Doç. Dr. Alper SİNDEL, Doç.Dr.Göksel ŞİMŞEK KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali ALTAY, Dr. Öğr. Üyesi Uğur GÜLŞEN ve Dr. Öğr. Gör. Öznur ÖZALP'e

Uzmanlık eğitimim süresince tanışmaktan ve birlikte çalışmaktan onur duyduğum araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Yaşamımın her anında olduğu gibi bu süreçte de sevgi ve destekleriyle yanımda olan ve benim bu günlere gelmemde en büyük paya sahip olan aileme,

Teşekkürü borç bilirim.

## ÖZET

### **Amaç:**

Bu çalışmada, düşük enerji seviyeli lazer terapisi ve ozon terapisinin, lateral yaklaşımlı sinüs tabanı yükseltilmesi (LASFE) ile aynı seansta uygulanan implantların osseointegrasyonu üzerine etkilerinin rezonans frekans analizi yöntemiyle ölçülen stabilite değerlerinin karşılaştırılması ile destekleyici tedavilerin osseointegrasyonu üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

### **Yöntem:**

LASFE prosedürü ile aynı seansta implant yerleştirilmiş, destekleyici tedavi olarak ozon terapisi veya düşük enerji yoğunluklu lazer terapisi uygulanmış hastalara ait implantların rezonans frekans analizi değerleri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. İmplant yerleştirilmesinden hemen sonra ve post-operatif 6. ayda ölçülen Osstell ISQ® stabilite ölçüm değerleri istatistiksel yöntemler ile karşılaştırılmıştır.

### **Bulgular:**

Düşük enerji yoğunluklu lazer grubundaki implantların post operatif 6. ayda ölçülen ISQ değerleri ortalaması, diğer gruplardan daha yüksek olduğu ancak istatistiksel farkın anlamsız olduğu görülmüştür. Bununla birlikte ozon terapisi uygulaması yapılmış implantların ilk ve son ISQ değerleri arasındaki fark diğer gruplardan daha fazla olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı değildir. Post operatif 6. Ayda ölçülen ISQ değerlerinde gruplar arası anlamlı fark görülmemiştir. Preoperatif kemik yüksekliği, implantın çapı ve boyu pearson korelasyon analizine göre, iyileşme süresi sonunda ölçülen ISQ değerleri ile orta düzeyde korelasyon göstermektedir. İyileşme dönemi sonrasında, kadınların ve erkeklerin implant stabilite değerleri arasında fark bulunmadığı belirlenmiştir.

### **Sonuç:**

Her ne kadar çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da, düşük enerji yoğunluklu lazer ve ozon terapisi uygulanmasının, LASFE ile aynı seansta yerleştirilmiş implantların osseointegrasyonları üzerine etkilerinin, standardize şartlarda ve daha geniş örneklem boyutu ile araştırarak ileri çalışmaların, literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** lazer, ozon, ISQ, implant, osseointegrasyon

## ABSTRACT

### **Objective:**

The objective of this study was to evaluate the effects of low energy level laser therapy (LLLT) and ozone therapy as a supportive therapy on osseointegration of the implants that applied in same session with lateral approach sinus floor elevation (LASFE).

### **Method:**

Resonance frequency analysis measurements of the implants which were implanted in same session with LASFE and application of LLLT or ozone therapy as supportive therapy, were evaluated retrospectively. The stability measurements obtained immediately after implant placement and at the 6 th. month were statistically evaluated.

### **Results:**

At post operative 6th month, the LLLT group average ISQ value was higher than the other groups. The increase in the ISQ value of implants treated with ozone therapy was higher than the other groups. However, between groups, there was no statistically significant difference in ISQ values obtained at post operative 6th month. Preoperative bone height, the diameter and length of the implant showed a moderate correlation with the ISQ values measured at the end of the recovery period, according to the Pearson correlation analysis. After the recovery period, it was determined that statistically there is no difference between the mean ISQ values of women and men.

### **Conclusion:**

Although there was no statistically significant difference in our study, it is thought that the application of LLLT and ozone therapies on osseointegration of implants placed at the same session with LASFE, further studies with standardized conditions and in larger sample size will contribute to the literature.

**Key words:** laser, ozone, ISQ, implant, osseointegration

## İÇİNDEKİLER

|   |     |
|---|-----|
| ÖZET  | i   |
| ABSTRACT  | ii  |
| İÇİNDEKİLER   | iii |
| SİMGELER ve KISALTMALAR   | v   |
| ŞEKİLLER  | vii |
| TABLolar  | vii |
| 1. GİRİŞ.....   | 1   |
| 2. GENEL BİLGİLER .....   | 3   |
| 2.1.Maksiller Sinüs Anatomisi.....  | 3   |
| 2.2.Maksilla Posterior Bölge Kemik Morfolojisinde Değişimler .....                          | 4   |
| 2.3.Maksilla Posterior Bölgenin Kemik Sınıflandırılması.....                                | 5   |
| 2.4.Atrofik Posterior Maksilla Rehabilitasyonunda Cerrahi İşlemler.....                     | 8   |
| 2.4.1.Sinüs Tabanı Yükseltilmesi .....  | 10  |
| 2.5.Sinüs Augmentasyonlarında Kullanılan Biyomateryaller.....                               | 13  |
| 2.6.Kemik Remodelasyonu ve Greft Konsolidasyonu.....  | 14  |
| 2.7.Osseointegrasyon .....  | 15  |
| 2.7.1.Osseointegrasyonu Etkileyen Faktörler .....   | 16  |
| 2.8.Osseointegrasyonu Değerlendirme Yöntemleri.....   | 18  |
| 2.8.1.Rezonans Frekans Analizi .....  | 20  |
| 2.9. Osseointegrasyonu Arttırmak Amacıyla Uygulanan Destekleyici .....                      |     |
| Yaklaşımlar .....   | 21  |
| 2.9.1.Düşük Enerjili Lazer Tedavisi .....   | 21  |
| 2.9.2.Düşük Enerjili Lazerin Kemik İyileşmesi ve Osseointegrasyon<br>Üzerine Etkileri ..... | 22  |
| 2.9.3.Ozon Terapisi.....  | 23  |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.9.4.Ozon Terapisinin Kemik İyileşmesi ve Osseointegrasyon<br>Üzerine Etkileri ..... | 24        |
| <b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....</b>   | <b>26</b> |
| 3.1.Cerrahi İşlemler .....  | 27        |
| 3.2.Düşük Enerji Yoğunluklu Lazer Terapisi .....                                      | 34        |
| 3.3.Ozon Terapisi.....  | 35        |
| 3.4.İstatistiksel Analiz .....  | 36        |
| <b>4. BULGULAR .....</b>  | <b>38</b> |
| 4.1.Demografik Bulgular .....   | 38        |
| 4.2.İmplantların Özellikleri .....  | 38        |
| 4.3.İmplantların Yerleştirildiği Bölgeler .....                                       | 40        |
| 4.4.Radyografik Bulgular .....  | 41        |
| 4.5.RFA Ölçüm Değerleri ve İstatistiksel Analiz.....                                  | 42        |
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>  | <b>47</b> |
| <b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>   | <b>64</b> |
| <b>7. KAYNAKLAR.....</b>  | <b>66</b> |
| <b>8. EKLER.....</b>  | <b>86</b> |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

ark. : Arkadaşları  
ATP : Adenozin Trifosfat (Adenosine tri-phosphate)  
BMP: Kemik Morfojenik Protein (Bone Morphogenic Protein)  
CO<sub>2</sub> : Karbondioksit  
DNA : Deoksiribonükleik asit  
FGF: Fibroblast büyüme faktörü (Fibroblast growth factor)  
HA : Hidroksiapatit  
Hz : Hertz  
IBM Corp: International Business Machines Corporation  
IFN $\alpha$ : İnterferon alfa  
IGF: İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü (Insulin Like Growth Factor)  
IL-1 $\alpha$ : İnterlökin 1 alfa (Interleukin-1 $\alpha$ )  
IL-1 $\beta$  : İnterlökin-1 beta (Interleukin-1 $\beta$ )  
IL-6: İnterlökin 6 (Interleukin-6)  
IL-8 : İnterlökin-8 (Interleukin-8)  
ISQ : Uluslararası Stabilite Değeri (International Stability Quotient)  
LLLT: Düşük Enerji Yoğunluklu Lazer Terapisi ( Low Level Laser Therapy )  
MANOVA: Multivariate Analysis of Variance  
mm: Milimetre  
N : Newton  
Ncm : Newton santimetre  
nm : Nanometre  
NO : Nitrik Oksit  
O<sub>2</sub>: Oksijen  
O<sub>3</sub>: Ozon  
ODF :Osteoblast diferansiyasyon Faktörü  
OPG: Osteoprotegerin  
PDGF Trombosit kaynaklı büyüme faktörü (Platelet- derived growth factor)  
PGE: Prostoglandin E  
pH: Potential of Hydrogen  
PMNL : Polimorfonükleer lökosit  
ppm : Parts per million  
PRF: Plateletten Zengin Fibrin  
PRP: Plateletten Zengin Plazma  
RFA : Rezonans Frekans Analizi ( Resonance Frequency Analysis )  
RKY Rezidüel Kemik Yüksekliği  
sn : Saniye  
SPSS: Statistical Package for the Social Sciences  
TCP Trikalsiyum Fosfat  
TGF- $\beta$  : Transforme edici büyüme faktörü-  $\beta$  (Transforming growth factor-  $\beta$ )  
TNF- $\alpha$  : Tümör nekroz faktör alfa  
VEGF Vasküler endotelial büyüme faktörü(Vascular endothelial growth factor)

## ŞEKİLLER

**Şekil 2-1.** Cawood Howell'e göre dişsiz maksiller posterior bölgede kreterlerin sınıflandırılması

**Şekil 2-2.** Lekholm ve Zarb'ın alveolar kemik kalitesi sınıflandırması

**Şekil 2-3.** Misch'in kemik yoğunluğu sınıflandırması

**Şekil 2-4** Transkrestal yaklaşımli sinüs tabanı yükseltilmesi

**Şekil 2-5** Lateral yaklaşımli sinüs tabanı yükseltilmesi

**Şekil 3-1** Mukoperiosteal flep kaldırılması ve lateral pencerenin açılacağı kemiğin refleksiyonu

**Şekil 3-2** Lateral pencerenin sınırlar radyografik inceleme ile belirlenerek rond frez ile sınırları işaretlenmiştir.

**Şekil 3-3** Lateral pencere Schneiderian membranından dikkatlice diseke edilerek serum fizyolojik içerisinde saklanmıştır.

**Şekil 3-4** Schneiderian membranı elevasyonu ve implant kavitelelerinin preperasyonu..

**Şekil 3-5** Sinüs medial duvarının greftlemesi sonrasında implantlar yerleştirilmiştir.

**Şekil 3-6** SmartPeg yerleştirilerek Osstell ISQ cihazı ile intraoperatif ölçümler alınmıştır.

**Şekil 3-7** Post operatif 6. ayda implantların ikinci ISQ değerlerinin ölçümü ve diş eti şekillendirme başlıklarının takılması.

**Şekil 3-8** Düşük enerjli lazer tedavisi lateral pencerenin açıldığı ve augmentasyonun yapıldığı bölgeye mukoza üzerinden uygulanmıştır.

**Şekil 3-9** Ozon terapisi lateral pencerenin açıldığı ve augmentasyon uygulanan bölgeye mukoza üzerinden uygulanmıştır.

## TABLÖLAR

**Tablo 4.1.** Grupların cinsiyet, implant sayısı ve yaş ortalamaları.

**Tablo 4.2.** Yerleştirilen implantların çap, boy ve markaları.

**Tablo 4.3.** İmplantların yerleştirilme bölgeleri.

**Tablo 4.4.** Augmentasyon öncesi subantral kemik yüksekliği.

**Tablo 4.5.** İlk ISQ ve Son ISQ değerleri ortalamaları ile Bağımlı örneklem t testi sonuçları

**Tablo 4.6.** Grupların ortalama, standart sapma değerleri ve MANOVA testi sonuçları

**Tablo 4.7.** Cinsiyetler arası Bağımsız örneklem t testi

## 1. GİRİŞ

Maksilla posterior bölgede implantların yaygın şekilde uygulanmakta olmasına rağmen, implant yerleştirilmesini komplike hale getiren bazı faktörler mevcuttur. Maksiller dişlerin kaybı sonrasında alveol kemiğin rezorpsiyonu ve sinüs pnömotizasyonu ile alveol kemik yüksekliğinde kayıp meydana gelmekte ve implantın yerleştirileceği alanda kemik yüksekliğinin yetersiz bir seviyeye düşmesinde neden olmaktadır.(1) Kemik yüksekliğindeki yetersizliğin yanı sıra maksilla posterior bölgede kortikal tabakanın ince ve trabeküler kemiğin düşük yoğunlukta olması, implant stabilitesinin daha düşük olmasına sebep olmaktadır.(2) İmplant yerleştirilmesi için engel teşkil eden bu durumların üstesinden gelebilmek için kısa implant seçeneklerinden, kemik augmentasyonlarına değişen spektrumda çeşitli cerrahi teknikler geliştirilmiştir.(3,4)

Lateral yaklaşımli sinüs tabanı yükseltilmesi (LASFE) bu teknikler arasında başarılı sonuçlar elde edilmesi nedeniyle en sık tercih edilmektedir. İlk tarif edilmesinden bu yana kemik augmentasyon prosesinde gerek yeni biyomateryallerin kullanımı gerek cerrahi tekniklerin modifiye edilmesi ile başarı oranlarında artış sağlansa da yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. (5–7)

Primer stabilite implantın boyun bölgesindeki rezidüel kemik tarafından mekanik sıkışma ile sağlanmaktadır. Sonraki süreçte implantın boyun bölgesini destekleyen rezidüel kemiğin remodelasyonu ve yerleştirilen greft materyalinin konsolidasyonu ile osseointegrasyon sağlanmaktadır.(8,9) Osseointegrasyonun implant başarısının temel faktörü olması nedeniyle implant çevresinde greft konsolidasyonu süresini kısaltmak ve kemik implant kontaklarının artırılması için araştırmacılar çeşitli destekleyici tedaviler üzerine odaklanmaktadır. Destekleyici tedavi uygulamaları, implantın çevresindeki dokuların kanlanması ve bölgeye osteoprojenitör hücre göçü gibi metabolik özelliklerin artışını sağlayarak implantın osseointegrasyonu için ideal bir ortam sağlayabildiği literatürde gösterilmiştir. İmplantı çevreleyen dokuların remodelasyonunun hızlanması ile osseointegrasyonun daha kısa sürede sağlanarak tedavi süresinin kısaltılmasının yanı sıra implantı çevreleyen kemikle implantın bağlantısının artması ile osseointegrasyon seviyesi artmakta ve tedavi başarısı olumlu yönde etkilenmektedir.(10–13) Bu destekleyici tedaviler arasında bulunan düşük enerji yoğunluklu lazer terapisinin (LLLT) osteoblast proliferasyonu ve

diferansiyasyonu üzerine pozitif etkiler sağlayarak kemik oluşumunu hızlandırdığı hücre kültürleri ve hayvan çalışmaları ile kanıtlanmıştır. Diğer bir destekleyici tedavi olan ozon terapisi uygulamaları ile doku kan akımında artış sağlandığı, antioksidan enzimler ile büyüme faktörlerinin stimüle edildiği ve immün sistem aktivasyonu sağlandığının çalışmalarda gösterilmesi, kemik augmentasyonlarında destekleyici tedaviler arasında kullanımını gündeme getirmiştir.(14)

İmplant ve alveoler kemik arasında yeterli düzeyde osseointegrasyonun oluşup oluşmadığına karar vermek veya mevcut osseointegrasyonu değerlendirmek bu konuyla ilgilenen hekimlerin karşına önemli bir problem olarak çıkmaktadır. İmplant tedavisi uygulanan hastalarda osseointegrasyon ve kemik iyileşmesi sürecinde fonksiyonel olarak değerlendirme yapılabilme olanağı sınırlı olması nedeniyle biyomekanik olarak stabilitenin ölçülmesi iyileşme süreci hakkında bilgi sağlamaktadır.(8) Kemik-implant bağlantısının rezonans frekans analizi ile biyomekanik olarak değerlendirilmesi kliniklerde ve çalışmalarda implant başarısının ölçülmesi için kullanılabilen kolay ve atravmatik yöntemlerden birisidir.(15) Yapılan çalışmalar, rezonans frekans değerlerinin sadece primer stabilitenin değerlendirilmesi için kullanışlı olduğunu göstermekle kalmayıp, aynı zamanda sekonder stabiliteyi değerlendirmede de önemli bir parametre teşkil edebileceğini ortaya koymuştur. (16,17)

Osseointegrasyonun keşfinden bu yana yapılan çok sayıda çalışma sonucu elde edilen bilgilere ve teknolojiye gelişmeye rağmen; en ideal cerrahi teknik ve destek tedavi yöntemi hakkında fikir birliğine varılamamıştır.(18–21) Tedavi başarısında artış sağlayacak yeni tekniklere gereksinim vardır. Bu amaçla çalışmamızda ozon terapisi ve düşük enerji yoğunluklu lazer terapisinin kemik-implant temasını artırarak osseointegrasyon üzerine olumlu etki oluşturup oluşturmadığı, rezonans frekans analizi yöntemi ile ölçülen implant stabiliteyi arasındaki farkın değerlendirilmesi ile incelenecektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Maksiller Sinüs Anatomisi

Maksiller sinüs, ilk olarak 17. yüzyılda İngiliz bir anatomist olan Nathaniel Highmore tarafından “*Corporis humani disquisitio anatomica*” (22) eserinde tanımlanmıştır.(23)

Maksiller sinüs, hamileliğin 10. haftasında, primitif etmoid infundibulumun mukoza katlantısı şeklinde oluşmaya başlar.Doğumda 0,1cm<sup>3</sup> kadar olan maksiller sinüsün boyutu 1-3 yaş ve 7-12 yaşlar arasında iki büyüme atağı yapar. Puberte sonrasında pnömatizasyon ve diş kaybıyla birlikte hacmi büyümektedir.(24,25)

Paranasal sinüslerin en büyüğü olan maksiller sinüsün yüksekliği 36-45 mm, uzunluğu 38-45 mm, genişliği 15-35 mm olup, ortalama hacmi ise 12-15 cm<sup>3</sup>'tür.(26)

Duvarları, nazal kavitenin yan duvarı, orbital taban, alveoler proses ile sert damak tarafından oluşturulan ve apeksi zigomatik prosese uzanan piramidal bir yapıdadır.(27) Ön duvar en ince duvardır ve fossa kanina bölgesine karşılık gelir. Maksiller sinüsün arka duvarında ise pterigomaksiller fossa ve içerisinde bulunan maksiller arter, sfenopalatin gangliyon ile greater palatin sinir yer almaktadır.(27)

Maksiller sinüs, anterior ve posterior fontaneler olarak adlandırılan üzeri mukoza ile örtülü kemik dehisens alanları ve ostium yolu ile orta nasal meatus'a açılmaktadır. Bununla birlikte literatürde yer alan çalışmalarda, insanlarda %30 oranında aksesuar ostium bulunduğu, ancak bu ostiumun genellikle fonksiyonel olmadığı bildirilmektedir.(27)

Maksiller sinüsün beslenmesi maksiller arterin dalları olan infraorbital arter ve greater palatin arter, venöz drenajı ise pterigoid pleksus ve fasiyal ven aracılığı ile sağlanmaktadır. Lenfatik drenajı ise retrofaringeal ve submandibuler lenf nodlarına olmaktadır. Maksiller sinüs mukozasının duyu inervasyonu, maksiller sinirin dalları olan nervus infraorbitalis ve nervus palatinus major tarafından sağlanmaktadır.(27)

Maksiller sinüsün fonksiyonu tam olarak anlaşılamamıştır.Ancak sesin rezonansının sağlanması, kafa ağırlığının azaltılması, koku duyusunun kısmi olarak sağlanması,

inspirason ile alınan havanın nemlendirilmesi ve ısıtılması maksiller sinüsün fonksiyonları arasında yer aldığı belirtilmektedir.(28)

Maksiller sinüsün içi Schneiderian membranı olarak adlandırılan psödostratifiye silli silindirik epitel ile kaplıdır. Kalınlığı genellikle 0.13-0.5 mm arasında değişmekte olup nazal mukozaya kıyasla daha az kan damarı içermesi nedeniyle, açık mavi renge sahiptir. Oral mukozadan farklı olarak, Schneiderian membranın periosteal kısmında osteoblast sayısının daha az, osteoklast sayısının ise daha fazla olması, dişlerin kaybı sonrası gelişen hızlı kemik rezorpsiyonunun nedeni olarak gösterilmektedir.(29,30) Schneiderian membranı, yapısında elastik liflerin daha az bulunması nedeniyle, sinüs tabanı yükseltme işlemine olanak sağlamaktadır.(31)

## **2.2. Maksilla Posterior Bölge Kemik Morfolojisinde Değişimler**

Kemik miktarı ve kalitesindeki değişiklikler, kemik yapısındaki artan veya azalan gerilme kuvvetlerine, vücudun verdiği fizyolojik modelasyon ve remodelasyon yanıtı sonucunda oluşmaktadır. Modelasyon, kemiğin artan veya azalan gerilme kuvvetlerine uyum göstermesi, remodelasyon ise sağlıklı kemiğin doğal turnover süreci olarak tanımlanmaktadır.(32–34)

Diş çekimini takiben alveoler kemiğin rezorbe olması, sıklıkla görülebilen bir durum olup, geçen süre ile çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu süreç genellikle, diş kaybı sonrası dişin alveol kret üzerine uyguladığı gerilme kuvvetlerinin ortadan kalkması ile gelişen kullanılmama atrofisi olarak açıklanmaktadır.(32,35)

Fizyolojik kemik kaybının tarif edildiği Wolff kanunu'na(36) göre, kemik şekillenmesi ve yoğunluğu kemiğe uygulanan kuvvete bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.(35) Dişlerin periodontal ligament aracılığı ile alveoler kemiğe uyguladıkları fizyolojik gerilme kuvveti, diş çekimi sonrası ortadan kalkmakta ve kemik yoğunluğunda azalma görülmektedir. Dental implantların yerleştirilmesini takiben ise rezidüel kret üzerinde gerilme kuvveti oluşmakta ve peri-implant alanda kemik yoğunluğu artmaktadır. (37,38)

Kemik modelasyon ve remodelasyonu süreçlerine benzer bir şekilde maksiller sinüs tabanındaki gerilme ve basınca bağlı olarak sinüs hacmi artabilmektedir. Sinüs pnömotizasyonu olarak adlandırılan bu süreç dişlerin kaybı sonucunda, çiğneme kuvvetlerinin derin dokularda oluşturduğu gerilme kuvvetlerinin yokluğu ile hızlanmaktadır.(39) Konu ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalarda, sinüs pnömotizasyonu derecesinin, dişsizliğin süresi ile orantılı olarak arttığı bildirilmektedir.(1) Sonuç olarak, implant stabilizasyonu için gerekli olan kemik miktarı sınırlanmaktadır.(30)

Sinüs pnömotizasyonun etiyojisi konusunda kesin bir görüş birliği olmamakla birlikte heredite, burun içi pnömotizasyonun yönü, kraniyofasiyal şekillenme, kemik yoğunluğu, büyüme hormonları, sinüs içi hava basıncı ve sinüs cerrahileri pnömotizasyonu etkileyen faktörlerden bazıları olarak kabul görmektedir.(1)

### **2.3. Maksilla Posterior Bölgenin Kemik Sınıflandırılması**

Alveoler kemiğin değerlendirilmesi amacıyla, kemik kalitesi ve miktarına dayanan pek çok sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırmalardan ilki 1963 yılında Atwood tarafından bildirilmiş olup, diş kayıplarını takiben mandibula anterior bölge alveol kemiğinde gelişen kemik hacmi değişimleri değerlendirilmektedir. (40) 1986 yılında Fallschussel tarafından yapılan sınıflandırmada ise maksilla anterior bölgedeki kemik değişimleri değerlendirilmiş, ancak rezorpsiyon süreci tariflenmemiştir. Fallschussel sınıflandırmasının Cawood ve Howell tarafından 1988 yılında modifiye edilerek dişsiz alveol kretlerde meydana gelen değişimlere göre değerlendirilmesi ile günümüzde yaygın şekilde kullanılan alveol kemik sınıflandırması elde edilmiştir.(33,41)

Cawood & Howell sınıflandırmasına göre alveol kemik 6 kategoride incelenmektedir:

Sınıf 1: Dişli alveolar kemik

Sınıf 2: Diş çekiminden sonra iyileşmesi yeni tamamlanmış alveolar kemik

Sınıf 3: Uygun yükseklik ve genişlikte, tepesi yuvarlak formda dişsiz alveolar kemik

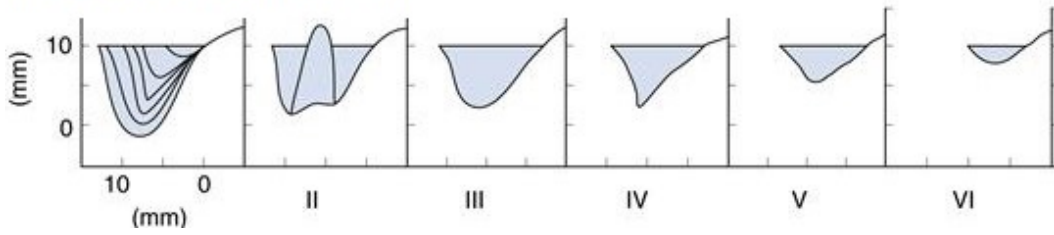


Sınıf 4: Uygun yükseklikte, yetersiz genişlikte bıçak sırtı formundaki dişsiz alveoler kemik

Sınıf 5: Yetersiz yükseklik ve genişliğe sahip, düz formda dişsiz alveoler kemik

Sınıf 6: Bazal kemikte rezorpsiyon gözlenen, basık formda dişsiz alveoler kemik  
(Şekil 2.1.)

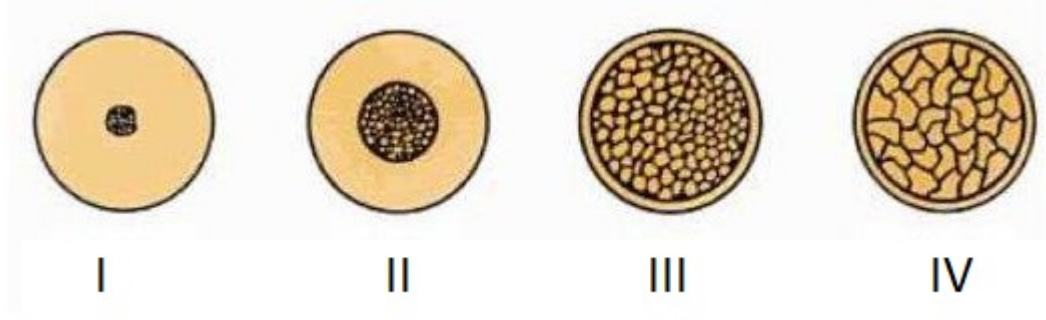
## Posterior Maksilla



Şekil 2-1. Cawood Howell'e göre dişsiz maksiller posterior bölgede kretlerin sınıflandırılması

Günümüzde kabul gören bir diğer bir sınıflandırma da Lekholm ve Zarb tarafından 1985 yılında bildirilmiş olup, kemiğin kortikal ve trabeküler yapı değerlendirilmesine dayanmaktadır.(42,43)

- Tip I kemik: Kalın kortikal kemik ve az miktarda trabeküler kemikten oluşur. Sıklıkla dişsiz ve atrofiye mandibula anterior bölgede görülür.
- Tip II kemik: Kalın kortikal kemik ve yoğun trabeküler kemikten oluşur. Sıklıkla mandibula anterior ve posterior bölge ile maksilla palatinal bölgede görülür.
- Tip III kemik: İnce kortikal kemik ve yoğun trabeküler kemikten oluşur. Sıklıkla maksilla anterior ve posterior bölgelerde görülür.
- Tip IV kemik: İnce kortikal kemik ve büyük oranda gevşek trabeküler kemikten oluşur. Sıklıkla maksilla posterior bölgede görülür. (Şekil 2.2.)



Şekil 2-2. Lekholm ve Zarb'ın alveolar kemik kalitesi sınıflandırması

Alveolar kemik yoğunluğu göz önünde bulundurularak yapılan diğer bir sınıflama ise, radyografik değerlendirmelerde de kullanılan Misch sınıflandırmasıdır.(44)

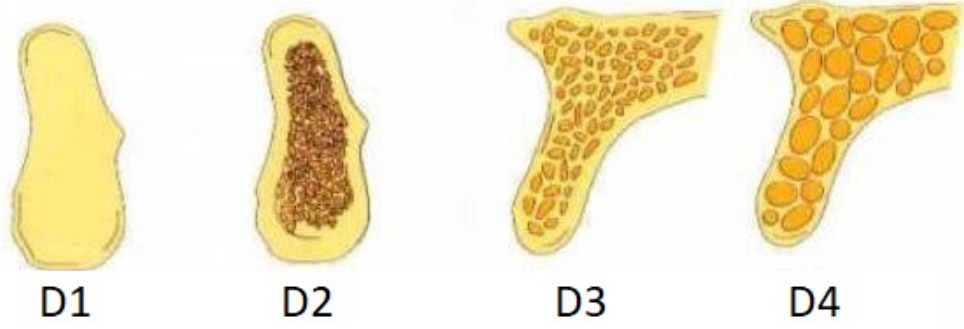
Hounsfield ünitesi (HU) kemik yoğunluğunun radyograflar üzerinde kantitatif olarak değerlendirilebildiği bir ölçü birimidir. Tıbbi bilgisayarlı tomografi görüntüsündeki gri tonlarının değerlendirilmesi ile elde edilmektedir.(45)

D1 kemik: Radyografik olarak 1,250 HU dan daha yüksektir. Anterior mandibulada görülmektedir.

D2 kemik: Radyografik olarak 850–1,250 HU arasındadır. Sıklıkla anterior mandibula bulunmakla birlikte posterior mandibulada da görülmektedir.

D3 kemik: Radyografik olarak 350–850 HU arasındadır daha çok anterior maksillada görülmektedir.

D4 kemik: Radyografik olarak 150–350 HU arasındadır. Genellikle posterior maksillada ve nadiren mandibula posterior bölgede görülmektedir.(41,46) (Şekil 2.3.)



Şekil 2-3. Misch'in kemik yoğunluğu sınıflandırması

#### 2.4. Atrofik Posterior Maksilla Rehabilitasyonunda Cerrahi İşlemler

Atrofik posterior maksillanın dental implantlarla rehabilitasyonu amacıyla, farklı augmentasyon tekniklerini veya augmentasyon yapılmaksızın çeşitli tedavi modifikasyonlarını içeren pek çok yöntem tanımlanmıştır. Bu kapsamda kısa implantların kullanımı, augmentasyon yapılmadan implant yerleştirilmesi adına en sık uygulanan yöntemlerden biri olup, invaziv augmentasyon prosedürlerini gerektirmemesi, uygulama kolaylığı, düşük hasta morbiditesi, kısa tedavi süresi ve düşük maliyet gibi avantajları gibi bir takım avantajları nedeniyle tercih edilmektedir.(47) Bununla birlikte kısa implantlarda, azalmış kemik-implant temas alanı ve artmış kron implant oranına bağlı olarak, özellikle kemiğin düşük kalitede olduğu posterior maksillada krestal kemik kaybındaki artışın, tedavi başarısını olumsuz yönde etkileyebileceği de bildirilmektedir.(48)

Bir diğer yöntem olan açılı implant uygulamalarında ise, horizontal düzlem ile 30<sup>0</sup> açığa kadar açlandırılmış implantların sinüs ön duvarının daha anterioruna yerleştirilmesi ile sinüs tabanı yükseltilmesi ve augmentasyon ihtiyacının ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. (49) Ancak maksilla posterior bölgede kemik kalitesinin düşük olması, açılı implantların başarısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. (50)

Açılı implant uygulamaları kapsamında Branemark tarafından tariflenen zigoma implantları, anterior bölgeye yerleştirilen implantlarla birlikte kullanılmaktadır. (51) Zigoma implantlarının, atrofik posterior maksillada greftleme yapılmaksızın implant destekli protezlerin yapılmasına olanak sağlamakla birlikte yerleştirilmeleri sırasında

orbitada hasar oluşma riski, implant kaybı ve sinüzit gibi komplikasyonların gelişmesi halinde, müdahalesinin güç olması ve bazı durumlarda komplikasyonlara çözümlenememesi gibi bir takım limitasyonlar nedeniyle klinik kullanımlarının sınırlı olduğu bildirilmektedir.(52)

Posterior maksillada augmentasyon yapılmasını gerektirmeyen bir diğer yöntem ise implantların pterigoid bölgeye yerleştirilmesidir. 1992 yılında Tulasne tarafından kullanımı önerilen bu yöntem, implantların pterigoid plakalar ve maksiller tüberosite alanında yerleştirilmesine dayanmaktadır. (53) Ancak, pterigoid implantların yerleştirilmesi esnasında palatinal arter hasarı sonucunda meydana gelebilecek ciddi kanama riski nedeniyle rutin bir prosedür olarak önerilmemektedir.(54)

Atrofik maksillanın augmentasyonu amacıyla ilk uygulanan tedavilerden biri LeFort I cerrahisi ile maksillanın aşağı konumlandırılması ve greft materyali kullanılarak sandviç tekniği ile desteklenmesidir. (55) Ancak, Post-operatif morbiditenin fazla olması nedeniyle bu uygulamanın endikasyonları sınırlanmakta ve arklar arası mesafenin azalmasına bağlı olarak restoratif materyaller için gereken vertikal boyut azalmaktadır.(19)

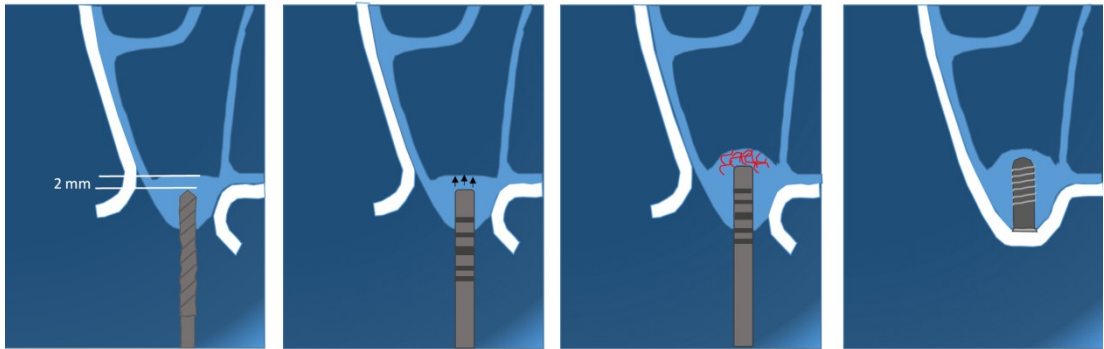
Maksilla augmentasyonunda uygulanabilecek bir diğer teknik onlay greftlemedir. Bu amaçla yüksek osteojenik potansiyelleri nedeniyle, otojen greftlerden yararlanılmakta olup, greft kaynağı olarak en sık kullanılan alanlar ise tüber maksilla, mandibuler simfiz, mandibuler ramus ve ilyak kemiktir. (56) Otojen greftlerin, minivida plak sistemleri ile fiks edilmelerini takiben ikinci bir cerrahi ile implantlar yerleştirilebildiği gibi, greftin fiksasyonu dental implantlar ile sağlanarak tedavi tek aşamada da tamamlanabildiği pek çok yöntem tarif edilmiştir. (57) Bu yöntemler arasında 2017 yılında Altay ve ark. tarafından tanımlanan "Tuberosity Flip" tekniği, maksilla tüber bölgesinde periodontal defektli dişlerin çekimi sonrası oluşan vertikal defektin tedavisi ile eşzamanlı implant uygulamasına olanak sağlamaktadır. (58)

Bir diğer augmentasyon tekniği de " Ring greft" yöntemidir. Bu yöntem, mandibula simfiz bölgesinden elde edilen silindirik greftin üzerinde hazırlanan yuva ile implantın greft içerisinden geçerek alveoler kemiğe yerleştirilmesi ve bu yolla hem vertikal hem horizontal augmentasyon elde edilmesi prensibine dayanmaktadır. (56,57)

#### 2.4.1. Sinüs Tabanı Yükseltilmesi

Maksiller sinüs tabanı yükseltilmesi, güvenli ve iyi bilinen bir prosedür olup, Schneiderian membranının elevasyonu yoluyla rezidüel alveoler kemik yüksekliğini artırılması amacıyla sıklıkla uygulanmaktadır.(59) Cerrahi tekniğin Tatum tarafından 1976 yılında ve Boyne ve James tarafından 1980 yılında tanıtılmasından bu yana çok sayıda yaklaşım tarif edilmiştir.(3,55) Schneiderian membranına ulaşım, lateral yaklaşımla direkt olarak veya transkrestal yaklaşımla indirekt olarak sağlanabilmektedir. Günümüze kadar, sinüs tabanı yükseltme prosedürünün başarısını ve etkinliğini artırabilmek amacıyla bu iki yaklaşımı içeren pek çok modifikasyon tanımlanmıştır.(60)

Transkrestal yaklaşım, alveoler kret yoluyla Schneiderian membranının ve maksiller sinüs tabanındaki kemiğin yükseltilmesini içermektedir. Bu teknikte artan çaplarda osteotomlar kullanılarak hem implant yuvasının hazırlanması hem de sinüs tabanının yükseltilmesi sağlanmaktadır. Bu yöntem, en az 5-6 mm rezidüel alveoler kemik yüksekliği bulunan vakalarda, sinüs tabanı yükseltilmesinde etkin ve güvenli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. (61) (Şekil 2.4.)



Şekil 2-4 Transkrestal yaklaşımlı sinüs tabanı yükseltilmesi

Lateral yaklaşım ile sinüs tabanı yükseltilmesi (LASFE-Lateral Approach Sinus Floor Elevation) ise implant yerleştirilmesinden önce veya eş zamanlı olarak maksilla posterior bölgede kemik yüksekliğini artırmak için en sık kullanılan bir yöntemdir.(62) Bu teknik, maksiller sinüsün lateral duvarında oluşturulan kemik penceresi yoluyla Schneiderian membranının yükseltilerek dental implant ve greft materyalinin yerleştirileceği bir boşluk oluşturulması prensibini temel almaktadır. Bu güne dek LASFE'nin güvenilirliği ve etkinliğini artırmak ve komplikasyon oranını düşürmek için farklı teknikleri, greft materyallerini ve implant yerleştirme protokollerini kapsayan pek çok modifikasyon geliştirilmiştir.(62)

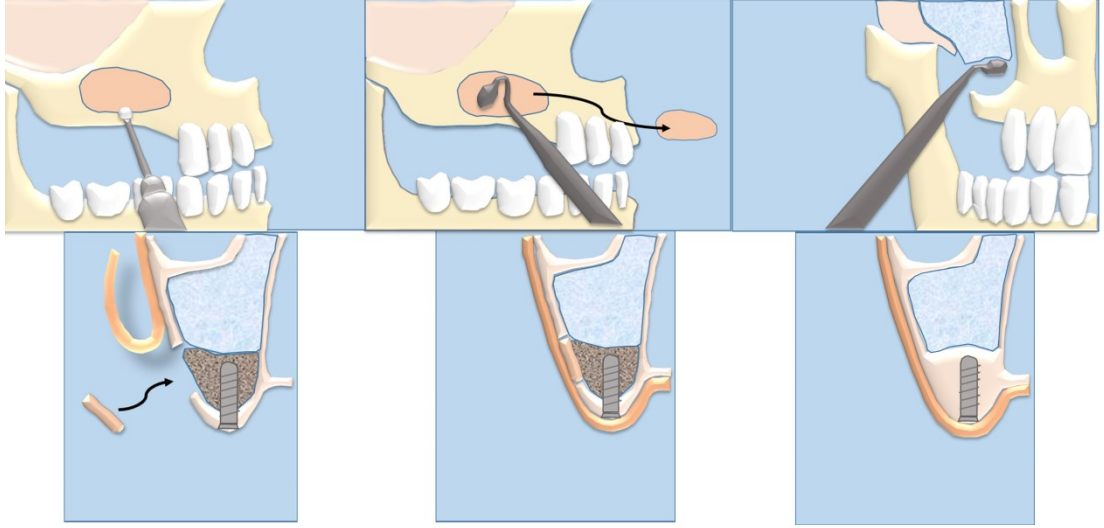
#### Antrostomi teknikleri

Sinüs lateral duvarına açılacak olan pencerenin alt sınırının sinüs tabanının 3 milimetre üzerinde olması, ön sınırının ise sinüs ön duvarının 3 milimetre arkasında olması önerilmektedir.(63) Lateral pencere farklı teknikler kullanılarak oluşturulabilmektedir. Bir yöntem pencerenin üst kenarının intakt bırakılarak dışarıdan yerleştirilen grefte çatı oluşturacak şekilde yukarı kaldırılmasıdır. Bir diğer yöntem ise pencerenin tamamen kaldırılarak sinüse daha iyi bir ulaşım sağlanmasıdır. Her iki yöntemde de schneiderian membranının çevre kemik duvarlardan dikkatlice elevasyonu ve medial duvara ulaşılması önem taşımaktadır. Membran, pencerenin köşe bölgelerinden ayrıldıktan sonra sinüs elevatörünün ucu kemik teması kaybedilmeyecek şekilde gerekli miktarda membran elevasyonu gerçekleştirilir. Membran elevasyonunun tamamlanmasını takiben, her bir duvar bölgesinin grefte temas ettiğiinden emin olunarak oluşturulan boşluğa kemik grefti yerleştirilir.(64)

#### İmplant yerleşimi zamanlaması

LASFE prosedürlerinde, implantların yerleştirilmesi tek ya da iki aşamada gerçekleştirilebilmektedir. İki aşamalı teknikte sinüs augmentasyonu ve 6 ay veya daha fazla süre ile iyileşme dönemini takiben ikinci bir cerrahi işlem ile implantlar yerleştirilmektedir. Bu nedenle, sinüs augmentasyonu ve implant yerleştirilmesinin aynı seansta yapıldığı tek aşamalı teknik, tedavinin toplam süresinin daha kısa olması ve ikinci bir cerrahi girişim gereksinimini ortadan kaldırılarak morbidite ve maliyeti azaltması gibi bir takım avantajlara sahiptir.(65) Geleneksel olarak, LASFE ile eş

zamanlı implant yerleşiminde primer stabilitenin sağlanabilmesi için rezidüel kemik yüksekliğinin en az 4-5mm olması önerilmektedir.(4) Öte yandan güncel klinik çalışmalar LASFE ile eş zamanlı implant yerleştirilmesinin rezidüel kemik yüksekliğinden bağımsız olarak, yeterli primer stabilite sağlanabildiği sürece başarılı bir yaklaşım olduğunu bildirmektedir.(66) (Şekil 2.5.)



Şekil 2-5 Lateral yaklaşımlı sinüs tabanı yükseltilmesi

Tek aşamalı LASFE esnasında sinüs membranında büyük bir perforasyon meydana gelmesi halinde operasyon ertelenebilmekte veya bir takım cerrahi manüplasyonlar ile işlem tamamlanabilmektedir. Bu bağlamda Sindel ve ark. (67) tarafından tanımlanan "Intrasinusal Locking Technique", mandibuler simfiz bölgesinden elde edilen otojen kemik bloklarının maksiller sinüs tabanına yerleştirilmesi ve eşzamanlı uygulanan implantlarla stabilize edilmesi prensibini içermektedir.

LASFE prosedürleri kapsamında tanımlanan diğer bir konsept ise sinüs membranı elevasyonunu takiben greft kullanılmaksızın implantların eşzamanlı yerleştirildiği tekniktir. Bu teknikte, yerleştirilen implant membran elevasyonu ile elde edilen boşluğa bir çatı görevi görmekte ve bölgede biriken kan hücreleri kök hücreleri uyarak osteoblastların aktive olmasına öncülük etmektedir.(68,69)

## 2.5. Sinüs Augmentasyonlarında Kullanılan Biyomateryaller

Maksiller sinüs augmentasyonunda kullanılan çok sayıda farklı greft materyali mevcuttur. Bu materyaller elde edildikleri kaynağa göre otogreft, allogreft, ksenogreft, alloplast, ve büyüme faktörleri gibi çeşitli biyomateryaller olarak sınıflandırılmaktadır.(39) Kemik greftlerinin osteogenezis, osteoindüksiyon ve osteokondüksiyon olmak üzere üç temel mekanizma ile fonksiyon gösterdikleri bildirilmektedir. Osteogenezis, greftin içeriğindeki canlı osteoblastlar aracılığı ile yeni kemik üretebilmesidir. Osteoindüksiyon, greftin yeni kemik oluşumunu uyarak kemik üretimini artırma kapasitesidir. Osteokondüksiyon ise yalnızca bir iskelet görevi gören greft materyalinin yüzeyinde yeni kemik oluşturma etkisidir. İdeal greft materyalinde bu üç özelliğin de mevcut olması arzulanırken greft materyalleri genellikle osteokondüktif karakterde olup kemiğin iyileşme sürecinde mekanik destek sağlayarak yeni kemik oluşumuna iskelet vazifesi görmektedir.(70,71)

Kemik greftleme işlemleri için altın standart olarak kabul gören otojen kemik greftleri osteogenezis, osteoindüksiyon ve osteokondüksiyon yolları ile kemik formasyonuna olanak sağlamaktadır. (71)

Allojen greftler, greft alıcısıyla aynı türde canlılardan elde edilen kemik greftleri olup insan kaynaklı greftler doku bankasından sağlanmaktadır. Allojen greftlerin daha yavaş kemik formasyonu sağlayan mineralize formlarına ek olarak osteoindüktif kapasiteyi geliştirmek için kemik morfojenik protein (BMP) konsantrasyonunun artırıldığı demineralize formları da mevcuttur.(70) Bu greftlerin en temel dezavantajları hızlı rezorbe olmaları ve enfeksiyöz hastalıkların bulaşma riskidir. Bulaş riskini azaltabilmek adına greftte yer alan patojenlerin ve antijenlerin eliminasyonu sürecinde büyüme faktörlerinde kayıp oluşabilmektedir.(71)

Farklı türden canlılardan elde edilen kemik greftleri olan ksenogreftler ise, osteokondüktif özelliğe ve daha düşük rezorpsiyon oranlarına sahiptir. Bu greftlerin, osteokondüktif kapasitesi ve yüksek radyoopasite özelliği yönünden sinüs augmentasyonlarında kullanımını destekleyen çok sayıda çalışma mevcuttur. (64)

Diğer bir greft çeşidi olan alloplastlar polimerler, kalsiyum sülfat, hidroksiapatit ve kalsiyum fosfat gibi sentetik materyallerden üretilebilmekle birlikte mercan veya



aglerden elde edilen hidroksiapatit (HA) gibi doğal kaynaklı da olabilmektedirler.(71) Alloplastik greft materyalleri osteoindüktif etkinlik göstermemekte, yalnızca osteokondüktif özellik taşımaktadırlar. (72)

## **2.6. Kemik Remodelasyonu ve Greft Konsolidasyonu**

Kemiğin remodelasyonu trabeküler kemiğin lamellar kemik ile yer değiştirmesi veya matür lamellar kemiğin osteoklastik ve osteoblastik aktiviteler ile devamlı yenilenmesi sürecidir. Remodelasyonun lokal uyarıları sitokinler, prostoglandinler ve büyüme faktörleridir. IL-1(interlökin 1) TNF(tümör nekrotizan faktör) ve ODF(osteoklast diferansiyon faktörü) kemik yıkımını indükleyen temel sitokinler olarak bilinirken; IL-4(interlökin 4) ve OPG(osteoprotegerin) ise kemik yıkımını önleyen stokinler arasında yer almaktadır.(73,74).

Greft konsolidasyonu, greftin alıcı bölge ile hücre seviyesinde integrasyonunu ve vaskülarizasyonunu tarif etmektedir. Alıcı bölgeye yerleştirilen kemik greftinin çevresinde hematoma oluşmasını takiben greft nekroze olarak enflamasyon tetiklenmekte ve fibrovasküler bir stroma meydana gelmektedir. Oluşan bu fibrovasküler stroma ise alıcı bölgede vasküler yapıların ve osteojenik prekürsör hücrelerin uyarılmasını sağlamaktadır.(75)

Anjiogenez, kemik dokunun iyileşmesi ve yerleştirilen greftin konsolidasyonu için önemli bir aşamadır. Anjiogenez mevcut damarlanma yapısından yeni damarların oluştuğu çok aşamalı bir süreç olup bu aşamalar aktivasyon, adezyon, migrasyon, proliferasyon ve transmisyon olarak evrelendirilmektedir. (76) Anjiogenez süreci birçok stimulan ve inhibitör faktöre bağlı olarak fonksiyon görmektedir. Anjiogenezin herhangi bir aşamasını etkileyen koşullar kemik iyileşmesi üzerine de olumlu veya olumsuz etki gösterebilmektedir.(77)

Greft materyallerinin konsolidasyon süreleri 4 ile 10 ay arasında değişmekte, bu nedenle de implantlar yerleştirilmeden önce konsolidasyon için gereken sürenin tamamlanması önem arz etmektedir. (70)

## 2.7. Osseointegrasyon

Dental implantların başarısında temel faktör olarak kabul edilen osseointegrasyon, ilk olarak Per-Ingvar Branemark tarafından 1960'lı yıllarda "Işık mikroskopu düzeyinde görülebilen, yük taşıyan implant ve çevresindeki kemiğin direkt temas durumunda olması" şeklinde tanımlanmıştır.(78)

1993 yılında ise Albrektsson ve Zarb(79) tarafından osseointegrasyon tanımı " Alloplastik materyallerin kemik ile rijit fiksasyonununun fonksiyonel yükler altında klinik olarak asemptomatik şekilde sağlanması." olarak güncellenmiştir.

Osseointegrasyon süreci öncelikle implantın alveoler kemik içerisinde kilitlenmesi yoluyla sağlanan primer stabilite ile başlamaktadır. İmplantın kemik içerisine yerleştirilmesini takip eden biyolojik fiksasyon sürecinde ise implant çevresinde kemik formasyonu ile remodelasyon gerçekleşmekte ve böylelikle sekonder implant stabilitesi elde edilmektedir.(17)

Osseointegrasyon enflamatuvar, proliferatif ve matürasyon olmak üzere üç temel fazdan oluşmaktadır. (80,81)

-Enflamatuvar faz: Dental implantların yerleştirilmesi için kavite hazırlanması sırasında kemik içinde bir yara oluşturulmakta ve bölgede kanama meydana gelmektedir. Daha sonra, implant yüzeyi ile temasa geçen trombositler aktive olmakta ve hücre içi granüllerini salgılamaktadırlar. Bu granüller ise serotonin, histamin ve diğer moleküllerle birlikte lokal tromboz meydana getirmektedirler. Trombosit kaynaklı büyüme faktörü(PDGF), insülin benzeri büyüme faktörü(IGF), transforme edici büyüme faktörü(TGF) ve interlökin gibi sitokinlerin salımı ile bölgedeki vaskülarizasyon artışı, kollajen sentezinin desteklenmesi ve kemik metabolizmasının düzenlenmesi sağlanmaktadır. (80,81)

-Proliferatif faz: Cerrahi işlemi takiben 3. günde revaskülarizasyon ile bağ doku rejenerasyonu için gerekli beslenme ve oksijen sağlanmaktadır. Ayrıca bölgedeki farklılaşmamış mezenkimal hücreler, hipoksiye bağlı olarak fibroblast, osteoblast ve kondroblastlara dönüşmektedirler. İmplant yuvaları hazırlanırken kemiğin frezlemesi sonrası oluşan nekrotik kemik, osteoklastlar tarafından rezorbe edilerek osteoblastlar tarafından da yeni kemik üretimi gerçekleştirilmektedir. Kemikleşme süreci

incelendiğinde, kemikleşmenin 3. ile 4. haftalar arasında en yüksek seviyede olduğu ve 6. ile 8. haftalarda ise stabil bir duruma geldiği görülmüştür. (80,81)

-Maturasyon fazı: Bu fazda osteoblastlar ile osteoklastların aktivitesi dengeye ulaşarak dışarıdan bir etki olmadığı sürece sabit kalmaktadır. İmplantların üzerindeki mukozanın protetik restorasyon öncesi açılması ve protezlerin yüklenmesi sonrasında dengeli remodelasyon döngüsü başlamakta ve sürmektedir. (80,81)

İmplantın yerleştirilmesi sırasında sağlanan primer stabilitenin implantın uzun dönem başarısında öncül bir gösterge olduğu düşünülmektedir.(15)

### **2.7.1. Osseointegrasyonu Etkileyen Faktörler**

Osseointegrasyon kompleks bir süreç olup, bu süreçte implant materyali, implant dizaynı, implantın yüzey özellikleri, kemik kalitesi ile kantitesi, uygulan cerrahi teknik ve implantın yüklenme koşulları gibi pek çok faktör etkili olabilmektedir.(82)

-İmplant materyali: Uygulanan implantın biyouyumluluğu, üzerine uygulanan yüklere verdiği yanıt ve korozyon direnci osseointegrasyon başarısında kritik öneme sahiptir. İmplant materyalinin mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri biyolojik fonksiyonlar üzerine etki etmektedir. İmplantın biyouyumlu olması, bir başka deyişle yabancı cisim reaksiyonuna neden olarak çevresinde fibröz doku oluşması yerine yeni kemik üretimi ve remodelasyonuna olanak sağlanabilmesine uygun olması gerekmektedir.(83) İmplantlarda genellikle seramikler ve metaller olmak üzere iki temel biyouyumlu materyal kullanılmaktadır. Seramikler, çok iyi estetik sonuç alınabilmesi ve korozyona dirençleri gibi avantajları ile diş hekimliğinde kullanışlıdır, ancak yük taşıyan alanlarda kırılma dirençleri düşüktür.(84)Titanyum elementi biyouyumluluğu, düşük ağırlığı, dayanıklılığı, korozyona direnci, kimyasal olarak stabil olması, düşük elastisite modülü ve kolay şekillendirilebilmesi gibi özellikleri nedeniyle uzun yıllardan beri implantların üretiminde kullanılmaktadır.(85) Saf titanyum, korozyon direncinin mekanik dayanıklılığa göre daha öncelikli olduğu yerlerde; Ti-6Al-4V gibi alaşımlar ise mekanik dayanıklılığın öncelikli olduğu yerlerde kullanılmaktadır.(86) Titanyum implantın, saf veya alaşım olmasından bağımsız olarak oksijen ile teması sonrası yüzeyinde oksitlenme

meydana gelmektedir. Yüzeyde oluşan bu pasif tabaka sayesinde dokular ile bağlantı oluşturularak, korozyon direnci, biyouyumluluk ve osseointegrasyon sağlanmaktadır.(86,87)

-İmplant dizaynı: İdeal implant dizaynı üzerine yapılan sayısız çalışmalar kapsamında yivli, silindirik veya vida şekilli implantların en fazla kemik temasını sahip olmaları nedeniyle daha iyi osseointegrasyon sağlayabildikleri bildirilmektedir.(88,89)

-İmplantın yüzey özellikleri: Osseointegrasyon sürecinde önemli unsurlardan biri olan implantın yüzey özellikleri, çevre dokunun erken dönem ve uzun dönemdeki yanıtı üzerine direkt olarak etki etmektedir.(90,91) Bu özellikler arasında implantın kimyası, topografyası, yüzey yükü ve ıslanabilirliği yer almaktadır.(92) Yüzey düzenlemeleri hücre dışı sıvı üretimi, büyüme faktörleri, gen ekspresyonu, protein sentezi, hücre farklılaşması ve apoptoz gibi birçok faktörü etkilemektedir. Bu faktörler de osteojenik hücrelerin implant yüzeyine tutunması ve çoğalmalarını etkilemektedir.(93) İmplantın topografik özellikleri, makroskopik ve mikroskopik olarak yüzey pürüzlülüğü ile düzensizliklerini ifade etmektedir. Pürüzlü yüzey, implantın yüzey alanını artırmakta ve buna bağlı olarak da kemik-implant temas alanının artmasını sağlamaktadır.(94,95)

-Kemik kalitesi ve kantitesi: İmplant tedavilerinde kemiğin yeterli yükseklik, genişlik ve yoğunlukta olması önemli yer tutmaktadır. Kemik yoğunluğu, implant yerleştirilmesi planlanan alanın kuvvet dayanımı ile elastisite modülü gibi mekanik özellikleri etkileyeceğinden, kullanılacak implantın dizaynı, uygulanacak cerrahi teknik, gereken iyileşme süreci ve protezlerin yüklenme zamanı gibi faktörler için planlama aşamasında kemik yoğunluğunun değerlendirilmesi önem arz etmektedir.(96) Kemik yoğunluğu ayrıca primer stabilite için önemli olan atravmatik kavite preperasyonu, implant yüzeyi ile kemiğin yakın teması ve iyileşme sürecinde implantın mikromobilitesinin olmaması gibi faktörleri de etkilemektedir.(97,98)

-Cerrahi teknik: İmplant cerrahisi öncesinde klinik ve radyografik değerlendirmeler ile protetik planlamanın yapılarak implantlarının yerleştirileceği bölgelerin belirlenmesi gerekmektedir. (99) Cerrahi işlem esnasında sterilitenin korunması, frezlemenin uygun hızda minimal basınçla yapılması, yeterli soğutmanın sağlanması

ve flebin ölü alanlar oluşturmadan gerilimsiz bir şekilde suture edilmesinde dikkat edilmelidir.(100) Yeterli primer stabilitenin sağlanabilmesi için son frez çapının kemik yoğunluğuna ve tipine göre belirlenmesi gerekmektedir..(101)

-İmplantın yüklenmesi: Fonksiyonel ve estetik gereksinimlerin uzun süre sağlanabilmesi için, implantların üzerine uygulanan kuvvetleri destek kemiğe dengeli bir biçimde ve uygun doğrultuda iletmesi gerekmektedir. Kuvvetleri karşılayabilecek osseointegrasyona en kısa sürede ulaşılması ve uzun süre korunabilmesi tedavinin başarısını artırmaktadır.(101)

## **2.8. Osseointegrasyonu Değerlendirme Yöntemleri**

Osseointegrasyonun değerlendirilmesi için en doğru ve etkin yol, implantın yüzeyindeki kemik miktarının hem kantitatif hem de kalitatif değerlendirmesini sağlayan histolojik inceleme ve histomorfometrik analizlerdir. Ancak uzun sürmeleri ve maliyetli olmalarının yanısıra kemikten biyopsi örneği alınması gerektirmeleri nedeniyle bu yöntemlerin kullanımının sınırlı olduğu bilinmektedir.(102).

Preoperatif ve post operatif dönemde kemik miktarı ve yoğunluğunun değerlendirmesinde farklı radyografi seçenekleri mevcuttur. (102,103) Bu amaçla oldukça sık bir biçimde kullanılan panoramik ve periapikal radyograflar, implantların mezial ve distal bölgelerindeki kemik seviyesini göstermekle birlikte bukkal ve palatinal bölgedeki kemik seviyesinin değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Ayrıca doğru açının yakalanması her zaman mümkün olmadığından distorsiyonların önüne geçilememekte ve bu nedenle kemik seviyelerini tam olarak yansıtamamaktadırlar. (102,104) Bir diğer nokta ise implant çevresindeki kemikte oluşan lezyonların radyografide görüntü verebilmesi için kemikteki için demineralizasyon seviyesinin %30-50'nin üzerinde olması gerekmektedir.(105) Tüm bu noktalar göz önünde bulundurulduğunda radyografi yöntemleri osseointegrasyonun değerlendirilmesinde sıklıkla yetersiz kalabilmektedir.

Osseointegrasyonun klinik olarak değerlendirilmesinde kolay uygulanabilir olması yönüyle oldukça sık tercih edilen bir test olan perküsyon testi, implant üzerine metal

bir alet ile vuru yapılarak oluşan sesin değerlendirmesine dayanmaktadır. Ancak bu test subjektif olup hassasiyeti düşüktür.(106)

Osseointegrasyonun temel belirleyici faktörlerinden olan kemik-implant bağlantısının test edilmesi osseointegrasyon durumunun klinik olarak değerlendirilmesi için kullanılabilir.(16)

Biyomekanik ölçüm değerlendirme teknikleri laboratuvarda veya klinikte uygulanabilecek objektif testler içermektedir. Laboratuvar testlerinden gerilme testi, implant üstü destek alanından implantın uzun aksına dik kuvvet uygulanarak implantın destek kemikten ayrıldığı değerin belirlendiği bir testtir.(107) Çekme ve itme testleri yiv bulundurmeyen silindirik implantlar üzerine implantın uzun aksına paralel olarak çekme ve itme kuvvetleri uygulanarak implantın kemikten ayrılmadan dayanabildiği maksimum kuvvetin belirlendiği testlerdir.(108) Torsiyonel çıkarma torku testi, yivli implantlar için kullanılmakla birlikte implantın dizaynı ile yüzey topografyasından etkilenmektedir ve implantın rotasyonel kuvvetlere karşı maksimum dayanım kuvvetinin belirlendiği testtir.(109) Kemik-implant bağlantısının kırılma değerinin belirlendiği bu testler laboratuvarda gruplar arası karşılaştırmalar için sıkça kullanılmakta ancak testler sonrasında kemik implant bağlantısı kaybedildiği için klinik kullanımları sınırlı olmaktadır.(110)

Torsiyonel çıkarma testinin klinikte kullanılan modifikasyonu olan ters tork testi sekonder stabilitenin ölçümünde kullanılabilir.(111) Fakat bu test ile yalnızca implantların rotasyonel kuvvetlere karşı stabilitesi ölçülebilirken lateral kuvvetler ile ilgili değerlendirme yapılamamaktadır.(111) Ters tork testi de mikrohareket yaratma riski ile implant osseointegrasyonu tamamlanmamış olan implantların kaybına veya osseointegrasyonun tamamlanması için gerekli sürenin uzamasına neden olabilmektedir. Ayrıca farklı kemik tiplerinde uygulanacak kuvvet değeri konusunda net bir görüş birliği bulunmamaktadır.(102,112)

Osseointegrasyonun en önemli faktörleri arasında yer alan primer stabilitenin de değerlendirilmesi için bir takım testler mevcuttur. Bu testler arasında yer alan yerleştirme torku testi, implantın yerleştirilmesi sırasında el aletinin veya motorlu cihazın tork ölçerinden elde edilen anlık değerin değerlendirmesini yapmakta ve cerrahın dokunma hissini kuvvetlendirmektedir. Yüksek tork değerleri daha iyi bir

primer stabilite elde edildiğini göstermektedir.(113) Elde edilecek değer büyük oranda implant için hazırlanan kavitenin genişliğine ve kemiğin durumuna bağlıdır. Yerleştirilecek implantın çapından daha dar hazırlanan kavite ile daha yüksek yerleştirme tork değerleri sağlanabilmekle birlikte bu durum implant veya kemik fraktürlerine ve kemikte nekroza neden olarak tedavinin başarısızlığına yol açabilmektedir.(114,115)

İmplant stabilitesinin daha hassas değerlendirilebilmesi için periotest kullanımı(Periotest, Siemens Bensheim, Almanya) ve rezonans frekans analizi (RFA) gibi bir takım elektronik ölçüm yöntemleri de mevcuttur. Periotest uygulaması elektromekanik bir uygulama olup elektrik ile çalışan ve monitörize edilen aletin hareketli ucu ölçüm yapılacak olan diş ya da implanta 16 kere hafifçe vuru yapmaktadır. Tüm ölçüm işlemi 4 saniyede tamamlanmakta hareketli ucun basınca duyarlı parçası ölçümü yapılan diş ya da implanta temas süresini kaydetmektedir. Dişin ya da implantın stabilitesi ne kadar yüksek ise, temas süresi de o kadar kısa, ölçülen periotest değeri de kadar az olmaktadır. (116) Periotest cihazı doğal dişlerin mobilitesinin ölçülmesi için üretildiğinden için normal çalışma aralığı -8 ile +50 arasında iken, implantlarda ise bu aralık -5 ile +5 arasında sınırlı kalmakta ve ideal ölçüm aralığından daha dar sonuçlar elde edilmesine neden olmaktadır. Cihaz yalnızca uygun açıda kullanıldığında doğru ölçümler verebildiğinden ulaşımın zor olduğu posterior alanlarda ve kullanıcı hataları nedeniyle yanlış ölçümler elde edilebilmektedir.(116,117)

### **2.8.1. Rezonans Frekans Analizi**

1994 yılında Neil Meredith ve ark. tarafından tanımlanan RFA implant stabilitesinin ölçülmesinde tekrarlanabilir ve güvenilir ölçüm değerleri veren bir yöntemdir. Ostell® ISQ (Integration Diagnostic AB, Goteborg, İsveç) implantların stabilitesinin ölçümü amacıyla non invaziv teknikle RFA için kullanılan bir cihaz olup sistem entegre bir vida yolu ile implant veya dayanağına takılan SmartPeg™ kullanımını içermektedir. SmartPeg'de oluşan 3000-8500Hz arasındaki frekans değerleri, 0-100 arasında değişen implant stabilite değerlerine (ISQ) karşılık gelmektedir. Yüksek frekanslar karşılığı elde edilen yüksek ISQ değerleri, implantın bükülme kuvvetlerine karşı daha dirençli yani stabil olduğunu göstermektedir. Bu

değerler implantın yüzey alanı ve büyük oranda kortikal kemik tarafından sağlanan kemik implant bağlatısının kuvvetine bağlıdır.(118,119) RFA, yerleştirme sırasında elde edilen tork değerleri ile ISQ değerleri arasında kuvvetli korelasyon bulunması, ölçümün kolay olması, invaziv olmaması ve ölçüm esnasında implantın osseointegrasyonuna etki etmemesi gibi nedenlerle osseointegrasyonun değerlendirilmesi ve implant prognozunun öngörülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Diğer bir avantajı ise tekrarlanabilir rakamsal değerler elde edilmesi ile vaka dokümentasyonunda ve tedavi protokollerinin kararı sürecinde hekimler arasında iletişimde kolaylık sağlayabilmesidir.(16,109,120)

## **2.9. Osseointegrasyonu Arttırmak Amacıyla Uygulanan Destekleyici Yaklaşımlar**

Osseointegrasyonun tanımlanmasından günümüze kadar osseointegrasyon düzeyinin artırılması için yapılan çalışmalar halen devam etmektedir. Bu kapsamda implant dizaynı ve yüzey özellikleri gibi implant karakterinin geliştirilmesini konu alan çalışmaların yanı sıra, çevre dokuların biyostimüle edilmesiyle osseointegrasyonun iyileştirilmesine yönelik çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar arasında doku iyileşmesi üzerine bildirilen olumlu etkileri nedeniyle kullanım alanları giderek artan düşük enerji yoğunluklu lazer terapisi (LLLT) ve en güncel olarak da ozon terapisinin osseointegrasyon üzerine de olumlu etkiler yaratabileceği konusu gündeme gelmiştir. (10,11,121–126)

### **2.9.1. Düşük Enerjili Lazer Tedavisi**

LLLT belirli dalga boyu ve enerjisine sahip lazerler tarafından dokularda termal değişiklikler yaratmadan, hücrenin biyokimyasal yapısını, proliferatif aktivitenin stimülasyonunu veya inhibisyonunu etkileyerek hücresel fonksiyonları uyarır.(127)

Endre Mester,(128) 1960'lı yıllarda lazerin karsinojenik etkisini araştıran çalışmaları sırasında, düşük enerjili ruby lazer uygulamaları ile farelerde kanser oluşması yerine tüylerde uzama olduğunu tespit etmiştir. LLLT'nin medikal alanda kullanımının asıl öncüsü ise Dr. Toshio Ohshiro olup ağrı terapisi ve flep nekrozlarının önlenmesinde



LLLT'nin kullanımını önermiştir.(129) Günümüze kadar ise lazer biyostimülasyonu yara ve kemik iyileşmesi ile enflamasyonun, ağrının ve ödemin azaltılması gibi pek çok alanda kullanıldığı çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. (128,130,131)

Düşük enerji seviyeli lazer tedavisinin iyileşme üzerine etkileri sitokinler ve büyüme faktörleri üzerinden olmaktadır. Etki mekanizması incelendiğinde fibroblast proliferasyonu ve migrasyonunu uyaran TGF- $\beta$  gibi sitokinlerin artışı sağladığı görülmektedir. Ayrıca fibroblastların miyofibroblastlara dönüşmesini ve yara yerinin kontraksiyonunu hızlandırma, neovaskülarizasyonda etkili olan VEGF gibi büyüme faktörlerinin uyarılması ile bölgede kanlanmanın artmasını sağlamaktadır. Bunlara ek olarak IL-1 ve IL-8 gibi enflamatuvar sitokinlerin sınırlı seviyede uyarılması ile iyileşme sırasındaki enflamasyon düzenlenmektedir.(132,133)

### **2.9.2. Düşük Enerjili Lazerin Kemik İyileşmesi ve Osseointegrasyon Üzerine Etkileri**

LLLT kemik dokusunda mitokondriyal ATP üretimi ve hücre zarındaki düzenleme üzerine etki ederek biyostimülatif etki göstermektedir. Kemik dokusunun iyileşmesinde, LLLT'nin etki ettiği bir diğer mekanizma ise lazer enerjisi ile lenfatik dolaşımda meydana gelen değişikliklerdir. Lenf damarlarının çaplarındaki genişlik artışı damarsal dolaşıma katılamayan ve kemik dokunun iyileşmesini olumsuz yönde etkileyen büyük çaplı proteinlerin dokulardan atılımını kolaylaştırmaktadır.(134,135) Oksijen basıncı, peri-implant doku iyileşmesinin erken evrelerinde yer alan mezenkimal hücrelerin fibroblastlar, kondrositler veya osteoblastlar olarak farklılaşmasında rol oynayan faktörlerden birisidir.(121) İmplant soketi hazırlanması için frezleme ile oluşan kemik hasarı, lokalize doku hipoksisine ve yara bölgesinde kemik metabolizması için gerekli olan ATP oluşumunda azalmaya neden olmaktadır. Bu durum hücre içi sitokinlerin salımına yol açmaktadır. (42) Çalışmalar fotobiyomodülasyonun hücre membranı ve mitokondri üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir . ATP'nin artışı hücrelerin beslenmesini, RNA ve DNA sentezini arttırmaktadır. Bu değişiklikler büyüme faktörleri ve sitokinlerin salınımını teşvik etmekte, buna bağlı olarak mezenkimal hücrelerin osteoblastlara farklılaşmasını ve osteoblast aktivitesini arttırmaktadır. Diğer bir taraftan ise anjiyojenezi teşvik etmekte, kollajen oluşumunu indüklemekte, kalsiyum ve fosfat üretimini arttırmakta

ve sonuç olarak kemik matriks üretimi ve mineralleşmesinde artışa sebep olmaktadır. Böylelikle kemik rejenerasyonu teşvik edilerek osseointegrasyon sürecinin hızlanması beklenmektedir.(7,11,135,136)

### **2.9.3. Ozon Terapisi**

Ozon kelimesi Yunancada koku anlamına gelen "Ozein" kelimesinden türemiştir. Ozon atmosferde eser miktarda bulunan keskin kokulu bir gaz olup, atmosferin üst tabakalarında doğal olarak oluşmaktadır. Havayı kirleten moleküllerin eliminasyonunu ayrıca güneşten gelen ultraviyole ışınlarının filtrelenmesini sağlamaktadır.(13,137) Moleküler yapısı üç adet oksijen atomu içeren ozonun klorndan 1.5 kat daha etkin oksidasyon potansiyeline sahip olduğu bildirilmektedir.(14)

Ozon terapisi 19. yüzyıldan bu yana çeşitli tedavi amacıyla kullanılmış olup, Dr. E.A. Fisch ise diş tedavilerinde ozonlanmış su kullanan ilk hekim olarak bilinmektedir.(14)

Günümüzde ozon sanayi ve tıp alanlarında antibakteriyel, antiviral, antifungal etkileri ile yaygın şekilde kullanılmaktadır. Kan dolaşımı ve immün yanıt üzerine olumlu etkilerinin literatürde yer almasını takiben aftöz lezyonlar, radyoterapi veya kemoterapi sonrasında gelişen mukozit ve temporomandibuler eklem hastalıkları gibi yeni kullanım alanları da ortaya çıkmıştır.(13,14,138)

Ozon üretilmesi için üç farklı sistem mevcuttur. Bunlar ultraviyole ışın sistemi, soğuk plazma sistemi ve corona ozon jeneratörüdür. Ozon uygulaması gaz olarak, su ve yağ gibi sıvılar içerisinde veya soğuk plazma formunda gerçekleştirilebilmektedir.(139)

Gaz ve sıvı formdaki ozon güçlü antimikrobiyal etkiye sahiptir. Antibiyotiğe dirençli suşlar olan Psödomonas türleri ve E.coli de dahil olmak üzere tüm gram pozitif ve negatif bakteriler üzerine bakterisidal etki yapmaktadır.(14) Antimikrobiyal etkiyi bakteri hücre membranındaki çift bağların yıkılması sonucu membran hasarı yaratarak ve oksidan etki ile hücre içi yapıların bozulması ile sağlamaktadır. Bu etki mikrobiyal yapılara hasar vermekte ancak insan hücrelerinde antioksidan mekanizmalar bulunması sayesinde hasara neden olmamaktadır.(139)

Ozonun aktive olan nötrofiller tarafından da üretilmesinin keşfi ile, immün sistem hücrelerinin aktivasyonu yoluyla enflamasyon üzerinde de fizyolojik rolü olduğu gösterilmiştir. Ozon immün sistem hücreler ile interferon, tümör nekrotizan faktör, interlökin ve diğer immünglobülinlerin üretimini artırmaktadır. (14,140) Bununla birlikte makrofajların mikroorganizmalara hassasiyetinin artırılması ile fagositozun da artmasını sağlamaktadır. Bu özellikleri ile ozonun immün yetersizliği bulunan hastalarda destekleyici tedavi olarak kullanımı önerilmiştir.(14,139,140)

Atibakteriyel ve immünmodülatör etkilerinin yanı sıra ozonun aneljezik ve antiinflamatuvar etkilere de sahip olduğu bildirilmiştir.(141) Bu özellikler bölgedeki kan akımının artışına bağlı oksijenizasyonun artışı ile hücrede ağrı oluşturabilecek fizyolojik stresin azaltılması, toksinlerin elimine edilerek enflamatuvar mediyatörlerin azaltılması ve ağrı mediyatörlerinin inaktivasyonu ile sağlamaktadır.(138) Bunlara ek olarak ozonun sahip olduğu bazik pH, enfeksiyon alanındaki asidik pH'ı dengelenmekte ve akut enflamasyon bölgesinde tampon etkisi göstermektedir.(138,139)

Ozon terapisi kanın akışkanlığındaki ve eritrosit metabolizmasındaki artış yolu ile doku oksijenizasyonunu da artırmaktadır. Dokudaki ve kandaki oksijen parsiyel basıncının artışı ile glikoliz, krebs siklusu ve yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu gibi aerobik fonksiyonlar ile enerji kaynaklarının artışı metabolizmanın hızlanmasını sağlamakta ve bu sayede doku iyileşmesini de hızlandırmaktadır.(13,14,139)

#### **2.9.4. Ozon Terapisinin Kemik İyileşmesi ve Osseointegrasyon Üzerine Etkileri**

Ozon uygulamasının doku kan akımında artış sağlaması, antioksidan enzimler ile büyüme faktörlerini stimüle etmesi ve immün sistem aktivasyonunu desteklemesi gibi mekanizmalar yoluyla yara iyileşmesi üzerinde terapötik etkilerinin olduğunun gösterilmesi, ozon terapisinin kemik iyileşmesi üzerine de olumlu etkiler sağlayabileceği konusunu gündeme getirmiştir.(14) Ozonun kemik iyileşmesi üzerine etkilerini konu alan çalışma sayısı kısıtlı olmakla birlikte, mevcut çalışmalardan elde

edilen olumlu sonuçlar, araştırmacıları bu konuda daha fazla çalışma gerçekleştirmeye teşvik etmektedir.

Kemik defektleri ve çekim soketlerine uygulanan ozonun osteoblast sayısında artışa neden olduğunu ve kemik iyileşmesine katkı sağladığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Ayrıca, Kazancıoğlu ve arkadaşları(142) kemik iyileşmesi üzerinde lazer ve ozonun etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, ozonun lazer ile karşılaştırılabilir düzeyde yeni kemik oluşumunu artırdığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise zdemir ve arkadaşları(12), ozon uygulamasının kemik greftlerinin iyileşmesini olumlu yönde etkilediğini göstermişlerdir. Bunlara ek olarak, ozon terapisinin osteoradyonekroz (ORN) ve ilaç kullanımına bağlı çene osteonekrozu (MRONJ) tedavisinde kullanımı ile başarılı sonuçlar elde edildiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur.(140) El Hadary ve arkadaşları(143) ise immünsüprese edilmiş tavşanlar üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, ozonize edilmiş yağ uygulamasının implant osseointegrasyonu üzerinde olumlu etkilere yol açtığını bildirmişlerdir.

Tüm bu bilgiler ve mevcut literatür göz önünde bulundurulduğunda, ozonun kemik iyileşmesi üzerinde olumlu etki yaratmak yolu ile dental implantların osseointegrasyonuna katkı sağlayabileceği hipotezi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, LASFE ile aynı seansta uygulanan implantların osseointegrasyonu üzerinde destekleyici tedaviler olan LLLT ve ozon terapisi uygulamalarının etkinliğinin rezonans frekans analizi ile değerlendirilmesidir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu retrospektif çalışma, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 11.01.2017 tarihli 27 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Bu çalışma kapsamında Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda ocak 2014 ile aralık 2016 tarihleri arasında total veya parsiyel dişsizliğin protetik rehabilitasyonu amacı ile dental implant tedavisi uygulanmış hasta dosyaları incelenmiştir. Bu hastalar arasından LASFE ile aynı seansta implant yerleştirilmiş hastalar ile LASFE ile aynı seansta implant yerleştirilmesine destekleyici tedavi olarak ozon terapisi veya LLLT uygulanan hastalar belirlenmiştir.

Çalışmaya dahil olma ölçütleri:

- Maksilla posterior bölgede LASFE ile aynı seansta implant tedavisi uygulanmış olmak,
- İmplant yerleşiminden hemen sonra ve postoperatif 6. ayda rezonans frekans analizi ile stabilite ölçümü yapılmış olmak,
- Maksilla posterior bölgede LASFE ile aynı seansta implant yerleştirilmesini takiben destekleyici olarak LLLT veya ozon terapisi uygulanmış olmak
- Graft materyali olarak allograft kullanılmış olmak
- Rutin kontrollere ve destekleyici tedavi uygulanan hastalarda tedavi protokolüne uyumuş olmak

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Sigara kullanımı
- Yara iyileşmesini etkileyen sistemik hastalık varlığı
- Gebelik veya laktasyon durumu
- İmmünsüpresif, antidepresan ve proton pompa inhibitörü gibi kemik metabolizmasını etkileyen ilaçların kullanımı

- Kemoterapi ve/veya radyoterapi öyküsü
- Maksiller sinüsü ilgilendiren bir hastalık veya patoloji varlığı
- Daha önceden maksiller sinüs hastalıkları, tümör ve travma gibi bir nedenle ilgili bölgeden operasyon geçirilmesi
- Önceki başarısız maksiller sinüs augmentasyonu öyküsü
- Operasyon sırasında veya postoperatif dönemde herhangi bir komplikasyon gelişmesi
- Hasta kayıtlarının ve ISQ ölçümlerinin eksik olması

Bu kriterler göz önünde bulundurularak belirlenen hastalar, destekleyici yaklaşım uygulanma durumuna ve uygulanan destekleyici yaklaşımın türüne göre üç grup altında toplanmıştır. Gruplara ait implant yerleşiminden hemen sonra ve postoperatif 6. ayda ölçülen ISQ değerleri incelenerek elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Çalışma grupları:

1. grup (Lazer): Sinüs tabanı yükseltme işlemiyle birlikte implant yerleştirilmiş ve LLLT uygulanmış hastalar.
2. grup (Ozon): Sinüs tabanı yükseltme işlemiyle birlikte implant yerleştirilmiş ve ozon terapisi uygulanmış hastalar.
3. grup (Kontrol) :Sinüs tabanı yükseltme işlemiyle birlikte implant yerleştirilmiş ve herhangi bir ek uygulama yapılmamış hastalar.

### **3.1. Cerrahi İşlemler**

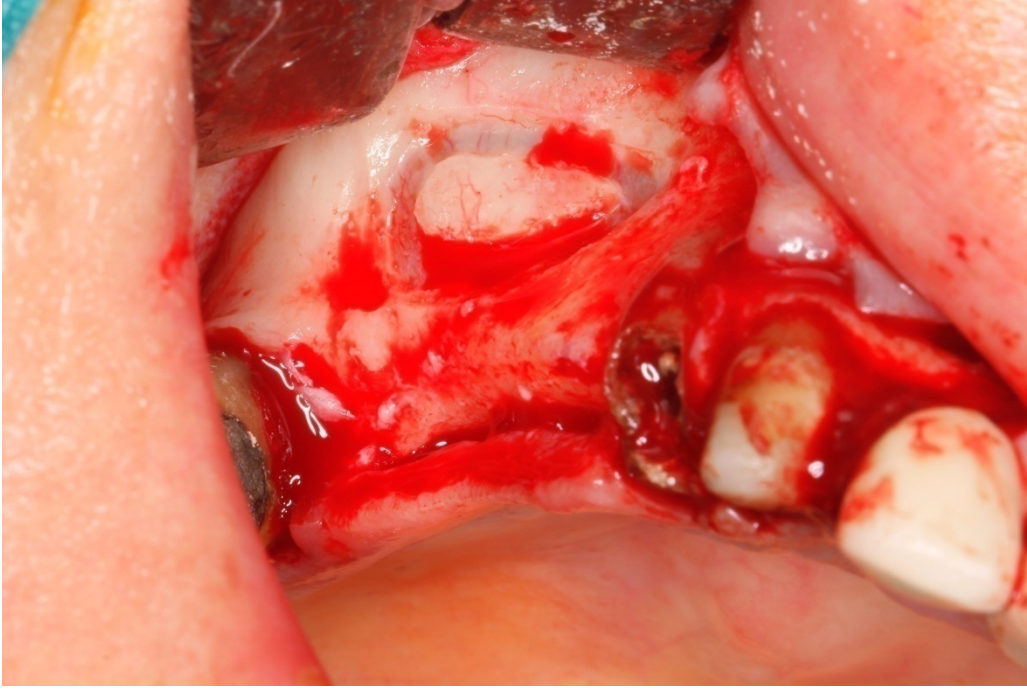
Klinik ve radyolojik incelemeler sonucu maksilla posterior bölgede implant yerleştirilecek alanda 7mm den az kemik yüksekliği bulunması halinde, LASFE uygulanmasına ve gerekli primer stabilitenin sağlanabilmesi halinde eşzamanlı implant yerleştirilmesine karar verilmiştir.

Tüm cerrahi işlemler 40 mg/ml articain hidroklorür, 0.012 mg/ml epinefrin hidroklorür, 0.5 mg/ml sodyum metabisülfid, 1mg/ml sodyum klorür ve 1005 mg/ml distile su içeren anestezi solüsyon (Ultracain D-S Forte, PharmaVision, İstanbul, Türkiye) kullanılarak posterior superior alveoler sinirin blokajı ve palatinalde infiltratif anestezi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Yeterli düzeyde anestezi sağlanmasını takiben 15 numaralı bistüri (Beybi, İstanbul, Türkiye) ile kret tepesinden geçecek trapez tarzında insizyon yapılarak, periost elevatörü ile maksiller sinusün lateral duvarı açığa çıkartılacak şekilde tam kalınlık mukoperiosteal flep kaldırılmıştır. (Şekil 3-1)



**Şekil 3-1** Mukoperiosteal flep kaldırılması ve lateral pencerenin açılacağı kemiğin refleksiyonu

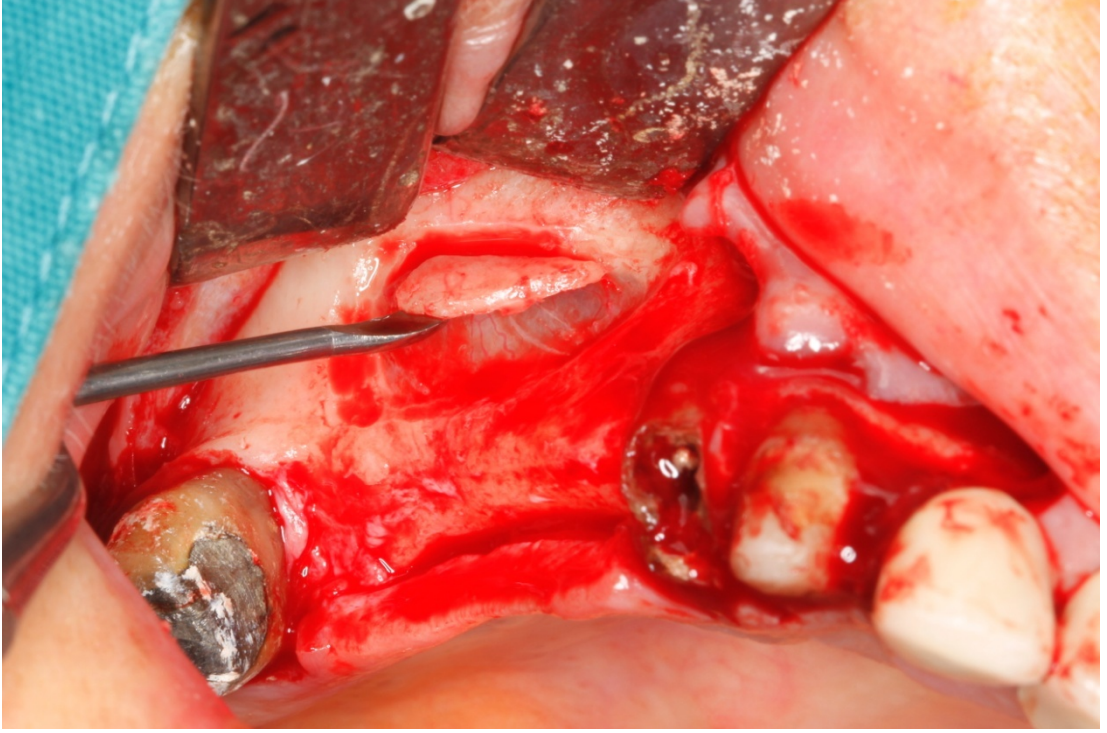
Lateral duvar üzerinde açılacak kemik penceresinin sınırları rond frez ile belirlendikten sonra noktasal sınırlar birleştirilerek kemik penceresinin çerçevesi belirginleştirilmiştir.(Şekil 3-2)



**Şekil 3-2** Lateral pencerenin sınırlar radyografik inceleme ile belirlenerek rond frez ile sınırları işaretlenmiştir.

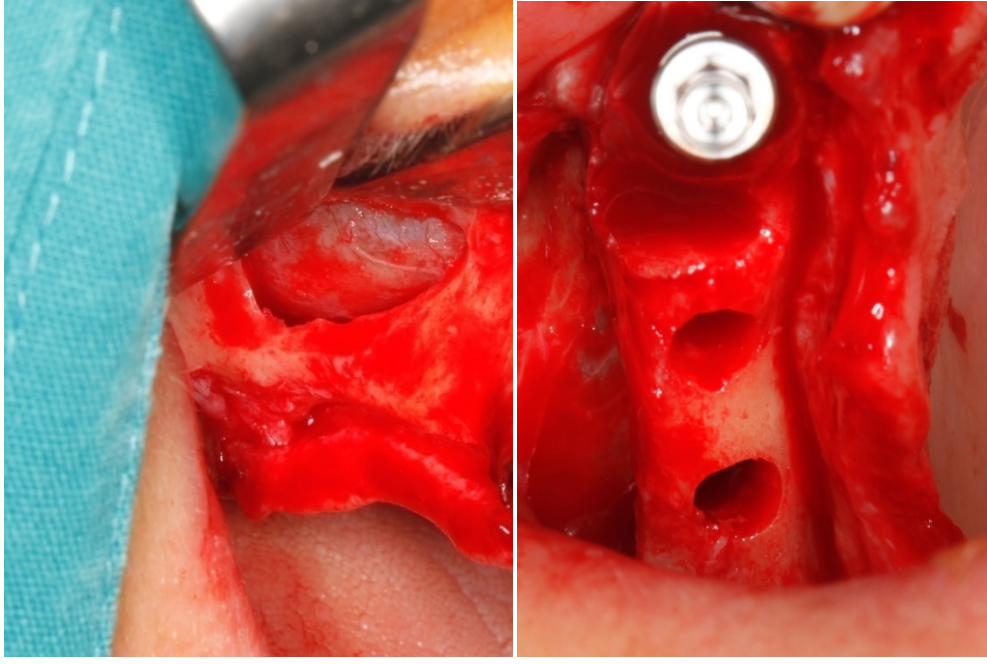
Kemik penceresi küçük keskin elevatörler yardımıyla mukozadan ve anterior sinüs duvarından dikkatli şekilde ayrıldıktan sonra steril serum fizyolojik içerisinde saklanmıştır. (Şekil 3-3)





**Şekil 3-3** Lateral pencere Schneiderian membranından dikkatlice diseke edilerek serum fizyolojik içerisinde saklanmıştır.

Schneiderian membranı, perfore olmayacak şekilde özel açılı künt sinüs elevatörleri ile yükseltilmiş ve implant yuvalarının hazırlanması sırasında membran ile frez arasına künt uçlu geniş el aleti yerleştirilerek membranın perfore edilmesi önlenmiştir. (Şekil 3-4)



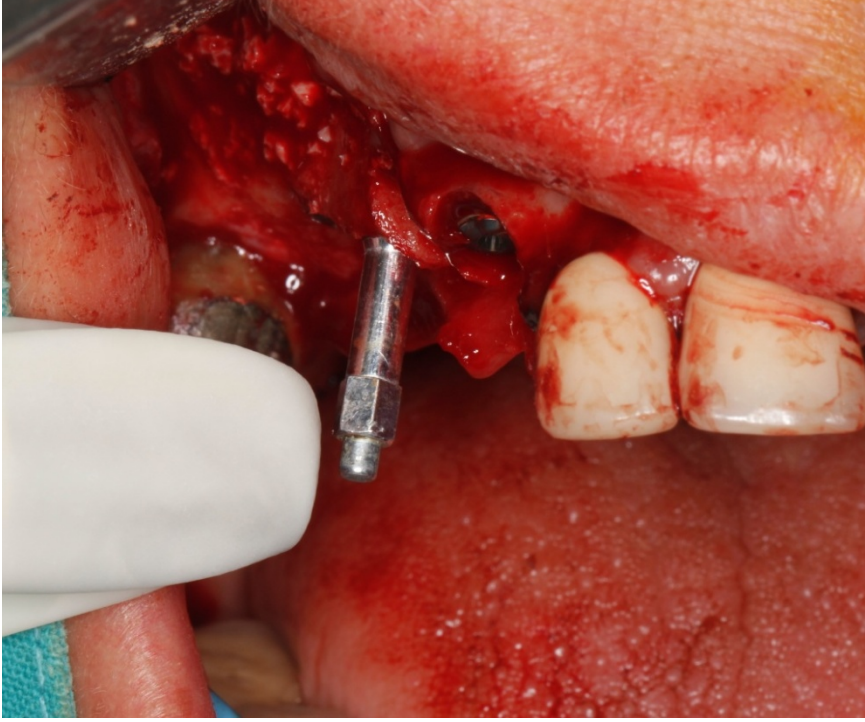
**Şekil 3-4** Schneiderian membranı elevasyonu ve implant kavitelelerinin preperasyonu..

Uygun koşullarda implant yuvası hazırlandıktan sonra sinüsün medial duvarına yeterli miktarda partikül allojen kemik grefti (MinerOss, Biohorizons, Birmingham, Alabama, Amerika Birleşik Devletleri) yerleştirilmesini takiben belirlenen implant, uygun taşıyıcı parça ile sokete yerleştirilmiştir.(Şekil 3-5) Greftleme işleminin tamamlanmasını takiben, çıkarılan kemik pencere uygun pozisyonda yeniden bölgeye adapte edilmiştir.



Şekil 3-5 Sinüs medial duvarının greftlemesi sonrasında implantlar yerleştirilmiştir.

Ölçümlerin yapılması için implant marka ve çapına uygun SmartPeg (Integration Diagnostics AB, Göteborg, İsveç) seçilmiş ve özel plastik anahtar parçası ile firmanın tarifine göre parmak basıncı ile 3-5N kuvvet uygulanarak implanta vidalanmıştır. Osstell ISQ (Integration Diagnostics AB, Göteborg, İsveç) cihazının ölçüm probu implantın üzerine yerleştirilmiş olan SmartPeg'e dik açıyla bukkolingual ve mezio-distal yönlerden 2-3 mm uzaklıktan ölçüm yapılmıştır. Ölçülen ISQ implant stabilite değerleri hasta dosyasına kaydedilmiştir. Ölçüm sonrasında SmartPeg sökülerek implant kapama başlığı yerleştirilmiştir.(Şekil 3-6)



**Şekil 3-6** SmartPeg yerleştirilerek Osstell ISQ cihazı ile intraoperatif ölçümler alınmıştır.

Kaldırılan flep 4/0, 16mm'lik 3/8 keskin iğneli atravmatik rezorbe olabilen süturlar (Pegelak, Doğsan, Trabzon, Türkiye) aracılığıyla orjinal pozisyonunda olacak şekilde suture edilmiştir. Operasyon sonrası hastalara nonsteroid antienflamauvar, sistemik antibiyotik, topikal dekonjestan ve klorheksidin gargara reçete edilmiştir. Tüm hastalara sinüs cerrahisi sonrası bakım konusunda yazılı ve sözlü olarak gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır. Operasyondan sonra 7.-10. günde süturlar alınarak operasyon sahası kontrol edilmiş ve serum fizyolojik ile irrigasyon yapılmıştır.

Greft konsolidasyon süreci için gereken 6 aylık sürenin sonunda, lokal anestezi altında implantların üzeri açılmış ve kapama başlıkları sökülmüştür. Daha sonra uygun SmartPeg, plastik anahtar parça yardımı ile yerleştirilmiştir. Osstell ISQ cihazının ölçüm probu, SmartPeg ile dik açıyla bukko-lingual ve mezio-distal yönlerden 2-3 mm uzaklıktan ölçüm yapılmıştır. Ölçülen ISQ implant stabilite değerleri hasta dosyasına kaydedilmiştir.(Şekil 3-7) Ölçüm sonrasında SmartPeg sökülerek dişeti şekillendirme başlıkları yerleştirilmiştir. Tüm hastalar protetik restorasyon aşaması için ilgili bölüme yönlendirilmiştir.



**Şekil 3-7** Post operatif 6. ayda implantların ikinci ISQ değerlerinin ölçümü ve diş eti şekillendirme başlıklarının takılması.

### **3.2. Düşük Enerji Yoğunluklu Lazer Terapisi**

1. grup hastalara yukarıda belirtilen cerrahi işlemlerin tamamlanmasının hemen ardından, implant yerleştirilen bölgeye vestibüler taraftan 940 nm dalga boylu diyot lazer (Epic 10, Biolase Technology, Inc., Irvine, Kaliforniya, Amerika Birleşik Devletleri) sürekli modda (CW), 0.1W güçte 40 saniye süre ile total enerji  $4 \text{ J/cm}^2$  uygulanmıştır. LLLT uygulaması belirtilen protokolle post-operatif 3. ve 7. günlerde tekrarlanacak şekilde toplamda 3 seansta gerçekleştirilmiştir.(Şekil 3-8)



**Şekil 3-8** Düşük enerjli lazer tedavisi lateral pencerenin açıldığı ve augmentasyonun yapıldığı bölgeye mukoza üzerinden uygulanmıştır.

### **3.3. Ozon Terapisi**

2. grup hastalara yukarıda belirtilen cerrahi işlemlerin tamamlanmasının hemen ardından, implant yerleştirilen bölgeye vestibüler taraftan OzoneDTA ozon terapisi cihazı (OzoneDTA generator, APOZA, Yeni Taipei, Tayvan) 3 nolu prob kullanılarak 9. seviyede 60 saniye süre ile uygulanmıştır. Ozon terapisi uygulaması belirtilen protokolle post-operatif 3. ve 7. günlerde tekrarlanacak şekilde toplamda 3 seansta gerçekleştirilmiştir.(Şekil 3-9)



**Şekil 0-1** Ozon terapisi lateral pencerenin açıldığı ve augmentasyon uygulanan bölgeye mukoza üzerinden uygulanmıştır.

### **3.4. İstatistiksel Analiz**

Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi için IBM SPSS Statistics 22 programı (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Armonk, New York, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler Ortalama±standart sapma ile gösterilmiştir. Ölçümde elde edilen ISQ implant stabilite değerlerinin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk's normallik testi ile incelenmiştir. Varyansların homojenliğinin test edilmesi için Levene testi kullanılmıştır. İmplant yerleştirmesinden hemen sonra ve post operatif 6. ayda ISQ değerlerinin gruplar arasındaki farkının değerlendirilmesi amacıyla çoklu varyans analizi (MANOVA) kullanılmıştır. İmplant yerleştirmesinden hemen sonra ve post operatif 6. ayda ölçülen ISQ değerleri arasındaki farkın değerlendirilmesi için eşleştirilmiş t testi kullanılmıştır. Cinsiyete göre ISQ değerleri nin karşılaştırılması için Student's t testi kullanılmıştır.

Yaş, preoperatif kemik yüksekliği, yerleştirilen implantın çapı, yerleştirilen implantın boyu ve ISQ değerleri açısından istatistiksel olarak ilişkinin varlığı pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir.

Anlamlılık seviyesi olarak  $\alpha=0,05$  kullanılmış olup,  $p<0,05$  olması durumunda anlamlı farklılığın olduğu,  $p>0,05$  olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

Gözlemci içi uyum Kappa analizi ile değerlendirildi. Gözlemci içi uyumun değerlendirilmesinde, radyografik görüntüler üzerindeki ölçümler aynı gözlemci tarafından 2 hafta sonra tekrar değerlendirildi.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Demografik Bulgular

Çalışmaya dahil edilme kriterleri göz önünde bulundurulduğunda; 36 hastaya uygulanan toplam 55 implant çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların 28'i kadın, 17'si erkek olup yaş ortalamaları  $56,6\pm 11,6$ 'dır. Kadınların yaşları 34-68 arasında olup ortalaması  $52,6\pm 13,1$  iken, erkeklerin yaşları 45-75 arasında olup ortalamasının  $60,1\pm 10,8$  olduğu görülmüştür.

Çalışma gruplarına göre hasta popülasyonu değerlendirildiğinde ise: Lazer grubunda kadınların yaş ortalamasının  $50,0\pm 12,0$  olduğu, erkeklerin yaş ortalamasının  $60,4\pm 10,0$  olduğu tespit edilmiştir. Ozon grubunda kadınların yaş ortalamasının  $54,6\pm 12,8$  olduğu, erkeklerin yaş ortalamasının  $69,5\pm 7,8$  olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunda kadınların yaş ortalamasının  $54,5\pm 11,2$  olduğu, erkeklerin yaş ortalamasının  $58,1\pm 11,6$  olduğu tespit edilmiştir.(Tablo 4-1)

Tablo 4.1. Grupların demografik verileri.

|                 |       | Lazer          | Ozon           | Kontrol        | Toplam         |
|-----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Cinsiyet        | Kadın | 5              | 8              | 6              | 19             |
|                 | Erkek | 5              | 2              | 10             | 17             |
| Yaş<br>(Ort±SS) | Kadın | $50,0\pm 12,0$ | $54,6\pm 12,8$ | $54,5\pm 11,2$ | $52,6\pm 13,1$ |
|                 | Erkek | $60,4\pm 10,0$ | $69,5\pm 7,8$  | $58,1\pm 11,6$ | $60,1\pm 10,8$ |

### 4.2. İmplantların Özellikleri

Hastalara yerleştirilen implantların markaları incelendiğinde;toplamda yerleştirilen 55 implantın 21 tanesinin Straumann SLA (Straumann Holding AG, Bazel İsviçre),

11 tanesinin Biohorizons Laser-Lok (Biohorizons, Birmingham, Alabama, Amerika Birleşik Devletleri),9 tanesinin BEGO Semados RSX ( BEGO GmbH, Bremen, Almanya), 7 tanesinin Zinedent TEC-2 (Zinedent İmplant Üretim A.Ş.,Ankara, Türkiye) ve 8 tanesinin Medical Instinct BoneTrust (Medical Instinct GmbH, Bovenden, Almanya) olduğu belirlenmiştir.

İmplant markalarının gruplara göre dağılımı incelendiğinde: Lazer grubundaki implantların 5 tanesinin Straumann SLA (Straumann Holding AG, Bazel İsviçre), 5 tanesinin Biohorizons Laser-Lok (Biohorizons, Birmingham, Alabama, Amerika Birleşik Devletleri) ,3 tanesinin BEGO Semados RSX ( BEGO GmbH, Bremen Almanya), 2 tanesinin Zinedent TEC-2 (Zinedent İmplant Üretim A.Ş., Ankara, Türkiye) ve 3 tanesinin Medical Instinct BoneTrust (Medical Instinct GmbH, Bovenden, Almanya) olduğu belirlenmiştir. Ozon grubundaki implantların 11 tanesinin Straumann SLA (Straumann Holding AG, Bazel, İsviçre), 2 tanesinin Biohorizons Laser-Lok (Biohorizons, Birmingham, Alabama, Amerika Birleşik Devletleri) ,1 tanesinin BEGO Semados RSX ( BEGO GmbH, Bremen, Almanya), 3 tanesinin Zinedent TEC-2 (Zinedent İmplant Üretim A.Ş., Ankara Türkiye) ve 3 tanesinin Medical Instinct BoneTrust (Medical Instinct GmbH, Bovenden Almanya) olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubundaki implantların 5 tanesinin Straumann SLA (Straumann Holding AG, Bazel, İsviçre), 4 tanesinin Biohorizons Laser-Lok (Biohorizons, Amerika Birleşik Devletleri) ,5 tanesinin BEGO Semados RSX ( BEGO GmbH, Almanya), 2 tanesinin Zinedent TEC-2 (Zinedent İmplant Üretim A.Ş., Ankara Türkiye) ve 2 tanesinin Medical Instinct BoneTrust (Medical Instinct GmbH, Bovenden, Almanya) olduğu belirlenmiştir.

Yerleştirilmiş olan implantların çap ve boyları incelendiğinde;tüm implantlar değerlendirildiğinde çaplarının 3,75-4,8 mm arasında ve ortalamasının  $4,2\pm 0,27$ mm olduğu; boylarının ise 10,0-12,0 mm arasında ve ortalamasının  $11,1\pm 0,94$ mm olduğu görülmüştür.Gruplara göre değerlendirildiğinde ise,Lazer grubundaki implantların çaplarının 3,75-4,6 mm arasında ve ortalamasının  $4,1\pm 0,28$  mm olduğu; boylarının ise 10,0-12,0 mm arasında ve ortalamasının  $11,0\pm 0,93$  mm olduğu görülmüştür. Ozon grubundaki implantların çaplarının 4,1-4,8 mm arasında ve ortalamasının  $4,2\pm 0,26$  mm olduğu; boylarının ise 10,0-12,0 mm arasında ve ortalamasının  $11,0\pm 0,99$  mm olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki implantların çaplarının 4,0-

4,8 mm arasında ve ortalamasının  $4,3\pm0,28$  mm olduğu; boylarının ise 10,0-12,0 mm arasında ve ortalamasının  $10,8\pm0,89$  mm olduğu görülmüştür.(**Tablo 4-2**)

**Tablo 4.2.** Yerleştirilen implantların çap, boy ve markaları.

|                              | Lazer            | Ozon            | Kontrol         | Toplam          |    |
|------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----|
| <b>İmplant çapı (Ort±SS)</b> | 4,1±0,28<br>mm   | 4,2±0,26<br>mm  | 4,2±0,27<br>mm  | 4,2±0,27<br>mm  |    |
| <b>İmplant boyu (Ort±SS)</b> | 11,0±0,9<br>3 mm | 11,0±0,99<br>mm | 11,2±0,87<br>mm | 11,1±0,94<br>mm |    |
| <b>İmplant markası</b>       | STRAUMANN        | 5               | 11              | 5               | 21 |
|                              | BIOHORIZONS      | 5               | 2               | 4               | 11 |
|                              | BEGO             | 3               | 1               | 5               | 9  |
|                              | ZINEDENT         | 2               | 3               | 2               | 7  |
|                              | MEDICAL INSTINCT | 3               | 3               | 2               | 8  |
| <b>İmplant sayısı</b>        | 18               | 19              | 18              | 55              |    |

### 4.3. İmplantların Yerleştirildiği Bölgeler

İmplant yerleştirme alanları gruplara göre incelendiğinde; tüm implantlar arasında 4 implantın 1.premolar diş bölgesine, 9 implantın 2.premolar diş bölgesine, 33 implantın 1.molar diş bölgesine ve 9 implantın 2.molar diş bölgesine yerleştirilmiş olduğu görülmüştür. Gruplara göre incelendiğinde ise, Lazer grubunda 2 implantın 1.premolar diş bölgesine, 6 implantın 2.premolar diş bölgesine, 8 implantın 1.molar diş bölgesine ve 2 implantın 2.molar diş bölgesine yerleştirilmiş olduğu görülmüştür. Ozon grubunda 2 implantın 1.premolar diş bölgesine, 3 implantın 2.premolar diş bölgesine, 11 implantın 1.molar diş bölgesine ve 3 implantın 2.molar diş bölgesine yerleştirilmiş olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda ise 14 implantın 1.molar diş bölgesine ve 4 implantın 2.molar diş bölgesine yerleştirilmiş olduğu görülmüştür. (**Tablo 4-3**)

**Tablo 4.3.** İmplantların yerleştirilme bölgeleri.

|                            | Lazer | Ozon | Kontrol | Toplam |
|----------------------------|-------|------|---------|--------|
| <b>İmplant sayısı</b>      | 18    | 19   | 18      | 55     |
| <b>Yerleştirme bölgesi</b> |       |      |         |        |
| <b>1.premolar</b>          | 2     | 2    | 0       | 4      |
| <b>2.premolar</b>          | 6     | 3    | 0       | 9      |
| <b>1.molar</b>             | 8     | 11   | 14      | 33     |
| <b>2.molar</b>             | 2     | 3    | 4       | 9      |

#### 4.4. Radyografik Bulgular

Radyografik ölçümlerin standardizasyonunun sağlanması için kullanılan Kappa testi ile değerlendirilen gözlemci içi uyum mükemmel olarak bulundu. ( $k > 0,90$ )

Preoperatif ve postoperatif panoramik radyograflar üzerinde implant yerleştirilen alanların subantral kemik yükseklikleri ölçülmüştür. Tüm bölgeler değerlendirildiğinde subantral kemik yüksekliğinin 2,1-6,9mm arasında değiştiği ve ortalamasının  $5,0 \pm 1,29$ mm olduğu gözlenmiştir. Subantral kemik yüksekliğinin, Lazer grubunda 2,9-6,9mm arasında değiştiği ve ortalamasının  $5,3 \pm 1,25$ mm olduğu, Ozon grubunda 2,1-6,9mm arasında değiştiği ve ortalamasının  $4,7 \pm 1,38$ mm olduğu ve Kontrol grubunda ise 2,4-6,7mm arasında değiştiği ve ortalamasının  $5,0 \pm 1,21$ mm olduğu gözlenmiştir. (Tablo 4-4)

**Tablo 4.4.** Augmentasyon öncesi subantral kemik yüksekliği.

|                                      | <b>Lazer</b> | <b>Ozon</b> | <b>Kontrol</b> | <b>Toplam</b> |
|--------------------------------------|--------------|-------------|----------------|---------------|
| <b>Kemik yüksekliği<br/>(Ort±SS)</b> | 5,3±1,25mm   | 4,7±1,38mm  | 5,0±1,21mm     | 5,0±1,29mm    |

#### 4.5. RFA Ölçüm Değerleri ve İstatistiksel Analiz

Shapiro-Wilk's normallik testi sonucuna göre implant yerleştirmesinden hemen sonra ölçülen ve post operatif 6. ayda ölçülen ISQ değerlerinin dağılımlarının normallik varsayımını yerine getirdiği ve normal dağılım testlerinin uygulanabilir olduğu görülmüştür. (S-W<sub>ZISQ İLK</sub>= 0,17; S-W<sub>ZISQ SON</sub>= 0,16; S-W<sub>ZISQ FARK</sub>= 0,13; p>0,05 ).

Varyansların eşitliğinin değerlendirildiği Levene testi sonuçlarına göre implant yerleştirmesinden hemen sonra ölçülen ve post operatif 6. ayda ölçülen ISQ değerlerinin varyansların istatistiksel olarak eşit olduğu görülmüştür. (L<sub>FISQ İLK</sub>= 0,22; L<sub>FISQ SON</sub>= 0,08; L<sub>FISQ FARK</sub>= 0,05; p>0,05 ).

Ölçülen tüm ISQ değerleri incelendiğinde; implant yerleştirmesinden hemen sonra ölçülen ilk ISQ değerlerinin ortalaması 59,38±7,30 olduğu, post operatif 6. ayda ölçülen son ISQ değerlerinde artış görüldüğü ve ortalamasının 70,89±5,91 olduğu görülmüştür. İlk ve son ISQ değerlerinin birbirinden istatistiksel olarak farkının test edildiği bağımlı örneklem t test analizine göre son ISQ değerleri ile ilk ISQ arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve son ISQ değerlerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.(p<0,05) Son ISQ değerleri ile ilk ISQ değerleri arasındaki fark değerlerinin ortalamasının 11,51±7,70 olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.5.** İlk ISQ ve son ISQ değerleri ortalamaları ile Bağımlı örneklem t testi sonuçları

| Ölçüm | Grup   | n  | Ortalama<br>ISQ | s.sapma | Bağımlı<br>örneklem<br>t test |       |
|-------|--------|----|-----------------|---------|-------------------------------|-------|
|       |        |    |                 |         | t                             | p     |
| İlk   | Toplam | 55 | 59,3818         | 7,30168 | 11,085                        | 0,000 |
| Son   | Toplam | 55 | 70,8909         | 5,91506 |                               |       |
| Fark  | Toplam | 55 | 11,6091         | 7,70010 |                               |       |

İmplantların yerleştirilmesi sırasında ölçülen ilk ISQ değerleri gruplara göre incelendiğinde lazer grubu ortalamasının  $60,28 \pm 7,61$  , ozon grubu ISQ ortalamasının  $59,37 \pm 7,64$  ve kontrol grubu ISQ ortalamasının ise  $58,50 \pm 6,93$  olduğu görülmüştür.

Post operatif 6. ayda son ISQ değerlerinin ortalamaları gruplara göre incelendiğinde lazer grubu ISQ ortalamasının  $72,11 \pm 5,88$ , ozon grubu ISQ ortalamasının  $70,84 \pm 6,05$  ve kontrol grubu ISQ ortalamasının ise  $69,72 \pm 5,90$  olduğu görülmüştür.

İlk ve son ISQ ölçümleri arasındaki ortalama fark incelendiğinde ise lazer grubunda yerleştirme zamanına göre 6 ay sonra protetik restorasyon öncesi yapılan ölçümler arasında  $11,22 \pm 9,92$  ISQ artış olduğu, ozon grubunda yerleştirme zamanına göre 6 ay sonra protetik restorasyon öncesi yapılan ölçümler arasında  $11,93 \pm 7,67$  ISQ artış olduğu ve kontrol grubunda ise yerleştirme zamanına göre 6 ay sonra protetik restorasyon öncesi yapılan ölçümler arasında  $11,47 \pm 5,39$  ISQ artış olduğu görülmüştür.

Lazer, ozon ve kontrol gruplarına göre implant yerleştirmesinden hemen sonra ölçülen ve post operatif 6. ayda ölçülen ISQ değerlerinin ile bunların farklarının aritmetik ortalamaları arasındaki varyansın istatistiksel olarak anlamlı farklılık

gösterip göstermediğinin analiz edildiği MANOVA testi sonuçlarına göre gruplar arasında ilk ISQ, son ISQ ve fark ISQ değerleri için anlamlı fark bulunmamıştır. ( $t_{ISQ\ İLK} = 0,26$ ;  $t_{ISQ\ SON} = 0,73$ ;  $t_{ISQ\ FARK} = 0,03$ ;  $p > 0,05$  ); Gruplar arasında anlamlı fark bulunmadığı için post-hoc testi uygulanmamıştır.

**Tablo 4.6.** Grupların ortalama, standart sapma değerleri ve MANOVA testi sonuçları

| Ölçüm | Grup    | n  | Ortalama<br>ISQ | s.sapma | MANOVA |       |
|-------|---------|----|-----------------|---------|--------|-------|
|       |         |    |                 |         | p      | T     |
| İlk   | Lazer   | 18 | 61,222          | 8,077   | 0,722  | 0,259 |
|       | Ozon    | 19 | 58,947          | 6,687   |        |       |
|       | Kontrol | 18 | 62,167          | 8,126   |        |       |
| Son   | Lazer   | 18 | 72,111          | 5,880   | 0,488  | 0,728 |
|       | Ozon    | 19 | 70,842          | 6,049   |        |       |
|       | Kontrol | 18 | 69,722          | 5,899   |        |       |
| Fark  | Lazer   | 18 | 11,2222         | 9,92060 | 0,973  | 0,028 |
|       | Ozon    | 19 | 11,8333         | 7,67157 |        |       |
|       | Kontrol | 18 | 11,4736         | 5,39926 |        |       |

Hastaların yaş, preoperatif kemik yüksekliği, yerleştirilen implantın çapı ve boyu ile ISQ değerlerinin ilişkisinin değerlendirildiği Pearson korelasyon testinde anlamlılık değeri 0,05 ten küçük olan korelasyonlar değerlendirilmiştir. (0,05> t) Buna göre yaş ile ISQ ilişkisinin anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için yorumlanmamıştır. Kemik yüksekliği, implantın çapı ve boyu ile ISQ değerleri arasında orta düzeyde korelasyon bulunduğu görülmüştür. ( $r_{\text{Kemikyük.-İlkISQ}}= 0,56$ ;  $r_{\text{Kemikyük.-SonISQ}}= 0,46$ ;  $r_{\text{Çap-İlkISQ}}= 0,49$ ;  $r_{\text{Çap-SonISQ}}= 0,40$ ;  $r_{\text{Boy-İlkISQ}}= 0,42$ ;  $r_{\text{Boy-SonISQ}}= 0,56$ )

Cinsiyete göre ISQ değerleri incelendiğinde erkeklerde implant yerleştirmesinden hemen sonra ölçülen ISQ değerleri ortalamasının  $57,93\pm 7,37$ , post operatif 6. ayda ölçülen ISQ değerlerinin ISQ değerleri ortalamasının  $69,89\pm 5,71$  olduğu; kadınlarda ise implant yerleştirmesinden hemen sonra ölçülen ISQ değerleri ortalamasının  $60,89\pm 7,05$  ISQ, post operatif 6. ayda ölçülen ISQ değerlerinin ISQ değerleri ortalamasının  $69,89\pm 5,71$  ISQ olduğu, görülmüştür. İmplant yerleştirmesinden hemen sonra ölçülen ve post operatif 6. ayda ölçülen ISQ değerlerinin arasındaki fark değerlendirildiğinde erkeklerde ISQ değerlerinde ortalama artış  $11,96\pm 7,53$  ISQ iken kadınlarda bu değer  $11,04\pm 7,97$  ISQ olduğu görülmüştür. Cinsiyete göre ISQ değerleri arasındaki farkın değerlendirildiği Student's t testine göre ISQ değerlerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir. ( $t_{\text{ISQ İLK}}= 1,521$ ;  $t_{\text{ISQ SON}}= 1,282$ ;  $t_{\text{ISQ FARK}}=-0,443$ ;  $p>0,05$ ).



**Tablo 4.7.** Cinsiyetler arası Bağımsız örneklem t testi

| Ölçüm | Grup  | n  | Ortalama<br>ISQ | s.sapma | Bağımsız<br>örneklem t test |       |
|-------|-------|----|-----------------|---------|-----------------------------|-------|
|       |       |    |                 |         | t                           | p     |
| İlk   | Kadın | 19 | 60,89           | 7,05    | 1,521                       | 0,134 |
|       | Erkek | 17 | 57,93           | 7,37    |                             |       |
| Son   | Kadın | 19 | 71,93           | 6,04    | 1,282                       | 0,205 |
|       | Erkek | 17 | 69,89           | 5,71    |                             |       |
| Fark  | Kadın | 19 | 11,04           | 7,97    | -0,443                      | 0,659 |
|       | Erkek | 17 | 11,96           | 7,53    |                             |       |

## 5. TARTIŞMA

Atrofik posterior maksillanın implantlar ile rehabilitasyonu, düşük kemik kalitesi ve yetersiz kemik miktarına bağlı olarak bir takım zorluklar içerebilmektedir.(48) Bu zorlukların üstesinden gelebilmek adına uygulanan cerrahi teknik ve kullanılan biyomateryaller üzerine yapılan çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır.

Atrofik posterior maksillanın dental implantlarla rehabilitasyonu amacıyla, farklı augmentasyon tekniklerini veya augmentasyon yapılmaksızın çeşitli tedavi modifikasyonlarını içeren pek çok yöntem tanımlanmıştır.(47,144) Bu yöntemler arasında sinüs augmentasyonu yapılmadan implantın yerleştirildiği teknikler, daha az girişimsel olmaları bakımından genellikle hastalar tarafından daha iyi tolere edilebilmekle birlikte, uzun dönem sonuçlar ve bir takım tekniğe özgü komplikasyonlar göz önünde bulundurularak her bir vaka için en uygun yaklaşımın belirlenmesi önem arz etmektedir.(145)

Bu yöntemler arasında en az girişimsel ve en basit yöntem olarak kabul edilen kısa implantların kullanımı, pek çok klinisyen tarafından sıklıkla tercih edilmektedir.(146) Atrofik posterior maksillada kullanılan kısa implantların başarı oranlarının augmentasyon işlemi ile yerleştirilen standart boydaki implantlarla karşılaştırılabilir düzeyde olduğunu öne süren çalışmalarla birlikte, kısa implantların başarı oranlarının uzun implantlara göre daha düşük olduğunu bildiren çalışmaların sayısı oldukça fazladır(146,147) Jemt ve Lekholm (148) maksillaya yerleştirilen 7 mm uzunluğundaki implantların %24 oranında kaybedildiğini göstermişlerdir. Bir başka çalışmada, Esposito ve ark. (149) 6 mm'lik kısa implantların yüklenmesini takiben 3. yılda 2mm marjinal kemik kaybı gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Mevcut literatür değerlendirildiğinde, kısa implantlarda, azalmış kemik-implant temas alanı ve artmış kron-implant oranına bağlı olarak gelişen aşırı krestal kemik kaybının önlenmesi için farklı yaklaşım ve modifikasyonları içeren çalışmalara halen ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.(48)

Kısa implantların kullanımı dışında, açılı implant uygulamalarının da kemik augmentasyonu gibi girişimsel yöntemlere alternatif olabileceği öne sürülmüştür.(150) Malo ve ark., 4 açılı implant üzerine sabit protetik restorasyon yapılabilen bir tedavi seçeneği olan "All-on-4" sistemi ile uzun süreli takiplerde

başarılı sonuçlar elde edildiğini rapor etmişlerdir.(151) Bununla birlikte, protez uygulamalarında uzun kantileverlerin kullanımı ve bruksizm vakalarında % 50'ye varan oranlarda mekanik komplikasyonların yaşanması ise bu tekniğin dezavantajları arasındadır. (151)

Zigomatik implantların, sinus augmentasyonu yapılmaksızın sinüs lateral duvarından veya içerisinden geçen uzun implantların zigomatik kemiğe yerleştirilebilmesi ve immediyat yüklemeye olanak sağlaması nedeniyle avantajlı olduğu öne sürülmektedir.(51) Ancak Fortin ve ark.(49) zigomatik implantlarda yaklaşık %29 oranında başarısızlık bildirmişlerdir. Esposito ve ark. (52) ise, zigomatik implantlar ile başarılı sonuçlar alınabilmesine rağmen, cerrahi işlem esnasında anatomik yapılarda hasar yaratma riskinin yüksek olması, implantın kaybı ve sinüzit gibi oluşabilecek komplikasyonların müdahalesinin güçlüğü ve bazı durumlarda komplikasyonlara çözüm bulunamaması nedeniyle bu implantların klinik kullanımlarının sınırlı olduğunu belirtmişlerdir.

Maksiller sinus augmentasyonu için uygulanan yöntemler kapsamında ilk tanımlanan yaklaşım olan LASFE, 4-5 mm den daha az rezidüel kemik yüksekliği varlığında standart boylarda implant yerleştirilmesine olanak sağlayan yüksek başarı oranları ile öngörülebilir bir prosedür olarak kabul edilmektedir.(55,152)

LASFE'ye alternatif olarak Summers, 6mm'den daha fazla kemik yüksekliği bulunan durumlar için sinüs tabanının krestal yaklaşımla osteotom aracılığı ile yükseltmesini takiben implantın aynı seansta yerleştirildiği daha az girişimsel bir kemik augmentasyon tekniği önermiştir. Daha sonraları bu tekniği kemik grefti ekleyerek geliştirmiştir.(153) Zinner ve Small(154), krestal yaklaşımla sinüs tabanının yükseltilecek tek seansta yerleştirilmiş 59 implantın 6 aylık takibinde %94.9'luk başarı elde edildiğini bildirmişlerdir. Cosci ve Luccioli (155) ise, sinüs tabanının krestal yaklaşımın daha az girişimsel olması ve tek aşamalı implant yerleşim protokolü ile zaman kazandırmasına rağmen, LASFE'ye göre kazanılan kemik yüksekliğinin sınırlı olduğunu bildirmiştir.

Atrofik posterior maksillanın tedavisi için önerilen çok sayıda farklı yaklaşım arasında, en sık kullanılan augmentasyon yöntemi LASFE' dir. Bildirilen yüksek başarı oranları ile birlikte, teknikle ilgili komplikasyonları ve implant kayıplarını en

aza indirebilmek adına geliştirilecek destekleyici yaklaşımlara halen ihtiyaç duyulmaktadır. (7,156–158)

LASFE uygulamasında implantların yerleştirilme zamanı ile ilgili farklı görüşler mevcuttur.(159) Geleneksel olarak sinus augmentasyonu ile eş zamanlı implant yerleşimi için en az 4-5 mm krestal kemik bulunması gerektiğini savunan görüşlerin aksine, yeterli primer stabilite elde edilmesi halinde krestal kemik yüksekliğinin bir engel teşkil etmeyeceğini bildiren çalışmalar da mevcuttur. Konu ile ilgili olarak, Zinner ve Small(154), 5 mm'den daha az kemik yüksekliği varlığında uyguladıkları tek aşamalı protokolle %96.8 başarı oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Yine Khoury ve ark. (160) da tek aşamalı LASFE ile yüksek başarı oranı elde edilebileceğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Peleg ve ark. (161) 1-2mm yükseklikte rezidüel kemik varlığında %100 başarılı sonuçlar elde edildiğini ve tek aşamalı protokol ile toplam tedavi ve iyileşme süresinin kısaltılabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmaların aksine, Triplett ve Schow(162) toplam 145 implantı dahil ettikleri çalışmalarında protetik yükleme sonrası 12. ay kontrollerinde tek ve iki aşamalı protokolü karşılaştırmış, tek aşamalı protokole uygun olarak yerleştirilen implantlarda %82,6 ve iki aşamalı protokole uygun implantlarda %90,8 başarı oranı elde edildiğini bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada, Kahnberg ve ark.(163) 1-5.5mm arası rezidüel kemik varlığında tek aşamalı uygulamada başarı oranının %61.2 olduğunu ve 1-2mm kemik yüksekliğinde mikromobilite nedeniyle kayıp olabileceğini bildirmişlerdir. Wallace ve Froum (5) ise implantın yerleştirme zamanının implantın başarısını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Rezidüel kemik miktarının sınırlı olduğu durumlarda yükleme öncesi bekleme periodunun uzatılması ile LASFE ile eş zamanlı implant yerleştirilebileceği de öne sürülmüştür. Zinner ve Small(154), 5mm'den daha az rezidüel kemik varlığında implant stabilitesinin sağlanması koşuluyla iyileşme için yükleme öncesi 9 ay beklenilmesi gerektiğini ileri sürmüş ve bu uygulama ile implant kaybının %1.4'ekadar düşebileceğini bildirmiştir. Kahnberg ve ark. (163) 126 implant üzerinde 5 yıllık takip ile yaptığı retrospektif çalışmalarında rezidüel kemik yüksekliğinin ortalama 2.5 mm olduğunda iyileşme periodunun uzatılmazsa implantın başarı oranının %61.5'e düştüğünü bildirmiş ve parlak yüzeyli implantların ve blok greft kullanımının başarı oranının düşmesine nedeni olabileceğini öne

sürmüştür. Ancak Keller ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 1 ile 3 mm arası değişen yüksekliklerde tek seansta blok greft içerisine implant yerleştirilmiş ve 46 aylık takip sonrası %85 başarı oranı sağlanabildiği gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda da subantral kemik yüksekliği 2.1-6.9 mm (ort.5.0mm) arasında değişen bölgelere tek aşamalı protokolle yerleştirilen ve 6 aylık kemik konsolidasyonu süresi beklenen 55 implantın 2-4 yıl takiplerinde %100 başarı elde edilmiştir. Bu sonuç, kısıtlı subantral kemik varlığında primer stabilite sağlanması koşuluyla tek aşamalı protokolün implant başarısını olumsuz etkilemediği görüşünü desteklemektedir.

Blok kemik greftlerinin kullanımı ile vertikal kemik kazanılmasının yanı sıra horizontal kemik genişliğinin de augmente edilebildiği bildirilmiştir.(57,164) Khoury (160), mandibula simfizisinden elde edilen blok kemik içerisine yerleştirilmiş implantların 5 yıllık fonksiyonel yüklemeleri sonucunda başarılı sonuçlar gösterdiğini, ilyak kemik gibi ekstraoral kemik kaynaklarının ikinci bir operasyon alanı gerektirmesi nedeniyle intraoral kemik greftlerinin hasta ve hekim açısından kolaylık sağladığı ve kortikal yapısının yoğun olması nedeniyle rezorpsiyona daha dirençli greftleme sağladıklarını bildirmiştir. Benzer şekilde Cannizzaro ve ark.(145), çalışmalarında ulna üzerine yerleştirilen implantların osseointegrasyonunu takiben trefan frez ile çevresindeki kemik ile birlikte vertikal augmentasyon için kullanılmasının başarılı sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Altay ve ark. (58) defekt bölgelerine komşu tüber maksilla gibi anatomik yapıların vertikal augmentasyonda kullanılması ile geniş defektlerin neden olduğu interoklüzal mesafenin azaltılmasının sağlanacağı ve bu sayede biyomekanik açıdan daha uzun süre tedavi başarısının sürdürülebileceğini bildirmişlerdir.(58)

Ayrıca Sindel ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada LASFE operasyonu sırasında oluşabilen bir komplikasyon olan sinüs membranı perforasyonunu durumunda greftleme ve aynı seansta implant yerleştirilmesi için halka şekilli blok grefti kullanımı önerilmiştir. Bu teknik "Intranasal locking technique" olarak tarif edilmiştir. Bu teknikte mandibula simfizisinden elde edilen halka şekilli blok greft sinüs kavitesine yerleştirildikten sonra implant, kretten greftin içerisine doğru vida-somun ilişkisi oluşturacak şekilde uygulanmakta ve bu sayede implanta yeterli

stabilite sağlanarak meydana gelen komplikasyona rağmen başarılı sonuçlar elde edilebildiği Sindel ve ark. (67) tarafından bildirilmiştir.

Kemik greftlemelerinde otojen kemik kullanımı; immünolojik reaksiyon mekanizması oluşturmaması, kök hücre ile büyüme faktörleri içermesi, osteogenez, osteoindüksiyon ve osteokondüksiyon özelliklerinin tümüne sahip olması nedeniyle altın standart olarak kabul görmektedir.(165)

Otojen kemik elde edilmesi için genellikle intraoral donör bölgeleri olan mandibuler simfiz ve ramus tercih edilmektedir, ancak kullanılacak hacim sınırlıdır.(166) Sinüs augmentasyonlarında göreceli olarak büyük miktarlarda kemik grefti gerektiği durumlarda ekstraoral donör alanları olan tibia, ilium ve kalvarium öncelikli olarak tercih edilmektedir.(55) Bu alanlar elde edilebilen greft hacimleri değerlendirildiğinde; posterior ilium, anterior ilium, kalvarium, ve tibia şeklinde çoktan aza doğru sıralanmaktadır. Van den Bergh(25) ekstraoral donör alanlarından 50 ml'ye kadar greft elde edilebileceğini belirtmiştir. Ancak donör saha morbiditesinin daha fazla olması nedeniyle kemik grefti alınması için ekstraoral donör alanlarının, hastalar tarafından daha az tercih edildiği ve diğer seçenekler başarısız olduğunda ekstraoral donör alanların öne çıktığı belirtilmektedir.(25,55) Otojen kemik greftlerinin dezavantajları arasında hastada ek bir cerrahi alan olması nedeniyle morbidite ve komplikasyon riskinde artış ve greftin %40'a varan rezorpsiyon oranı olması öne çıkmaktadır.(64) Ayrıca donör alanda enfeksiyon, dişlere hasar verilmesi, ağrı, duyu siniri hasarları görülebildiği rapor edilmiştir.(70) Otojen kemik elde edilmesi için yapılan cerrahi uygulamaların hasta için yaratacağı konfor kaybı, skar oluşumu, kanama, sinir hasarı gibi cerrahi komplikasyon riskinin fazla olması ve cerrahi tecrübe gerektirmesi nedeniyle otojen greftlere alternatif olarak çeşitli biyomateryaller geliştirilmiştir. (167)

1996 yılında Osseointegrasyon Akademisi Konsensusu Konferansı kararlarına göre sinüs greftlemesi için otojen kemiğin uygun olduğu diğer yandan allogreft, alloplast ve ksenogreftlerin seçili vakalarda başarılı olabileceği bildirilmiştir.(4,168) Yapılan çalışmalarda pürüzlü yüzeyle implantlar ile birlikte uygulanan greft materyalleri arasında implantların başarısı açısından fark bulunmadığı gösterilmiştir(20,152,169). Çalışmamızda 37 hastada uygulanan lateral yaklaşımlı sinüs tabanı yükseltmesi

işleminde greft materyali olarak allogreft kullanılmıştır ve hastaların 2 ile 4 yıl arasında değişen takip sürelerinde başarı oranı %100 olarak belirlenmiştir.

Greft materyalleri, kullanım amaçlarına göre farklı şekillerde hazırlanabilmektedir. Blok olarak şekil verilebilir ve bu formu uzun süre koruması sağlanarak kullanılabilmesi gibi öğütülerek partikül formuna veya pat haline getirilebilmektedir.(170) Shulman ve ark. tarafından yapılan çalışmada(168), 5 yıllık takip sonrası partikül şeklindeki greft içerisine yerleştirilen implantlarda başarı oranı %86.6 olduğu; blok greft içerisine yerleştirilen implantlarda ise %84,6'lık başarı oranı sağlandığı ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Ancak Lee ve ark. (171) blok greftler ile tedavi başarısının %56.7, partikül greft ile %32.1 olduğunu belirtmiş ve blok kemikte başarı oranını daha yüksek bulmuşlardır. Block ve Kent, (170) blok kemiğin sağlamlık ve alıcı bölgeye göre şekil verilebilmesi ile daha iyi adapte olacağını belirtirken, tersini savunan çalışmalar da mevcuttur. Danesh-Sani ve ark.(64) sinüs augmentasyonlarında blok grefte yerleştirilen implantlarda başarı oranının partikül greft içerisine yerleştirilen implantlara göre belirgin derecede daha düşük olduğu görülmüştür. Miyajima ve ark. blok greftin 6 aylık iyileşme sonrasında %50 oranında rezorbe olduğunu belirtmiştir.(172) Diğer araştırmacılar da partikül greftlerin vasküler infiltrasyon, anjiogenez, kemik matriksi formasyonu sağlaması sonucunda daha başarılı iyileşme elde edilebildiğini öne sürmüşlerdir.(70,173) Johansson(174) maksiller sinüs greftlemede parlak yüzeyli implantların blok kemik içerisinde kullanılması ile %75,3'lük düşük bir başarı oranı sağladıklarını belirtmişlerdir. Isaksson(175) ve Becktor'un(176) yaptıkları çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmektedir. Bu çalışmalarda başarı oranları, partikül greft için %86.1 ve blok greft için %75.1 olarak belirlenmiş ve bu oranların greftlenmiş maksiller sinüs içerisine yerleştirilen implantlara göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. Testori ve ark. (177) partikül greftlerde partikül boyutunun daha büyük olduğu durumlarda kemik oluşumunun arttığını belirtmiştir. Çalışmalardan elde edilen bilgilere göre partikül greft ile başarı oranının daha yüksek olduğu kanısı hakimdir. Çalışmamızda 1-2 mm granül boyutlu partikül grefti kullanılmış, aynı seansta dental implantlar yerleştirilmiş ve 6 aylık greft konsolidasyonu süresi sonrasında protetik yükleme yapılan 36 hastada %100 başarılı sinüs augmentasyonu elde edilmiştir.

Sinüs tabanının LASFE ile yükseltilmesini takiben kaldırılmış olan kemik pencerenin yerine tekrar yerleştirilerek flepten yumuşak doku invazyonunun önlenebileceği, pıhtının stabilizasyonunun sağlanabileceği ve kemik formasyonunun daha iyi olduğu bildirilmiştir.(178) Çalışmamızda pencerenin yeniden yerleştirildiği metot uygulanmıştır ve elde ettiğimiz başarılı sonuçlar literatür ile uyumludur.

Augmentasyon uygulamaları için greftlerin özelliklerine katkı sağlayacak çeşitli yaklaşımlar literatürde gösterilmiştir. Bunlardan birisi olan trombositten zengin plazma (PRP) uygulamalarının kemik iyileşmesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda büyüme faktörleri içeriği ile olumlu etki sağlanabileceği belirtilmiştir. Marx ve ark.(179) greft içerisine PRP eklenmesi ile iyileşme süreci sonrasında radyografik matürasyon oranının PRP uygulanan grupta 1,62 ile 2,16 kat daha fazla olduğunu, histomorfometri sonuçlarına göre ortalama olarak %20 daha fazla kemik oluştuğunu, iyileşen kemik iliği dokusundaki vasküler yapılarda çok miktarda PDGF reseptörü bulunduğunu belirtmişlerdir. Diğer yandan ise Froum ve ark.(180) Sinüs tabanının yükseltilmesi ve implantın osseointegrasyonuna ilişkin çalışmalarında, insan üzerinde ksenogreftlere PRP eklenmesi ile uygulanan greftlerden iyileşme sonrasında alınan örneklerin histomorfometrik incelemesi sonucunda greft iyileşmesinde ve implant osseointegrasyonunda fark bulunmadığı belirtilmiştir. PDGF uygulamalarının da osteoblastlar ve fibroblastlar üzerinde osteojenik etki oluşturduğu gösterilmiştir (181). Andrae ve ark. (182) PDGF'nin anjiojenik etkilerinin VEGF' e benzer olduğunu ve kemik iyileşmesine bu etki ile katkı sağlayabileceğini bildirmiştir. Lynch(183) ve ark. ise PDGF-IGF kombinasyonunun yerleştirilen titanyum implantların iyileşmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında kemik rejenerasyonunun erken evrelerinde PDGF-IGF kombinasyonunun etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Diğer bir biyomateryal olan Hyaluronik asit (HA) ekstraselüler matriksin içeriğinde mevcut olup ve neredeyse tüm dokularda bulunmaktadır. Doku iyileşmesi ve remodelasyonunda görev almaktadır. Aslan ve ark.(184) tavşanlar üzerinde otojen kemik ve otojen kemiğe hyaluronik asit eklenmesi ile oluşturulan greftlerin etkinliği ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, greftler içerisine hyaluronik asit eklenmesi ile kemik oluşumunun arttığını göstermişlerdir.



Sinüs augmentasyonları ile ilgili yapılan tüm bu laboratuvar veya klinik çalışmalara, klinik tecrübeye ve teknolojideki gelişmelere rağmen hangi biyomateryalin kullanılacağına dair fikir birliğine varılamamasının yanı sıra sinüs tabanının greft materyali kullanılmadan yükseltildiğinde bölgede pıhtılaşan kanın kemik oluşturabilen bir iskelet sağladığı ve tedaviden başarılı sonuçlar elde edilebileceği bilinmektedir. Lundgren(68) greftsiz olarak sinüs tabanının yükseltilmesi sırasında sinüs membranının vestibül kemiğe sütüre edilmesini önermiştir. Diğer yandan çalışmalarda(152,185) implantın membrana destek olarak gerekli alanı koruyabileceğini öne sürmektedir. Greft kullanılmamasının sağlayabileceği avantajlar olmasına rağmen kemikleşme miktarı sınırlı olabilmektedir.

Yeterli kemik bulunan ve greftlenmiş posterior maksillaya yerleştirilen implantları karşılaştıran bir çalışmaya göre, anterior maksillada rezidüel kemiğe yerleştirilen implantlarda %96 sağkalım oranı, augmente edilmiş sinüs bölgesindeki implantlarda %90.7 sağkalım oranı bildirilmiştir (162). Benzer şekilde, Wannfors ve ark.(186) augmente edilen kemiğe yerleştirilen implantlarda %84, yeterli kemik bulunan bölgelere yerleştirilen implantlarda %95.5 başarı elde edildiğini bildirmiştir. Yine augmente edilen sinüs bölgesine yerleştirilen implantların başarısı üzerine Beक्टर ve ark. (176) tarafından yapılan bir diğer çalışmada augmente edilen sinüs bölgesinde %24.9 başarısızlık görüldüğü rapor edilmiştir.

Greft uygulanan sinüs bölgesine yerleştirilen implantların başarı oranları farklılık göstermesine rağmen yeterli kemik bulunan alanlara yerleştirilen implantlardan daha düşük başarı oranları gösterdikleri bilinmektedir. Dental implantların başarısı, canlı kemik ile implantın temasının, yani osseointegrasyonunun sürdürülebilmesine bağlıdır (187). Bu sebeple günümüzde implantoloji, başarısızlık nedenlerinin ortadan kaldırılması ve başarı oranının arttırılmasına odaklanmakta ve bu amaçla destekleyici tedavilerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. (188,189)

Destekleyici tedaviler arasında düşük enerjili lazer terapisinin kemik iyileşmesi, mineralizasyonu ve yeni kemik formasyonu üzerinde hızlandırıcı etkisine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda fotobiyomodülasyon ile dokuda ATP üretiminin artışı, kemik rejenerasyonu için gerekli kanlanmanın sağlanması için anjiogenezin hızlanması, mezenşimal hücrelerin osteoblastlara dönüşmesi için uyarılması ve osteoblastların aktivasyonunda artış sağlandığı belirtilmiştir. Düşük

enerji yoğunluklu lazerin moleküler seviyede etkileri ile osteoprotegerin, alkalin fosfataz, osteokalsin ve TGF- $\beta$  gibi kemik oluşumunda önemli moleküllerin düzenlenmesinin sağlandığı bildirilmektedir.(11,127,136)

Coombe ve ark.(190) tarafından yapılan çalışmada lazer terapisi ile daha hızlı kallus, revaskülarizasyon oluştuğunu ve oluşan kemikte kalsiyum, fosfor ve kollajen miktarının daha fazla olduğu, daha yoğun trabeküler ağ oluştuğu bildirilmiştir.

Jakse ve ark. (158), düşük enerjili lazer tedavisinin, sinüs augmentasyonlarında kemik rejenerasyonu ve dental implantların osseointegrasyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. 680nm diyot lazerin 3-4J/cm<sup>2</sup>'lik dozda intraoperatif olarak ve operasyonu takip eden haftada 3 kez uygulandığı çalışmada alınan örneklerin histomorfometrik incelemesi yapılmıştır. 4. ve 12. haftalarda alınan örneklerde greftlerin iyileşmesi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır. Ancak osseointegrasyon değerlendirildiğinde lazer grubunda kemik-implant temas miktarının istatistiksel olarak daha yüksek olduğu gösterilmiş ve sinüs augmentasyonları sonrasında lazer biyostimülasyonunun implantların osseointegrasyonu üzerine olumlu etkileri olduğu sonucuna varılmıştır.

Weber ve ark.(191) otojen kemik greftlerinin iyileşmesi üzerine lazer terapisinin etkisini araştırmışlardır. 15 gün boyunca her 48 saatte 10 J/cm<sup>2</sup> dozda 830 nm dalgaboylu lazer uygulanmış ve yapılan histolojik değerlendirme ile lazer grubunda kalitatif ve kantitatif olarak kemik oluşumunun daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Pinheiro ve ark.(134) 830 nm dalgaboylu lazer biyostimülasyonunun ksenogreft ile augmente edilmiş defektlerin iyileşmesi üzerine yaptıkları çalışmada 15 gün boyunca her 48 saatte 4J/cm<sup>2</sup> dozda 4 noktadan uygulama yapılmış ve histolojik olarak incelemişlerdir. Lazer biyostimülasyonu uygulanan grupta 15. günden itibaren daha fazla kollajen lif bulunduğunu ve kemik oluşumunun daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Khadra ve ark.(192) GaAlAs lazer ile biyostimülasyonun, implantların iyileşmesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Tavşanların tibialarına yerleştirilen disk şeklindeki implantlara 10 gün boyunca lazer uygulanmış, 8 hafta sonrasında kemikle implant arasındaki bağlantı ve iyileşme biyomekanik ve histolojik olarak değerlendirilmiştir.

X ışını mikroanalizi ile de implant yüzeyindeki kalsiyum ve fosfor miktarları ölçülmüştür. Biyomekanik test sonucunda lazer terapisi uygulanan grupta kuvvet direnci değerlerinin daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak farkın anlamlı bulunduğu bildirilmiştir. Histomorfometrik değerlendirmeye göre lazer terapisi grubunda implant kemik temasının daha fazla olduğu bildirilmiştir. Kalsiyum ve fosfor miktarının da lazer grubunda daha fazla olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar ile kemik matürasyonunun lazer biyostimülasyon grubunda daha hızlı olduğu ve lazer biyostimülasyonunun implant-kemik bağlantısında olumlu etki sağladığı bildirilmiştir.

Dörtbudak ve ark. (193) kemik içi implant yerleştirilen alanlarda lazer biyostimülasyonunun osteosit ve osteoklastlar üzerine etkilerini araştırmışlardır. 690 nm lazer ile 1 dakika ışınlama yapılmış ve 5 gün sonra histomorfometrik analiz ile değerlendirme yapılmıştır. Osteosit sayısının lazer biyostimülasyonu uygulanan grupta daha fazla olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu, diğer bir taraftan ise rezorpsiyon alanları arasında fark bulunmadığı bildirilmiştir.

Lopes ve ark. (194) 830 nm lazer kullanılarak uygulanan lazer biyostimülasyonunun implantların çevresindeki kemik iyileşmesine etkilerini araştırmışlardır. 48 saat ara ile 7 seans  $21.5\text{J}/\text{cm}^2$  lik doz uyguladıklarında 15. gün itibariyle daha hızlı kemik oluşumu meydana geldiği, ancak 30. ve 45. günlerde alınan biyopsi örneklerinde deney ve kontrol grupları arasında kemik iyileşmesi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmediği sonucuna varılmıştır.

Miloro ve ark.(195) distraksiyon osteogenezi uygulanan tavşanlara lazer terapisi uygulanmasının etkilerini araştırmışlardır. Distraktörün aktive edildiği her seans, distraksiyon alanlarına GaAlAs lazer ile 6 J'lük enerji transmukozal olarak uygulanmıştır. Radyografik değerlendirmeye göre lazer uygulanan alanlarda kemik iyileşme skorları daha yüksek bulunmuştur. Histolojik değerlendirmede ise lazer uygulanan alanlarda yeni trabekül oluşumu ve kemikleşmenin daha fazla olduğu, fibröz iyileşmenin ise daha az olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre lazer terapisi ile konsolidasyon süresinin kısaltılabileceği belirtilmiştir.

Shakouri ve ark.(196) lazer terapisinin kırık iyileşmesi üzerine etkilerini tavşanlar üzerinde araştırmışlardır. Kallus gelişimi ve mineral yoğunluğu tomografiler

üzerinde değerlendirilmiş ve sakrifikasyon sonrası biyomekanik açıdan incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lazer uygulanan gruplarda iyileşmenin erken döneminde kallus oluşumunun arttığı gözlenirken, biyomekanik özelliklerin iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği belirtilmiştir.

Da Cunha ve ark.(197) iyonize radyasyona maruz kalan sıçanlarda lazer terapisinin etkisini araştırmışlardır. Ratlara radyoterapiden 4 hafta sonra başlayarak 780 nm dalga boyunda GaAlAs lazer ile 48 saatlik aralıklarla 7 kez, 4J/cm<sup>2</sup> dozda lazer terapisi uygulamışlardır. Lazer terapisi uygulandığında kontrol grubuna göre osteoblastik aktivitenin daha fazla olduğunu ve daha yüksek radyolojik densite sağlandığını ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda Haversian kanallarının, kemik iliği hücrelerinin ve osteosit sayılarının lazer terapisi uygulanan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu bildirilmiştir. Lazer terapisinin, radyoterapiden önce veya sonrasında 4 hafta süreyle uygulanması ile etkinin daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Uygulanacak doz miktarı değerlendirildiğinde çalışmalarda standart bir doz kullanımı olmamakla birlikte, Khadra ve ark. (198) tarafından 1-16 J/cm<sup>2</sup> dozda lazer uygulamaları ile istenilen metabolizma artışının sağlanabildiği bildirilmiştir. Pinheiro ve ark. (199) rat femurlarında defektlerin iyileşmesinde lazer biyostimülasyonunun etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında 4J/cm<sup>2</sup> dozda uygulanmasının etkili olduğunu ve lazer biyostimülasyonunun iyileşmenin erken dönemlerinde daha etkin olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda lateral yaklaşım için açılmış olan pencere bölgesine mukoza üzerinden 4J/cm<sup>2</sup> dozda düşük enerji yoğunluklu lazer uygulaması yapılmıştır.

Çalışmamızda, düşük enerji yoğunluklu lazer terapisi uygulanan implantların stabilite değerleri incelendiğinde, iyileşme süresi sonrasında ölçülen ISQ değerleri arasında, en yüksek ortalama ISQ değerlerinin lazer grubunda elde edilmesine rağmen, bu değer istatistiksel olarak diğer gruplardan farklı olmadığı sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç Lopes ve ark. (194) ve Dörtbudak ve ark.'nın(193) elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermekte ancak Shakori ve ark. (196), Khadra ve ark. (192), Pinheiro ve ark. (134), Jakse ve ark. (158) ve Weber ve ark.'nın(191) elde ettiği sonuçlarla örtüşmemektedir. Bunun nedenlerinin, çalışmamızda lazerin etkilerinin Pinheiro ve ark.(199) tarafından da bildirildiği gibi erken dönemde daha yoğun olduğu,

iyileşmenin değerlendirilmemiş olması ve implant stabilite değerlerinin birçok faktörden etkilenebileceği şeklinde yorumlanabilir.

Destekleyici tedavilerden bir diğeri olan ozon terapisinin bakterisid, virüs id ve fungus id etkilerinin yanısıra mikrodolaşım ile periferik kan dolaşımını arttırıcı, metabolik artıkların detoksifikasyonunu hızlandıran ve kanın oksijen taşıma fonksiyonunu arttırıcı etkilerinin olduğu Nogales ve ark. tarafından belirtilmiştir.(14) Sagai ve Bocci (200) de ozon uygulamaları ile dokunun oksijen içeriğinin artışını sağlayan birçok mekanizmanın tetiklendiğini ileri sürmüştür. Seidler ve ark. (201) ise ozonun interlökin, lökotrien ve prostaglandin gibi biyolojik moleküllerin sentezini etkileyerek inflamasyonun azalması ve yara iyileşmesinin hızlanmasında olumlu etkiler gösterdiğini belirtmiştir.

Büyük ve ark.(202), 48 adet rat üzerinde yaptıkları çalışmalarında çeşitli konsantrasyonlardaki ozonun kemik iyileşmesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Premaksiller suturda yapılan genişletme bölgesine farklı konsantrasyonlarda ozon, kontrol grubuna ise salin solüsyonu enjekte edilmiştir. Histomorfometrik analiz ile suture bölgesindeki kemik rejenerasyonu incelenmiş ve yeni kemik alanı, fibrotik alan, osteoblast, osteoklast sayısı ve vaskularizasyon değerlendirilmiştir. Tüm parametre değerlerinin deney gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Özdemir ve ark.(12), rat kalvaryumlarında kritik boyutlardaki defektlerde ozonun kemik iyileşmesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada 27 erkek sıçanı 3 gruba ayırmış ve her birine 5 mm'lik boyutlarda kemik defektleri oluşturulmuştur. 1. gruba sadece otojen kemik grefti, 2. gruba otojen kemik grefti ile birlikte ozon uygulanmış ve 3. grubu kontrol grubu olarak tedavi uygulamadan bırakılmıştır. 8 hafta sonrasında sakrifikasyon yapılmış, yeni kemik oluşumu ve osteoblast sayısı incelenmiştir. Otojen greft ile ozon uygulanan grupta, yeni kemik oluşumu miktarı ve osteoblast sayısındaki artış, sadece otojen greft uygulanan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Çalışmaları sonunda rat kalvaryumlarında oluşturulan defektlerde, otojen kemik grefti ile uygulanan ozonun yeni kemik oluşumunu arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Kazancıoğlu ve ark.(142) lazer terapisi ve ozon terapisinin kemik iyileşmesi üzerine etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında ratların kalvaryumlarında oluşturdukları 5 mm'lik kemik defektlerine ozon ve düşük doz lazer uygulamışlardır. Oluşturdukları defektlere sentetik kalsiyum fosfat greft materyali yerleştirilmiş, 1. gruba sadece ozon, 2. gruba sadece düşük doz lazer uygulanmış ve 3. grubu kontrol grubu olarak belirlenmiştir. 4 haftalık iyileşme süreci sonrasında yapılan sakrifikasyonda inflamasyon ve yeni kemik oluşumu incelenmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, ozon uygulamasının kemik yapımını istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırdığı, lazer grubunda oluşan yeni kemik miktarı ortalamasının kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmediği bildirilmiştir.

Erdemci ve ark.(203), topikal ve sistemik olarak uygulanan ozon terapisinin, ratlarda diş çekimini takiben alveoler kemik iyileşmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında, dişleri çekilen rat gruplarından birine intraperitoneal olarak sistemik ozon, diğer gruptaki ratlara topikal olarak ozon terapisi uygulanmıştır. Sakrifikasyon sonrası histomorfometrik analiz ile trabeküler kemik, osteoid ve osteoblast yüzeyleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda alveolar kemik iyileşmesi ve trabeküler kemik ölçümleri açısından uzun süreli sistemik ozon uygulanan grupta; preoperatif ve postoperatif birer kez sistemik ozon uygulanan gruba ve topikal olarak uygulanan gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ve en fazla kemik iyileşmesinin uzun süreli sistemik ozon uygulanan grupta sağlandığı belirtilmiştir.

Bozbaş ve ark. (204) romatoid artritte ozonun kemik dayanıklılığı üzerine olan etkilerini araştırmayı amaçladıkları çalışmalarında 28 rat üzerine adjuvan enjekte ederek artrit oluşturulmuştur. Deney grubundaki ratlara intraperitoneal ozon uygulaması yapılmış ve elde edilen sonuca göre, ozon grubunda kemik dayanımı daha yüksek çıkmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadığını bildirmişlerdir.

Gömülü mandibuler yirmi yaş dişlerin çekimini takiben ozon ve lazer terapisi uygulamalarının, enflamasyon bulguları olan ağrı, şişlik ve trismus oluşması üzerine etkilerinin incelendiği Kazancıoğlu ve ark.(138) tarafından yapılan çalışmada, 60 hasta üzerinde gömülü mandibuler yirmi yaş diş çekimi sonrası split-mouth çalışma dizaynı ile hastaların tek tarafına ozon veya lazer terapisi uygulanmış, diğer taraf

kontrol olarak değerlendirilmiştir. Elde ettikleri sonuca göre, lazer terapisinin hastaların ağrı seviyesinde ve ağrı kesici gereksiniminde düşüş yarattığı, bunun da hastanın hayat kalitesi üzerine olumlu etki sağladığı bildirilmiştir. Trismus oluşması ve ödem miktarı açısından değerlendirildiğinde ise lazer terapisinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde olumlu etkilerinin olduğu, ancak ozon terapisinin trismus oluşması ve ödem miktarı üzerine etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Çalışmamızda, ozon terapisi uygulanan grupta yerleştirme zamanı ve iyileşme süresi sonrasında elde edilen ISQ değerleri arasındaki fark diğer gruplardan daha fazla olsa da iyileşme süreci sonunda elde edilen ISQ değerlerinde istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Bozbaş ve ark. (226) ve Kazancıoğlu ve ark. (156) ile aynı doğrultuda sonuçlar elde edilmesine rağmen Erdemci ve ark.(162), Kazancıoğlu ve ark.(225), Özdemir ve ark.(12), Büyük ve ark.(224) ile sonuçların örtüşmediği görülmüştür. Belirtilen çalışmalarda standart laboratuvar şartlarında, standart denekler üzerinde çalışılırken, çalışmamızda ise insanlar üzerinde değerlendirmelerin yapılması nedeniyle ölçümlerin çoklu faktörlerden etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.

Osseointegrasyon için primer ve sekonder implant stabilitesinin sağlanması gerekmektedir. Tedavi sürecinin ve osseointegrasyonun değerlendirilebilmesi için stabilitenin ölçülebilmesi klinik olarak kolay ve girişimsel olmayan yöntemlerdendir. İmplantın yerleştirilmesi sırasında mekanik olarak sağlanan primer stabilite, implantın yerleştirildiği kemiğin yoğunluğu ve kortikal kemik miktarı ile implantın çapı, boyu, şekli ve uygulanması sırasındaki frezleme işlemine bağlı olarak implantın kemiğe sıkışması sonucu sağlanmaktadır.(118,205) Osseointegrasyon ile biyolojik olarak sağlanan sekonder stabilite ise implantın yüzey özelliklerine ve yerleştirildiği kemiğin iyileşme kapasitesine bağlı olarak değişkenlik gösterirken, implant çevresindeki kemiğin rejenerasyon ve remodelasyonu sonucunda sağlanmaktadır(205).

Rasmusson(206), kemik dokusu ve titanyum arasındaki etkileşimlerin en yaygın analiz metotlarının, ışık veya elektron mikroskobu kullanılarak yapılam tanımlayıcı histolojik yöntemler, histomorfometri ile kantitatif ölçüm ve itme-çekme testleri, çıkarma tork testleri ve rezonans frekans analizi (RFA) gibi biyomekanik testler olduğunu bildirmiştir.

Rabel ve ark. (207), yerleştirdikleri implantların primer stabilitelelerini RFA ile ölçüm yaptıktan sonra elde ettikleri değerleri, tork değerleriyle karşılaştırmışlar ve çalışma sonucunda, implantın çapının, stabilite üzerinde önemli etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda implantların stabiliteleleri, SmartPeg'lerin implant üzerine vidalanarak rezonans frekans analizi ile değerlendirme yapan Osstell ISQ cihazı ile ölçülmüştür.

Klinik olarak stabil olan implant üzerine kuvvet geldiği durumlarda mikroskobik ölçülerde mobilite göstermektedir. Rezonans frekans analiziile mikro-mobilite miktarı ölçülerek implantın stabilitesi hakkında bilgi sağlanmaktadır.(205)

Friberg ve ark.(9), 15 hastanın dişsiz mandibulalarına yerleştirdikleri 75 implantın stabilitelelerini, yerleştirme anından üzerlerine protetik tedavileri yapıłana kadar geçen dönemde (3-4 ay) rezonans frekans analizi ile değerlendirmışler ve bu yöntemin implantın stabilitesini belirlemek için kullanılan konvansiyonel klinik ve radyografik tekniklerden daha hassas olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Huang ve ark.(208), rezonans frekans ölçümü değerlerinin, implant stabilitesinin değerlendirilmesi için kullanışlı bir yöntem olduğunu bildirmiştir. Yaptıkları çalışmalarda ayrıca, Osstell cihazının dental implantların iyileşme dönemindeki stabilitelelerini belirlemek amacıyla yapılan periyodik kontrollerde kullanılabilecek girişimsel olmayan kolay kullanımlı bir cihaz olduğu da ortaya konulmuştur.

Pattijn ve ark.(209), Osstell cihazının, implantın kemiğe tutunma miktarına göre farklı durumları ölçebileğini, dolayısıyla bu ölçüm tekniğinin implant stabilitesinde zaman içinde meydana gelen değişimleri takip etmek için de son derece uygun ve güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Zix ve ark.(210) Osstell ve Periotest sistemlerinin güvenilirliğini 213 Straumann implant üzerinde değerlendirdiklerinde Periotest ölçümlerinin bir dizi atipik veya ölçüm sınırlarında değerler ortaya çıkardığını, Osstell cihazının ölçümlerinde daha hassas sonuçlar elde edildiğini ortaya koymuşlardır.

Fischer ve ark.(211), 53 implantın yerleştirme stabilitelelerinin ortalama 63.3 ISQ olduğunu bildirmiştir.Balleri ve ark. (212), 1 yıllık yükleme sonrasında rezonans



frekans analizi ile implant stabilitesinin ölçüldüğü çalışmaları ortalama stabilite değerinin  $69 \pm 6.5$  ISQ olduğunu, çenelere göre değerlendirildiğinde, mandibulada ( $72.8 \pm 5.4$  ISQ), maksillaya ( $64.7 \pm 4.8$  ISQ) göre daha yüksek değerler elde edildiğini bildirmişlerdir. Friberg ve ark. (213), dişsiz maksillaya yerleştirilmiş olan ve primer stabiliteleri farklı olan implantların 6-8 aylık iyileşme sürecinin tamamlanması ile benzer stabilite değerleri sağladıklarını gözlemlemişlerdir. Hallmann ve ark.(214) augmented edilmiş kemiğe ve rezidüel kemiğe implant yerleştirilmesi arasındaki farkı araştırmışlardır. 73 implantın 16 hastaya yerleştirilmesi ve 3 yıl takibi sonrasında elde ettikleri ortalama ISQ değerleri augmented edilen alanlar için 65.6 ISQ ve rezidüel kemiğe yerleştirilen implantlarda ise 67.4 ISQ olduğunu, ancak aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda değerlendirilen implantların yerleştirme zamanında ölçülen primer ISQ değerleri, Fischer ve ark.'nın (211) elde ettiği değerlerle uyumludur. İyileşme süresi sonunda elde edilen ISQ değerleri de Balleri ve ark. (212), Chipalia ve ark.(215), Hallmann ve ark.(214) ve Friberg ve ark. (213)'nin elde ettiği değerlerle benzerlik göstermektedir.

Sjöström ve ark.(216) densitesi düşük olan kemiğe yerleştirilmiş düşük primer stabiliteye sahip implantların, yüksek densitedeki kemiğe yüksek primer stabiliteyle yerleştirilen implantlara göre daha fazla stabilite artışı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bischof ve ark.(217) maksilla ve mandibulada yerleştirilen 106 implant üzerinde yaptıkları çalışmalarında implant pozisyonu, implant uzunluğu, implant çapı ve açısının ISQ değerleri üzerinde etkili olmadığını gösterilmiştir.

Sim ve Lang (218), 10 mm implantlara kıyasla 8mm'lik implantlarda yerleştirme sırasında daha düşük primer stabilite elde edildiğini ancak istatistiksel olarak bu farkın anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.

Balleri ve ark. (212),parsiyel dişsiz hastalara yerleştirilmiş, klinik olarak başarılı implantların stabilitelerini 1 yıllık yüklemeye sonra değerlendirdikleri çalışmalarında, stabilite ile implant uzunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını vurgulamışlardır.

Tözüm ve ark.(219), gerçekleştirdikleri in vitro çalışmalarında implant çapının artmasıyla daha yüksek ISQ değerleri elde edildiğini saptamışlardır.

Boronat-Lopez ve ark.(220), mandibula ve maksillaya yerleştirdikleri 133 adet implantın stabilitelelerini operasyondan hemen sonra RFA ile değerlendirmişler ve geniş çaplı implantlarda daha yüksek ISQ değerleri ölçmüşlerdir. Ancak hastaların cinsiyeti ile RFA değeri arasında bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir.

Östman ve ark. (221), implantların yerleştirme anındaki primer stabilitelelerini RFA ile değerlendirdikleri çalışmalarında, geniş çaplı implantların dar çaplı olanlara göre daha stabil olduklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bunun sebebinin daha geniş çaplı implantların bukkal ve lingual kortikal kemik duvarlarıyla daha fazla temasta olması şeklinde açıklanabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda da iyileşme dönemi sonrasında elde edilen ISQ değerleri ile yerleştirilen implantın çap ve boyu arasında orta düzeyde korelasyon sağladıkları görülmüştür.

Erkek ve kadınların ISQ değerleri arasındaki farklılık değerlendirildiğinde, kadınlarda iyileşme dönemi sonrasında ölçülen ISQ değerlerinin erkeklere göre daha yüksek olduğu, ancak Boronat-Lopez ve ark.(220) ile benzer şekilde bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı görülmüştür. İyileşme sonrası ve ilk yerleştirme anındaki ISQ değerleri arasındaki farklılık değerlendirildiğinde ise erkeklerde ISQ değerlerinde daha fazla artış olduğu ancak farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Düşük enerji yoğunluklu lazer ve ozon terapisinin osseointegrasyona etkilerinin, sinüs tabanı yükseltilmesi ile aynı seansta uygulanan 55 implantın primer stabilite ve 6 ay sonra protetik restorasyon zamanındaki stabilite değerlerinin, rezonans frekans analizi yöntemi ile değerlendirilmesi için Osstell ISQ cihazı kullanılmış, ölçüm değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılarak aşağıda belirtilen sonuçlara varılmıştır.

- Dental implantların osseointegre olmaları fonksiyon görmeleri için gereklidir. Osseointegrasyonun klinik olarak değerlendirilmesi için stabilite kullanılabilir. kullanılabilmektedir.
- Stabilite ölçümlerinin tekrarlanabilir şekilde ölçülebilmesi için rezonans frekans analizi için Osstell ISQ cihazının kullanımı, girişimsel olmayan ve kolay bir yöntemdir.
- Preoperatif kemik yüksekliği, yerleştirilen implantın çapı ve implantın boyu pearson korelasyon analizine göre protetik yerleştirme zamanında ölçülen ISQ değerleri ile orta düzeyde korelasyon göstermektedir.
- Erkek ve kadınların LASFE ile aynı seansta yerleştirilen implantların iyileşme dönemi sonrasında implant stabilitelerinin arasında fark bulunmadığı belirlenmiştir.
- Düşük enerji yoğunluklu lazer uygulaması yapılmış implantların protetik yerleştirme zamanında ölçülen ISQ değerleri diğer gruplardan daha yüksektir ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu nedenle düşük enerji yoğunluklu lazer uygulamasının, sinüs tabanı yükseltilmesi ile aynı seansta yerleştirilmiş implantların stabilitesine etkisi bulunmadığı belirlenmiştir.
- Ozon terapisi uygulaması yapılmış implantların ilk yerleştirme ve protetik restorasyon öncesinde ölçülen ISQ değeri yükselmesi diğer gruplardan daha fazladır ancak istatistiksel olarak protetik restorasyon zamanında ölçülen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. Bu nedenle ozon terapisi uygulanmasının, sinüs tabanı yükseltilmesi ile aynı seansta yerleştirilmiş implantların stabilitesine etkisi bulunmadığı belirlenmiştir.
- Lazer ve Ozon terapilerinin osseointegrasyon üzerine etkilerinin standardize şartlarda daha geniş örneklem boyutu ile araştırılan ileri çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Her ne kadar çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da, düşük enerji yoğunluklu lazer ve ozon terapisi uygulanmasının, sinüs tabanı yükseltilmesi ile aynı seansta yerleştirilmiş implantların osseointegrasyonları üzerine etkilerinin, standardize şartlarda ve daha geniş örneklem boyutu ile araştıracak ileri çalışmaların, literatüre katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(1).
2. Seong W-J, Kim U-K, Swift JQ, Hodges JS, Ko C-C. Correlations between physical properties of jawbone and dental implant initial stability. *J Prosthet Dent*. 2009;101(5):306–18.
3. Tatum JH. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am*. 1986;30(2):207–29.
4. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ. Report of the sinus consensus conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1998;13:11–45.
5. Wallace SS, Froum SJ. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol*. 2003;8(1):328–43.
6. Esposito M, Grusovin MG, Maghaireh H, Worthington H V. Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;3(1).
7. Zein R, Selting W, Benedicenti S. Effect of Low-Level Laser Therapy on Bone Regeneration During Osseointegration and Bone Graft. *Photomed Laser Surg*. 2017;35(12):649–58.
8. da Cunha HA, Francischone CE, Fliho HN, de Oliveira RCG. A comparison between cutting torque and resonance frequency in the assessment of primary stability and final torque capacity of standard and TiUnite single-tooth implants under immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19(4).
9. Friberg B, Sennerby L, Linden B, Gröndahl K, Lekholm U. Stability measurements of one-stage Brånemark implants during healing in mandibles: A clinical resonance frequency analysis study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1999;28(4):266–72.
10. Kim Y, Kim S, Hwang D, Kim S, Kwon Y, Shin S, et al. Effect of low-level laser treatment after installation of dental titanium implant-immunohistochemical study of RANKL, RANK, OPG: An experimental study in rats. *Lasers Surg Med*. 2007;39(5):441–50.
11. Khadra M. The effect of low level laser irradiation on implant-tissue interaction. In vivo and in vitro studies. *Swed Dent J Suppl*. 2005;(172):1–63.

12. Ozdemir H, Toker H, Balcı H, Ozer H. Effect of ozone therapy on autogenous bone graft healing in calvarial defects: a histologic and histometric study in rats. *J Periodontal Res.* 2013;48(6):722–6.
13. Garg R, Tandon S. Ozone: A new face of dentistry. *Internet J Dent Sci.* 2009;7(2).
14. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone therapy in medicine and dentistry. *J Contemp Dent Pr.* 2008;9(4):75–84.
15. Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7(3):261–7.
16. Turkyilmaz I, Sennerby L, McGlumphy EA, Tözüm TF. Biomechanical aspects of primary implant stability: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009;11(2):113–9.
17. Barewal RM, Oates TW, Meredith N, Cochran DL. Resonance frequency measurement of implant stability in vivo on implants with a sandblasted and acid-etched surface. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18(5).
18. Sennerby L, Roos J. Surgical determinants of clinical success of osseointegrated oral implants: a review of the literature. *Int J Prosthodont.* 1998;11(5).
19. Fugazzotto PA, Vlassis J. Long-term success of sinus augmentation using various surgical approaches and grafting materials. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998;13(1).
20. Tan WC, Lang NP, Zwahlen M, Pjetursson BE. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation Part II: transalveolar technique. *J Clin Periodontol.* 2008;35:241–54.
21. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol.* 2008;35(s8):216–40.
22. Highmore N. *Corporis humani disquisitio anatomica.* Broun;
23. Tiwana PS, Kushner GM, Haug RH. Maxillary sinus augmentation. *Dent Clin.* 2006;50(3):409–24.
24. Nunez-Castruita A, Lopez-Serna N, Guzman-Lopez S. Prenatal development

- of the maxillary sinus: a perspective for paranasal sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012 Jun;146(6):997–1003.
25. van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Krekeler G, Tuinzing DB. Sinusfloor elevation and grafting with autogenous iliac crest bone. *Clin Oral Implants Res.* 1998 Dec;9(6):429–35.
  26. Chan H, Suarez F, Monje A, Benavides E, Wang H. Evaluation of maxillary sinus width on cone-beam computed tomography for sinus augmentation and new sinus classification based on sinus width. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(6):647–52.
  27. Mahadevan V, Evans BT, Brennan P. *Clinical Head and Neck Anatomy for Surgeons.* 2015;
  28. Bergh J, Bruggenkate CM, Disch FJM, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res.* 2000;11(3):256–65.
  29. Ulm CW, Solar P, Gsellmann B, Matejka M, Watzek G. The edentulous maxillary alveolar process in the region of the maxillary sinus--a study of physical dimension. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1995 Aug;24(4):279–82.
  30. Misch CE. *Contemporary implant dentistry-E-Book.* Elsevier Health Sciences; 2007.
  31. Misch CE. Maxillary sinus augmentation for endosteal implants: organized alternative treatment plans. *Int J Oral Implantol.* 1987;4(2):49–58.
  32. Atwood DA, Coy WA. Clinical, cephalometric, and densitometric study of reduction of residual ridges. *J Prosthet Dent.* 1971;26(3):280–95.
  33. Atwood DA. Reduction of residual ridges: a major oral disease entity. *J Prosthet Dent.* 1971;26(3):266–79.
  34. Frost HM. Bone “mass” and the “mechanostat”: a proposal. *Anat Rec.* 1987;219(1):1–9.
  35. Frost HM. Wolff’s Law and bone’s structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod.* 1994;64(3):175–88.
  36. Wolff J. *Das gesetz der transformation der knochen.* A Hirshwald. 1892;1:1–152.
  37. Romanos GE, Toh CG, Siar CH, Wicht H, Yacoob H, Nentwig G-H. Bone-implant interface around titanium implants under different loading conditions: a histomorphometrical analysis in the *Macaca fascicularis* monkey. *J Periodontol.* 2003;74(10):1483–90.

38. Romanos GE, Toh CG, Siar CH, Swaminathan D, Ong AH. Histologic and histomorphometric evaluation of peri-implant bone subjected to immediate loading: an experimental study with *Macaca fascicularis*. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002;17(1).
39. Jensen OT. *The sinus bone graft*. Quintessence Publishing Company; 2006.
40. Atwood DA. Postextraction changes in the adult mandible as illustrated by microradiographs of midsagittal sections and serial cephalometric roentgenograms. *J Prosthet Dent*. 1963;13(5):810–24.
41. Seriwatanachai D, Kiattavorncharoen S, Suriyan N, Boonsiriseth K, Wongsirichat N. Reference and techniques used in alveolar bone classification. *J Interdiscip Med Dent Sci*. 2015;3(2).
42. Parr GR. *Tissue-integrated prostheses: Osseointegration in clinical dentistry: Per-Ingvar Branemark, MD, Ph. D., George A. Zarb, DSS, MS, FRCD (C), and Thomas Albrektsson, MD, Ph. D. Chicago, 1985, Quintessence Publishing Company, Inc. 350 pages. Mosby; 1985.*
43. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol*. 1991;62(1):2–4.
44. Aydin U, Bulut A, Bulut OE. Assessment of maxillary and mandibular bone quality.
45. Mah P, Reeves TE, McDavid WD. Deriving Hounsfield units using grey levels in cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2010;39(6):323–35.
46. Sogo M, Ikebe K, Yang T, Wada M, Maeda Y. Assessment of bone density in the posterior maxilla based on Hounsfield units to enhance the initial stability of implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14:e183–7.
47. Shetty S, Puthukkat N, Bhat SV, Shenoy KK. Short implants: a new dimension in rehabilitation of atrophic maxilla and mandible. *J Interdiscip Dent*. 2014;4(2):66.
48. Morand M, Irinakis T. The challenge of implant therapy in the posterior maxilla: providing a rationale for the use of short implants. *J Oral Implantol*. 2007;33(5):257–66.
49. Fortin T, Isidori M, Bouchet H. Placement of posterior maxillary implants in partially edentulous patients with severe bone deficiency using CAD/CAM guidance to avoid sinus grafting: a clinical report of procedure. *Int J Oral*



- Maxillofac Implants. 2009;24(1).
50. Ferreira EJ, Kuabara MR, Gulinelli JL. “All-on-four” concept and immediate loading for simultaneous rehabilitation of the atrophic maxilla and mandible with conventional and zygomatic implants. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2010;48(3):218–20.
  51. Branemark P-I, Grondahl K, Ohrenell L-O, Nilsson P, Petruson B, Svensson B, et al. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg hand Surg.* 2004;38(2):70–85.
  52. Esposito M, Worthington H V. Interventions for replacing missing teeth: dental implants in zygomatic bone for the rehabilitation of the severely deficient edentulous maxilla. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;(9).
  53. Ridell A, Gröndahl K, Sennerby L. Placement of Brånemark implants in the maxillary tuber region: anatomical considerations, surgical technique and long-term results. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(1):94–8.
  54. Rodríguez X, Lucas-Taulé E, Elnayef B, Altuna P, Gargallo-Albiol J, Diago MP, et al. Anatomical and radiological approach to pterygoid implants: a cross-sectional study of 202 cone beam computed tomography examinations. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45(5):636–40.
  55. BOYNE PJ. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg.* 1980;38:613–6.
  56. Nakahara K, Haga-Tsujimura M, Sawada K, Kobayashi E, Mottini M, Schaller B, et al. Single-staged vs. two-staged implant placement using bone ring technique in vertically deficient alveolar ridges–Part 1: histomorphometric and micro-CT analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(11):1384–91.
  57. Nakahara K, Haga-Tsujimura M, Sawada K, Kobayashi E, Schaller B, Saulacic N. Single-staged vs. two-staged implant placement in vertically deficient alveolar ridges using bone ring technique–Part 2: implant osseointegration. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(7):e31–8.
  58. Altay MA, Sindel A, Yildirimyan N, Özarlan MM. Novel Technique for Reconstruction of the Severely Resorbed Posterior Maxillae: Tuberosity-Flip Approach. *Implant Dent.* 2018;27(1):146–9.
  59. Del Fabbro M, Wallace SS, Testori T. Long-term implant survival in the

- grafted maxillary sinus: a systematic review. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013;33(6).
60. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004;24(6).
  61. SUMMERS RB. Sinus floor elevation with osteotomes. *J Esthet Restor Dent.* 1998;10(3):164–71.
  62. Starch-Jensen T, Aludden H, Hallman M, Dahlin C, Christensen A-E, Mordenfeld A. A systematic review and meta-analysis of long-term studies (five or more years) assessing maxillary sinus floor augmentation. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;
  63. Wallace SS, Tarnow DP, Froum SJ, Cho S-C, Zadeh HH, Stoupel J, et al. Maxillary sinus elevation by lateral window approach: evolution of technology and technique. *J Evid Based Dent Pract.* 2012;12(3):161–71.
  64. Danesh-Sani SA, Loomer PM, Wallace SS. A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2016;54(7):724–30.
  65. Lambert F, Lecloux G, Rompen E. One-step approach for implant placement and subantral bone regeneration using bovine hydroxyapatite: a 2-to 6-year follow-up study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(3).
  66. Cha H, Kim A, Nowzari H, Chang H, Ahn K. Simultaneous sinus lift and implant installation: prospective study of consecutive two hundred seventeen sinus lift and four hundred sixty-two implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014;16(3):337–47.
  67. Sindel A, Özarslan MM, Özalp Ö. Intrasinus locking technique: a novel use of the ring block technique at sinus perforations for simultaneous implant placement. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018;47(4):499–504.
  68. Lundgren S, Anderson S, Gualini F, Sennerby L. Bone reformation with sinus membrane elevation: a new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2004;6(3):165–73.
  69. Borges FL, Dias RO, Piattelli A, Onuma T, Gouveia Cardoso LA, Salomão M, et al. Simultaneous sinus membrane elevation and dental implant placement without bone graft: a 6-month follow-up study. *J Periodontol.* 2011;82(3):403–12.

70. Göçmen G, Özkan Y. Maxillary Sinus Augmentation for Dental Implants. In: Paranasal Sinuses. InTech; 2017.
71. Precheur H V. Bone graft materials. *Dent Clin North Am.* 2007;51(3):729–46.
72. Wheeler SL. Sinus augmentation for dental implants: the use of alloplastic materials. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(11):1287–93.
73. Chambers TJ. Regulation of the differentiation and function of osteoclasts. *J Pathol.* 2000;192(1):4–13.
74. Raisz LG. Physiology and pathophysiology of bone remodeling. *Clin Chem.* 1999;45(8):1353–8.
75. Friedlaender GE. Bone grafts. The basic science rationale for clinical applications. *JBJS.* 1987;69(5):786–90.
76. Lu C, Miclau T, Hu D, Marcucio RS. Ischemia leads to delayed union during fracture healing: a mouse model. *J Orthop Res.* 2007;25(1):51–61.
77. Mousa SA. Angiogenesis promoters and inhibitors: potential therapeutic implications: International Business Communications: therapeutic implications of angiogenesis inhibitors and stimulators Philadelphia, PA, USA, 11–12 December 1995. *Mol Med Today.* 1996;2(4):140–2.
78. Brånemark P-I, Breine U, Adell R, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson Å. Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3(2):81–100.
79. Albrektsson T, Zarb GA. Current interpretations of the osseointegrated response: clinical significance. *Int J Prosthodont.* 1993;6(2).
80. Davies JE. Understanding peri-implant endosseous healing. *J Dent Educ.* 2003;67(8):932–49.
81. Chug A, Shukla S, Mahesh L, Jadwani S. Osseointegration—Molecular events at the bone–implant interface: A review. *J Oral Maxillofac Surgery, Med Pathol.* 2013;25(1):1–4.
82. Albrektsson T, Brånemark P-I, Hansson H-A, Lindström J. Osseointegrated titanium implants: requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand.* 1981;52(2):155–70.
83. Chowdhary R, Hosadettu SR, Chandrakar N. A survey on the use of techniques, materials in dental implantology practice. *Indian J Dent Res.* 2012;23(2):297.
84. Depprich R, Zipprich H, Ommerborn M, Naujoks C, Wiesmann H-P,

- Kiattavorncharoen S, et al. Osseointegration of zirconia implants compared with titanium: an in vivo study. *Head Face Med.* 2008;4(1):30.
85. Khan SN, Ramachandran M, Kumar SS, Krishnan V, Sundaram R. Osseointegration and more—A review of literature. *Indian J Dent.* 2012;3(2):72–6.
  86. Steinemann SG. Titanium—the material of choice? *Periodontol* 2000. 1998;17(1):7–21.
  87. Palmquist A, Omar OM, Esposito M, Lausmaa J, Thomsen P. Titanium oral implants: surface characteristics, interface biology and clinical outcome. *J R Soc Interface.* 2010;7(Suppl 5):S515–27.
  88. Linkow LI. Endosseous oral implantology: a 7-year progress report. *Dent Clin North Am.* 1970;14(1):185.
  89. Predecki P, Stephan JE, Auslaender BA, Mooney VL, Kirkland K. Kinetics of bone growth into cylindrical channels in aluminum oxide and titanium. *J Biomed Mater Res.* 1972;6(5):375–400.
  90. Le Guéhennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Mater.* 2007;23(7):844–54.
  91. Coelho PG, Granjeiro JM, Romanos GE, Suzuki M, Silva NRF, Cardaropoli G, et al. Basic research methods and current trends of dental implant surfaces. *J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater An Off J Soc Biomater Japanese Soc Biomater Aust Soc Biomater Korean Soc Biomater.* 2009;88(2):579–96.
  92. Elias CN, Oshida Y, Lima JHC, Muller CA. Relationship between surface properties (roughness, wettability and morphology) of titanium and dental implant removal torque. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2008;1(3):234–42.
  93. Anselme K, Bigerelle M. Topography effects of pure titanium substrates on human osteoblast long-term adhesion. *Acta Biomater.* 2005;1(2):211–22.
  94. Shalabi MM, Gortemaker A, Hof MAV, Jansen JA, Creugers NHJ. Implant surface roughness and bone healing: a systematic review. *J Dent Res.* 2006;85(6):496–500.
  95. Anil S, Anand PS, Alghamdi H, Jansen JA. Dental implant surface enhancement and osseointegration. In: *Implant dentistry-A rapidly evolving practice.* InTech; 2011.
  96. Misch CE. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach,

- healing, and progressive bone loading. *Int J Oral Implantol*. 1990;6(2):23.
97. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg*. 1981;10(6):387–416.
  98. Brunski JB, Moccia JR AF, Pollack SR, Korostoff E, Trachtenberg DI. The influence of functional use of endosseous dental implants on the tissue-implant interface. I. Histological aspects. *J Dent Res*. 1979;58(10):1953–69.
  99. Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003;18(4).
  100. Anitua E, Carda C, Andia I. A novel drilling procedure and subsequent bone autograft preparation: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implant*. 2007;22(1):138.
  101. Bidez M, Misch C. *Clinical biomechanics in implant dentistry*. 2005;
  102. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont*. 1998;11(5).
  103. Hermann JS, Schoolfield JD, Nummikoski P V, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants: a methodologic study comparing linear radiographic with histometric measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2001;16(4).
  104. Sundén S, Gröndahl K, Gröndahl H. Accuracy and precision in the radiographic diagnosis of clinical instability in Brånemark dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 1995;6(4):220–6.
  105. Jeffcoat MK. Radiographic methods for the detection of progressive alveolar bone loss. *J Periodontol*. 1992;63(4s):367–72.
  106. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol 2000*. 2008;47(1):51–66.
  107. Brånemark R, Öhrnell L, Skalak R, Carlsson L, Brånemark P. Biomechanical characterization of osseointegration: an experimental in vivo investigation in the beagle dog. *J Orthop Res*. 1998;16(1):61–9.
  108. Brunski JB, Puleo DA, Nanci A. Biomaterials and biomechanics of oral and maxillofacial implants: current status and future developments. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15(1):15–46.

109. Meredith N, Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawley P. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. *Clin Oral Implants Res.* 1997;8(3):234–43.
110. Berzins A, Shah B, Weinans H, Sumner DR. Nondestructive measurements of implant-bone interface shear modulus and effects of implant geometry in pull-out tests. *J Biomed Mater Res An Off J Soc Biomater Japanese Soc Biomater.* 1997;34(3):337–40.
111. Johansson CB, Albrektsson T. A removal torque and histomorphometric study of commercially pure niobium and titanium implants in rabbit bone. *Clin Oral Implants Res.* 1991;2(1):24–9.
112. Sullivan DY, Sherwood RL, Collins TA, Krogh PHJ. The reverse-torque test: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996;11(2).
113. Molly L. Bone density and primary stability in implant therapy. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(S2):124–35.
114. Ueda M, Matsuki M, Jacobsson M, Tjellström A. The Relationship Between Insertion Torque and Removal Torque Analyzed in Fresh Temporal Bone. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991;6(4).
115. Bashutski JD, D'silva NJ, Wang H-L. Implant compression necrosis: current understanding and case report. *J Periodontol.* 2009;80(4):700–4.
116. Schulte W, Lukas D. The Periotest method. *Int Dent J.* 1992;42(6):433–40.
117. Meredith N, Friberg B, Sennerby L, Aparicio C. Relationship between contact time measurements and PTV values when using the Periotest to measure implant stability. *Int J Prosthodont.* 1998;11(3).
118. Atsumi M, Park S, Wang H-L. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22(5).
119. Miyamoto I, Tsuboi Y, Wada E, Suwa H, Iizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery—clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. *Bone.* 2005;37(6):776–80.
120. Aparicio C, Lang NP, Rangert B. Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant/bone interface. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(S2):2–7.
121. Schwartz Z, Boyan BD. Underlying mechanisms at the bone–biomaterial interface. *J Cell Biochem.* 1994;56(3):340–7.

122. Cochran DL, Buser D, Ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard J, et al. The use of reduced healing times on ITI® implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(2):144–53.
123. Buser D, Brogini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL, et al. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Dent Res.* 2004;83(7):529–33.
124. Schwarz F, Herten M, Sager M, Wieland M, Dard M, Becker J. Histological and immunohistochemical analysis of initial and early osseous integration at chemically modified and conventional SLA® titanium implants: Preliminary results of a pilot study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(4):481–8.
125. Spagnoli DB, Marx RE. Dental implants and the use of rhBMP-2. *Dent Clin.* 2011;55(4):883–907.
126. Brawn P, Kwong-Hing A, Boeriu S, Clokie CM. Accelerated implant stability after LED photobiomodulation. *J Dent Res.* 2008;87:2021.
127. Ueda Y, Shimizu N. Effects of pulse frequency of low-level laser therapy (LLLT) on bone nodule formation in rat calvarial cells. *J Clin Laser Med Surg.* 2003;21(5):271–7.
128. Mester E, Szende B, Gärtner P. The effect of laser beams on the growth of hair in mice. *Radiobiol Radiother (Berl).* 1968;9(5):621–6.
129. Ohshiro T, Caldenhead RG. Development of low reactive-level laser therapy and its present status. *J Clin Laser Med Surg.* 1991;9(4):267–75.
130. Hamblin MR, Demidova TN. Mechanisms of low level light therapy. In: *Mechanisms for low-light therapy.* International Society for Optics and Photonics; 2006. p. 614001.
131. Anil K. *Fundamentals and applications of biophotonics in dentistry.* Vol. 4. World Scientific; 2006.
132. Peplow P V, Chung T-Y, Baxter GD. Laser photobiomodulation of wound healing: a review of experimental studies in mouse and rat animal models. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(3):291–325.
133. Desmet KD, Paz DA, Corry JJ, Eells JT, Wong-Riley MTT, Henry MM, et al. Clinical and experimental applications of NIR-LED photobiomodulation. *Photomed Laser Ther.* 2006;24(2):121–8.
134. Pinheiro ALB, Limeira Júnior F de A, Gerbi MEM, Ramalho LMP, Marzola

- C, Ponzi EAC. Effect of low level laser therapy on the repair of bone defects grafted with inorganic bovine bone. *Braz Dent J.* 2003;14(3):177–81.
135. Khadra M, Lyngstadaas SP, Haanæs HR, Mustafa K. Effect of laser therapy on attachment, proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells cultured on titanium implant material. *Biomaterials.* 2005;26(17):3503–9.
  136. Pinheiro ALB, Gerbi MEMM. Photoengineering of bone repair processes. *Photomed Laser Ther.* 2006;24(2):169–78.
  137. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent.* 2008;36(2):104–16.
  138. Kazancioglu HO, Ezirganli S, Demirtas N. Comparison of the influence of ozone and laser therapies on pain, swelling, and trismus following impacted third-molar surgery. *Lasers Med Sci.* 2014;29(4):1313–9.
  139. Sujatha B, Kumar MG, Pratap GM, Vardhan R. Ozone therapy—A paradigm shift in dentistry. *Heal Sci.* 2013;2(3):1–10.
  140. Stübinger S, Sader R, Filippi A. The use of ozone in dentistry and maxillofacial surgery: a review. *Quintessence Int (Berl).* 2006;37(5).
  141. Chen H, Xing B, Liu X, Zhan B, Zhou J, Zhu H, et al. Ozone oxidative preconditioning inhibits inflammation and apoptosis in a rat model of renal ischemia/reperfusion injury. *Eur J Pharmacol.* 2008;581(3):306–14.
  142. Kazancioglu HO, Ezirganli S, Aydin MS. Effects of laser and ozone therapies on bone healing in the calvarial defects. *J Craniofac Surg.* 2013;24(6):2141–6.
  143. El Hadary AA, Yassin HH, Mekhemer ST, Holmes JC, Grootveld M. Evaluation of the effect of ozonated plant oils on the quality of osseointegration of dental implants under the influence of cyclosporin a: an in vivo study. *J Oral Implantol.* 2011;37(2):247–57.
  144. Esposito M, Grusovin MG, Rees J, Karasoulos D, Felice P, Alissa R, et al. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;(3).
  145. Cannizzaro G, Leone M, Consolo U, Ferri V, Licitra G, Worthington H, et al. Augmentation of the posterior atrophic edentulous maxilla with implants placed in the ulna: a prospective single-blind controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22(2).
  146. Esfahrood ZR, Ahmadi L, Karami E, Asghari S. Short dental implants in the posterior maxilla: a review of the literature. *J Korean Assoc Oral Maxillofac*



- Surg. 2017;43(2):70–6.
147. Esposito M, Felice P, Worthington H V. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(5).
  148. Jemt T, Lekholm U. Implant treatment in edentulous maxillae: a 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10(3).
  149. Esposito M, Cannizzaro G, Soardi E, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. A 3-year post-loading report of a randomised controlled trial on the rehabilitation of posterior atrophic mandibles: short implants or longer implants in vertically augmented bone? *Eur J Oral Implantol.* 2011;4(4).
  150. Aparicio C, Perales P, Rangert B. Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and periotest study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2001;3(1):39–49.
  151. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A. Immediate loading of 'All-on-4' maxillary prostheses using trans-sinus tilted implants without sinus bone grafting: a retrospective study reporting the 3-year outcome. *Eur J Oral Implantol.* 2013;6(3).
  152. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation: part I: lateral approach. *J Clin Periodontol.* 2008;35:216–40.
  153. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium.* 1994;15(2):152–4.
  154. Zinner ID, Small SA. Sinus-lift graft: using the maxillary sinuses to support implants. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(1):51–7.
  155. Cosci F, Luccioli M. A new sinus lift technique in conjunction with placement of 265 implants: a 6-year retrospective study. *Implant Dent.* 2000;9(4):363–8.
  156. Esposito M, Grusovin MG, Rees J, Karasoulos D, Felice P, Alissa R, et al. Effectiveness of sinus lift procedures for dental implant rehabilitation: a Cochrane systematic. *Eur J Oral Implant.* 2010;3(1):7–26.
  157. Jakse N, Tangl S, Gilli R, Berghold A, Lorenzoni M, Eskici A, et al. Influence of PRP on autogenous sinus grafts: an experimental study on sheep. *Clin Oral Implants Res.* 2003;14(5):578–83.

158. Jakse N, Payer M, Tangl S, Berghold A, Kirmeier R, Lorenzoni M. Influence of low-level laser treatment on bone regeneration and osseointegration of dental implants following sinus augmentation: An experimental study on sheep. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(4):517–24.
159. Esposito M, Grusovin MG, Chew YS, Coulthard P, Worthington H V. One-stage versus two-stage implant placement. A Cochrane systematic review of randomised controlled clinical trials. *Eur J Oral Implantol.* 2009;2(2).
160. Khoury F. Augmentation of the sinus floor with mandibular bone block and simultaneous implantation: a 6-year clinical investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14(4).
161. Peleg M, Mazor Z, Chaushu G, Garg AK. Sinus floor augmentation with simultaneous implant placement in the severely atrophic maxilla. *J Periodontol.* 1998;69(12):1397–403.
162. Triplett RG, Schow SR. Autologous bone grafts and endosseous implants: complementary techniques. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54(4):486–94.
163. Kahnberg K, Nilsson P, Hirsch J, Ekestubbe A, Gröndahl K. Sinus lifting procedure: I. One-stage surgery with bone transplant and implants. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(5):479–87.
164. Stevens MR, Emam HA, Alaily MEL, Sharawy M. Implant bone rings. One-stage three-dimensional bone transplant technique: a case report. *J Oral Implantol.* 2010;36(1):69–74.
165. Cho T, Gerstenfeld LC, Einhorn TA. Differential temporal expression of members of the transforming growth factor  $\beta$  superfamily during murine fracture healing. *J Bone Miner Res.* 2002;17(3):513–20.
166. Hirsch JM, Ericsson I. Maxillary sinus augmentation using mandibular bone grafts and simultaneous installation of implants. A surgical technique. *Clin Oral Implants Res.* 1991;2(2):91–6.
167. Palmer P, Palmer R. Dental Implants: Implant surgery to overcome anatomical difficulties. *Br Dent J.* 1999;187(10):532.
168. Schulman L, Jensen O. Academy of osseointegration: Sinus graft consensus conference. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 1998;13:11–45.
169. E Jung R, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, S Thoma D. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal

- studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(s6):2–21.
170. Block MS, Kent JN. Sinus augmentation for dental implants: the use of autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(11):1281–6.
  171. Lee S-H, Choi B-H, Li J, Jeong S-M, Kim H-S, Ko C-Y. Comparison of corticocancellous block and particulate bone grafts in maxillary sinus floor augmentation for bone healing around dental implants. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2007;104(3):324–8.
  172. Miyajima H. Experimental study on the healing processes after the immediate reconstruction of maxillary bone defect--fresh autogenous iliac bone graft. *Ou Daigaku Shigakushi.* 1990;17(2):168–82.
  173. Tong DC, Rioux K, Drangsholt M, Beirne OR. A review of survival rates for implants placed in grafted maxillary sinuses using meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998;13(2).
  174. Johansson B, Wannfors K, Ekenbäck J, Smedberg J-I, Hirsch J. Implants and sinus-inlay bone grafts in a 1-stage procedure on severely atrophied maxillae: Surgical aspects of a 3-year follow-up study. *Trauma.* 2000;1:0.
  175. Blomqvist JE, Alberius P, Isaksson S. Sinus inlay bone augmentation: comparison of implant positioning after one-or two-staged procedures. *J oral Maxillofac Surg.* 1997;55(8):804–10.
  176. Becktor JP, Isaksson S, Sennerby L. Survival analysis of endosseous implants in grafted and nongrafted edentulous maxillae. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(1).
  177. Testori T, Wallace SS, Trisi P, Capelli M, Zuffetti F, Del Fabbro M. Effect of xenograft (ABBM) particle size on vital bone formation following maxillary sinus augmentation: a multicenter, randomized, controlled, clinical histomorphometric trial. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013;33(4).
  178. Lundgren S, Cricchio G, Hallman M, Jungner M, Rasmusson L, Sennerby L. Sinus floor elevation procedures to enable implant placement and integration: techniques, biological aspects and clinical outcomes. *Periodontol 2000.* 2017;73(1):103–20.
  179. Marx RE, Carlson ER, Eichstaedt RM, Schimmele SR, Strauss JE, Georgeff KR. Platelet-rich plasma: growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 1998;85(6):638–

46.

180. Froum SJ, Wallace SS, Tarnow DP, Cho S-C. Effect of platelet-rich plasma on bone growth and osseointegration in human maxillary sinus grafts: three bilateral case reports. *Int J Periodontics Restor Dent*. 2002;22(1):45–54.
181. De Donatis A, Comito G, Buricchi F, Vinci MC, Parenti A, Caselli A, et al. Proliferation versus migration in platelet-derived growth factor signaling the key role of endocytosis. *J Biol Chem*. 2008;283(29):19948–56.
182. Andrae J, Gallini R, Betsholtz C. Role of platelet-derived growth factors in physiology and medicine. *Genes Dev*. 2008;22(10):1276–312.
183. Lynch SE, Buser D, Hernandez RA, Weber HP, Stich H, Fox CH, et al. Effects of the platelet-derived growth factor/insulin-like growth factor-I combination on bone regeneration around titanium dental implants. Results of a pilot study in beagle dogs. *J Periodontol*. 1991;62(11):710–6.
184. Aslan M, Şimşek G, Dayi E. The effect of hyaluronic acid-supplemented bone graft in bone healing: experimental study in rabbits. *J Biomater Appl*. 2006;20(3):209–20.
185. Thor A, Sennerby L, Hirsch JM, Rasmusson L. Bone formation at the maxillary sinus floor following simultaneous elevation of the mucosal lining and implant installation without graft material: an evaluation of 20 patients treated with 44 Astra Tech implants. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(7):64–72.
186. Wannfors K, Johansson B, Hallman M, Strandkvist T. A prospective randomized study of 1-and 2-stage sinus inlay bone grafts: 1-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15(5).
187. Branemark P-I. Osseointegration and its experimental background. *J prosthet Dent*. 1983;50:399–410.
188. Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants,(II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci*. 1998;106(3):721–64.
189. Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;20(2).
190. Coombe AR, Ho C, Darendeliler MA, Hunter N, Philips JR, Chapple CC, et al. The effects of low level laser irradiation on osteoblastic cells. *Clin Orthod*

- Res. 2001;4(1):3–14.
191. Weber JBB, Pinheiro ALB, Oliveira MG de, Oliveira FAM, Ramalho LMP. Laser therapy improves healing of bone defects submitted to autologous bone graft. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(1):38–44.
  192. Khadra M, Rønold HJ, Lyngstadaas SP, Ellingsen JE, Haanæs HR. Low-level laser therapy stimulates bone–implant interaction: an experimental study in rabbits. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(3):325–32.
  193. Dörtbudak O, Haas R, Mailath-Pokorny G. Effect of low-power laser irradiation on bony implant sites. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(3):288–92.
  194. Lopes CB, Pinheiro ALB, Sathaiah S, Silva NS Da, Salgado MAC. Infrared laser photobiomodulation ( $\lambda$  830 nm) on bone tissue around dental implants: a Raman spectroscopy and scanning electronic microscopy study in rabbits. *Photomed Laser Surg.* 2007;25(2):96–101.
  195. Miloro M, Miller JJ, Stoner JA. Low-level laser effect on mandibular distraction osteogenesis. *J oral Maxillofac Surg.* 2007;65(2):168–76.
  196. Shakouri SK, Soleimanpour J, Salekzamani Y, Oskuie MR. Effect of low-level laser therapy on the fracture healing process. *Lasers Med Sci.* 2010;25(1):73.
  197. Da Cunha SS, Sarmiento V, Ramalho LMP, De Almeida D, Veeck EB, Da Costa NP, et al. Effect of laser therapy on bone tissue submitted to radiotherapy: experimental study in rats. *Photomed Laser Surg.* 2007;25(3):197–204.
  198. Khadra M, Lyngstadaas SP, Haanaes HR, Mustafa K. Determining optimal dose of laser therapy for attachment and proliferation of human oral fibroblasts cultured on titanium implant material. *J Biomed Mater Res Part A An Off J Soc Biomater Japanese Soc Biomater Aust Soc Biomater Korean Soc Biomater.* 2005;73(1):55–62.
  199. Pinheiro ALB, Gerbi MEM, de Assis Limeira F, Ponzi EAC, Marques AMC, Carvalho CM, et al. Bone repair following bone grafting hydroxyapatite guided bone regeneration and infra-red laser photobiomodulation: a histological study in a rodent model. *Lasers Med Sci.* 2009;24(2):234–40.
  200. Sagai M, Bocci V. Mechanisms of action involved in ozone therapy: is healing induced via a mild oxidative stress? *Med Gas Res.* 2011;1(1):29.
  201. Seidler V, Linetskiy I, Hubálková H, Stankova H, Smucler R, Mazánek J.

- Ozone and its usage in general medicine and dentistry. A review article. Prague Med Rep. 2008;109(1):5–13.
202. Buyuk SK, Ramoglu SI, Sonmez MF. The effect of different concentrations of topical ozone administration on bone formation in orthopedically expanded suture in rats. Eur J Orthod. 2015;38(3):281–5.
  203. Erdemci F, Gunaydin Y, Sencimen M, Bassorgun I, Ozler M, Oter S, et al. Histomorphometric evaluation of the effect of systemic and topical ozone on alveolar bone healing following tooth extraction in rats. Int J Oral Maxillofac Surg. 2014;43(6):777–83.
  204. Bozbas GT, Kilimci FS, Yilmaz M, Gürer G, Demirci B. The Effect of Ozone on Bone Strength in Animal Model of Rheumatoid Arthritis. Turk Osteoporoz Derg. 2016;22(2).
  205. Bajoghli F, Sabouhi M, Davoudi A, Badrian H, Molazem M. A Brief Review on Contemporary Methods and Equipment Used for Implant Stability Assessments. J Int Oral Heal. 2015;7(10):10.
  206. Rasmusson L, Meredith N, Kahnberg K-E, Sennerby L. Stability assessments and histology of titanium implants placed simultaneously with autogenous onlay bone in the rabbit tibia. Int J Oral Maxillofac Surg. 1998;27(3):229–35.
  207. Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. Clin Oral Investig. 2007;11(3):257–65.
  208. Huang H, Chiu C, Yeh C, Lin C, Lin L, Lee S. Early detection of implant healing process using resonance frequency analysis. Clin Oral Implants Res. 2003;14(4):437–43.
  209. Pattijn V, Van Lierde C, Van der Perre G, Naert I, Vander Sloten J. The resonance frequencies and mode shapes of dental implants: Rigid body behaviour versus bending behaviour. A numerical approach. J Biomech. 2006;39(5):939–47.
  210. Zix J, Hug S, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis and damping capacity assessment: comparison of both techniques in a clinical trial. Int J Oral Maxillofac Implants. 2008;23(3).
  211. Fischer K, Bäckström M, Sennerby L. Immediate and early loading of oxidized tapered implants in the partially edentulous maxilla: a 1-year

- prospective clinical, radiographic, and resonance frequency analysis study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009;11(2):69–80.
212. Balleri P, Cozzolino A, Ghelli L, Momicchioli G, Varriale A. Stability measurements of osseointegrated implants using Osstell in partially edentulous jaws after 1 year of loading: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2002;4(3):128–32.
213. Friberg B, Sennerby L, Meredith N, Lekholm U. A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants: A 20-month clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1999;28(4):297–303.
214. Hallman M, Sennerby L, Zetterqvist L, Lundgren S. A 3-year prospective follow-up study of implant-supported fixed prostheses in patients subjected to maxillary sinus floor augmentation with a 80: 20 mixture of deproteinized bovine bone and autogenous bone: Clinical, radiographic and resonance frequency a. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(3):273–80.
215. Chipaila N, Marini R, Sfasciotti GL, Cielo A, Bonanome L, Monaco A. Graftless sinus augmentation technique with contextual placement of implants: a case report. *J Med Case Rep.* 2014;8(1):437.
216. Sjöström M, Lundgren S, Nilson H, Sennerby L. Monitoring of implant stability in grafted bone using resonance frequency analysis: A clinical study from implant placement to 6 months of loading. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(1):45–51.
217. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard J, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. A clinical resonance-frequency analysis study with sandblasted-and-etched ITI implants. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(5):529–39.
218. Sim CPC, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell™ mentor during implant tissue integration: I. Instrument positioning, bone structure, implant length. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(6):598–604.
219. Tözüm TF, Turkyilmaz I, McGlumphy EA. Relationship between dental implant stability determined by resonance frequency analysis measurements and peri-implant vertical defects: an in vitro study. *J Oral Rehabil.* 2008;35(10):739–44.

220. Boronat-López A, Peñarrocha-Diago M, Martínez-Cortissoz O, Mínguez-Martínez I. Resonance frequency analysis after the placement of 133 dental implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11(3):E272-6.
221. Östman P-O, Hellman M, Wendelhag I, Sennerby L. Resonance frequency analysis measurements of implants at placement surgery. *Int J Prosthodont*. 2006;19(1).



**8. EKLER**  
**ÖZGEÇMİŞ(EK 8)**

**Kişisel Bilgiler**

|                     |                   |                |                                    |
|---------------------|-------------------|----------------|------------------------------------|
| <b>Adı</b>          | <b>Burak</b>      | <b>Uyruğu</b>  | <b>T.C.</b>                        |
| <b>Soyadı</b>       | <b>Kocabalkan</b> | <b>Tel no</b>  | <b>5323522919</b>                  |
| <b>Doğum tarihi</b> | <b>30.05.1989</b> | <b>e-posta</b> | <b>burakkocabalkan@hotmail.com</b> |

**Eğitim Bilgileri**

| <b>Mezun olduğu kurum</b>   |   | <b>Mezuniyet yılı</b> |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| <b>Lise</b>                 | <b>Ankara Atatürk Anadolu Lisesi, Ankara</b>                  | <b>2007</b>           |
| <b>Lisans/Yüksek Lisans</b> | <b>Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara</b> | <b>2013</b>           |

| <b>Yabancı Dilleri</b> | <b>Sınav türü</b>  | <b>Puanı</b> |
|------------------------|--------------------|--------------|
| <b>İngilizce</b>       | <b>YÖKDİL-2018</b> | <b>91,25</b> |

**Proje Deneyimi**

| <b>Proje Adı</b>   | <b>Destekleyen kurum</b>  | <b>Süre</b>  |
|--|---|--------------|
| <b>Rat Modelinde Düşük Enerji Yoğunluklu Lazer ve Ozon Uygulamalarının İntraoral Yumuşak Doku İyileşmesi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması</b> | <b>Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi</b> | <b>2018-</b> |
| <b>Atrofik Mandibulada Dental İmplant Uygulamalarının Biyomekanik Olarak Değerlendirilmesi</b>   | <b>Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi</b> | <b>2018-</b> |

### **Burslar-Ödüller:**

Ankara Diş Hekimleri Odası Başarı Ödülü, 2013

İhsan Doğramacı Üstün Başarı Ödülü, 2014

---

### **Yayınlar ve Bildiriler:**

#### **Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:**

(SCIE)Şimşek Kaya, G., Daltaban, Ö., Kaya, M., Kocabalkan, B., Sindel, A., & Akdağ, M. "The potential clinical relevance of anatomical structures and variations of the maxillary sinus for planned sinus floor elevation procedures: A retrospective cone beam computed tomography study." *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2018

(PMC) Özalp Ö., Tezerişener HA., Kocabalkan B., Büyükkaplan UŞ., Özarıslan MM., Kaya GŞ., Altay MA., Sindel A. "Comparing the precision of panoramic radiography and cone-beam computed tomography in avoiding anatomical structures critical to dental implant surgery: A retrospective study" *Imaging Science in Dentistry*. 2018

(ESCI) Sindel A, Dereci Ö, Hatipoğlu M, Özalp Ö, Dereci ON, Kocabalkan B, Öztürk A, "Evaluation of Temperature Rise Following the Application of Diode and Er, Cr: Ysgg Lasers: An Ex Vivo Study." *European Oral Research*. 2018.

(ESCI) Altay MA, Sindel A, Özalp Ö, Kocabalkan B, Özbudak İH, Erdem R, Salim O, Baur DA, "Langerhans Cell Histiocytosis: A Diagnostic Challenge in the Oral Cavity." *Case Reports in Pathology*. 2017.

**Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitapçığında Basılan Sözlü Sunumlar:**

Tozoğlu S, Kocabalkan B, Kaya GŞ, Altay MA, Çelik S,"Platelet Rich Fibrin on Treatment of Oro-Antral Communication and Fistula." TAOMS 2016 23. Uluslararası Bilimsel Kongresi, BODRUM, TÜRKİYE, 26-30 Mayıs 2016

Sindel A., Dereci Ö., Hatipoğlu M., Özalp Ö., Dereci O.N., Kocabalkan B., et al.,"Diyot ve Er,Cr:YSGG Lazer Uygulamalarını Takiben Sıcaklık Artışının Değerlendirilmesi", TAOMS 2017 24. Uluslararası Bilimsel Kongresi, ANTALYA, TÜRKİYE, 23-27 Mayıs 2017, pp.002-002

Kocabalkan B, Tezerişener HA, Yıldırımın N, Kaya GŞ, Sindel A, Altay MA, "Management of Odontogenic Keratocysts in Gorlin-Goltz Syndrome - An Update Review of Treatment Options" ACBID 2018 12th International Congress, ANTALYA, TURKEY, 9-13 May 2018

Tezerişener HA, Özalp Ö, Kocabalkan B, Yıldırımın N, Kaya GŞ, Sindel A, Altay MA, "Proton Pompa İnhibitörleri ve Osseointegrasyon-Erken Dönem İmplant Kaybı Üzerine Retrospektif Bir Çalışma." TAOMS 2018 25.Uluslararası Kongresi, GİRNE, KIBRIS, 13-17 Mayıs 2018

**Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitapçığında Basılan Poster Sunumları:**

Altay MA, Tozoğlu S, Özbudak İH, Kocabalkan B, Erdem R, İltar U, Salim O,"Langerhans Cell Histiocytosis: Oral Manifestations of a Diagnostic Challenge" TAOMS 2016 23. Uluslararası Bilimsel Kongresi, BODRUM, TÜRKİYE, 26-30 Mayıs 2016

Altay MA, Tozoğlu S, Güngör Ö, Kocabalkan B, "Decompression as a Definitive Treatment Modality in Young Patients with Dentigerous Cysts Around Impacted

Permanent Premolars: Report of a Case and Review of Literature" TAOMS 2016 23. Uluslararası Bilimsel Kongresi, BODRUM, TÜRKİYE, 26-30 Mayıs 2016

Özalp Ö, Yıldırım N, Kocabalkan B, Kaya GŞ, Sindel A, Altay MA, "Decompression Followed by Enucleation as the Definitive Treatment Modality of Extensive Cystic Jaw Lesions: Report of a Case." ACBID 2017 11th International Congress, ANTALYA, TURKEY, 19-23 Nisan 2017

Kader D, Kocabalkan B, Özarslan MM, Sindel A, Altay MA "Implant Placement After Large Radicular Cyst Treatment: Case Report" ACBID 2017 11th International Congress, ANTALYA, TURKEY, 19-23 Nisan 2017

Yılmaz S., Tercanlı Alkış H., Kocabalkan B., Altay M.A. "Pyogenic Granuloma In An Elderly Patient" European Congress of DentoMaxilloFacial Radiology, LUCERNE, SWITZERLAND, 14– 16 June, 2018

**Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitapçığında Basılan Poster Sunumları:**

Hüseyinov A., Sarıemir D., Vural V., Cumhuriyet A., Kocabalkan B., Sindel A. " Paratiroid Karsinomu ile İlişkili Maksiller Brown Tümörü " 21. Ulusal Cerrahi Kongresi, ANTALYA, TÜRKİYE, 11-15 Nisan 2018