

İMLANT DESTEKLİ SABİT PROTEZLERDE OKLÜZYON PRENSİPLERİ

Occlusion Principles for Implant Supported Fixed Dentures

Metehan YILMAZ*

Ongun ÇELİKKOL**

ÖZET

Kaybedilen dişlerin protetik rehabilitasyonu için dental implantların kullanımı, günümüz diş hekimliğinde oldukça sık kullanılan bir tedavi seçeneğidir. Ancak bu tedavi protokolü uygulanırken oklüzyon prensiplerine dikkat edilmediğinde komplikasyonlar ve hatta implant kayıpları görülebilir. Bunun önüne geçmek için dental implantların çevre dokular ile bağlantı şekli, fizyolojik olarak uyumu, kuvvet altında verdiği yanıtlar gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Dental implantlar ve dişler arasındaki biyofizyolojik farklar, oklüzyon prensiplerinde de bir takım değişiklikler gerektirmektedir. Bu değişiklikleri bilmek, implantlara ve implant destekli restorasyonlara etki edebilecek olan oklüzal aşırı yükün engellenmesi için son derece önemlidir. Oklüzal aşırı yük, osseointegrasyon sonrası görülen implant kayıplarının en büyük etkenlerinden biri olarak gösterilmektedir. Bunun sebebi ise oklüzal aşırı yükün yüksek miktarda makaslama kuvvetine neden olmasıdır. İmplantlar sıkıştırma kuvvetlerine karşı son derece yüksek direnç gösterebilir. Ancak makaslama kuvvetleri implant ve çevre yapıları en fazla hasar veren kuvvet çeşididir. Oklüzyon tasarımında dikkat edilmesi gereken ise bu makaslama kuvvetlerini engelleyecek şekilde olmasıdır. Bu etkenlere örnek vermek gerekirse protez tasarımında oklüzal temas noktaları ve tüberkül eğimleri gibi faktörler kuvvetin iletimini etkilemektedir. Bu sebeple, protez tasarımına göre bir cerrahi plan yapılması tedavinin uzun dönem başarısı için büyük önem arz etmektedir. Bu derlemede, implant destekli sabit protetik restorasyonlarda oklüzal aşırı yüke neden olabilecek faktörlerden bu faktörlerin etki mekanizmasından ayrıca oklüzal aşırı yükün engellenmesi için gerekli olan oklüzyon prensiplerinden ve oluşabilecek komplikasyonlardan bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: İmplant, oklüzyon; sabit protezler; oklüzal aşırı yük

ABSTRACT

The use of dental implants for the prosthetic rehabilitation of lost teeth is a very common treatment option in dentistry. However complications and even implant losses may occur when the principles of occlusion are not observed while applying this treatment protocol. To prevent this, factors such as the connection of dental implants with the surrounding tissues, their physiological compatibility and their responses under force should be taken into consideration. Biophysiological differences between dental implants and teeth also require some

* Araştırma Görevlisi, Uşak Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, metehan.yilmaz@usak.edu.tr

** Doktora Öğretim Üyesi, Uşak Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ongun.celikkol@usak.edu.tr

changes in the principles of occlusion. Knowing these changes helps implants and implant-supported restorations it is extremely important to prevent occlusal overload, which may affect. Occlusal overload is shown as one of the biggest factors of implant losses after osseointegration. Because, the occlusal overload causes a high shear force. Implants can exhibit extremely high resistance to compression forces. However, shear forces are the most damaging type of implant and surrounding structures. What needs to be considered in the design of occlusion is that this will prevent shear forces. To give an example of these factors, factors such as occlusal contact points and inclination of cusps in the prosthesis design affect the transmission of the force. Therefore, making a surgical plan according to the prosthetic design is of great importance for the long-term success of the treatment. In this review, the factors that can cause occlusal overload in implant-supported fixed prosthetic restorations, the mechanism of action of these factors, and the occlusion principles and complications that may occur to prevent occlusal overload are mentioned.

Keywords: Implant, fixed prostheses, occlusion, occlusal overload

AMAÇ

İmplantlar ile doğal dişler arasında biyolojik ve fizyolojik olarak birçok fark vardır. Bu nedenle doğal dişlerdeki oklüzyon kurallarının implant destekli restorasyonlarda uygulanması tam olarak uygun değildir. Doğal dişlerin oklüzyonu ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunsa da implant oklüzyonuyla ilgili çalışmalar o kadar çeşitli değildir. Bunun nedeni implant restorasyonlarının, insan üzerinde klinik çalışmalarda etik onaylarının zorluğu ve yüksek maliyetidir. Bu yüzden implant oklüzyonu ile mevcut literatür, daha çok mekanik ve fizik bilgilerine dayanmaktadır. Bu literatür derlemesinin amacı, güncel bilgilere dayanarak implant destekli restorasyonlarda oklüzal kuvvetlerin implant restorasyonunu ve çevre dokuları nasıl etkilediğini açıklamak ayrıca aşırı oklüzal yüklemenin etkilerini ve olası komplikasyonlarını tanımlamak bunları engellemek adına implant oklüzyonu konusunda klinik öneriler sunmaktır.

Doğal Dişler ve İmplant Restorasyonları Arasında Biyolojik ve Fizyolojik Farklar

Doğal dişler ve implantlar arasındaki temel fark kemiğe bağlantı şeklidir. Doğal dişler alveol soket içerisinde periodontal ligament (PDL) aracılığıyla kemiğe tutunur ve askıdadır ancak

implantlar direkt alveol kemikle bağlantıdır.¹ PDL dişe gelen kuvvetlerin bir kısmını absorbe eder.² Buna ek olarak, PDL içindeki mekanoreseptörler merkezi sinir sistemine bilgi göndererek oklüzal yüklerin saptanmasına izin verirler. İmplantta ise PDL eksikliğinden dolayı oklüzal yüklerin farkındalığı ve dokunsal hassasiyet daha düşüktür.^{3,4} Hammerle ve ark.⁴ dişlerin dokunma duyarlılığının implantlara göre 8.75 kat daha yüksek bir eşik değerine sahip olduğunu göstermiştir. Bu sayede, yıkıcı kuvvetler ortaya çıktığında doğal dişler implantlara göre daha az etkilenir.

PDL'nin varlığı nedeniyle doğal dişler bir miktar fizyolojik mobilite gösterir. Doğal bir diş aksiyal yönde 25-100 mikron, horizontal olarak ise 56-150 mikron mobilite gösterebilir.⁵ Oklüzal yükler uygulandığında, kuvvet dağılımı kök boyunca apikal yöne doğru azalır.^{5,6} Fulkrum dayanağı kökün apikal üçlüsünde oluşur ve diş, kökün rotasyonel hareketi ile harekete tepki verebilir.^{6,7} İmplantlarda ise kemik ile anki-loze olduğundan fizyolojik hareketler için bir boşluk yoktur. Doğal dişler ile olan farkı ise implant aksiyal yönde 3-5 mikron ve horizontal yönde 10-50 mikron mobilite gösterebilmektedir.^{5,7} Bu nedenle bir kuvvet ortaya çıktığında doğal dişler mikro hareketler sayesinde

gelen kuvveti bir miktar absorbe edebilirken, implantlara gelen kuvvet direkt olarak kemiğe iletilir.

Doğal Dişlerin ve İmplantların Oklüzal Kuvvetlere Karşı Yanıtı

Doğal dişler ve implantlar arasındaki farklar nedeniyle bu yapıların ve çevresindeki dokuların oklüzal kuvvetlere karşı verdiği tepkiler de değişiklik göstermektedir. Doğal dişlerde PDL lifleri diş köküne dik seyrederek ve gelen oblik kuvvetleri aksiyal yönlendirirler bu sayede kuvveti kemiğe dağıtırlar. Bu, gelen kuvvetlerin yıkıcı etki göstermemesi için büyük önem taşır.⁸ Ancak implantlarda fibröz bağlantı liflerinin miktarı daha azdır ve implant gövdesine paralel seyrederek. Bu nedenle kuvveti yönlendirme konusunda doğal dişlerdeki PDL kadar etkin değildir. Bu, implantların yıkıcı lateral kuvvetler karşısında duyarlılığının daha fazla olmasına neden olur.^{1,9}

Doğal dişler ve implantların hareket fazları da farklılık gösterdiği için çevredeki kemiğin oklüzal yüklere karşı yanıtı da farklıdır.⁵ Doğal bir dişte hareketin yönü doğrusal değildir. Hareket dişin PDL sınırları içerisinde bir başlangıç aşaması ile başlar. Devam eden kuvvet, alveoler kemiğin elastik deformasyonunu içeren ikincil fazı başlatır. İmplant ise doğrusal ve sadece elastik deformasyonun el verdiği ölçüde hareket edebilir.¹⁰

Mekanik Yükleme Varlığında Alveoler Kemiğin Yanıtı

Wolff kanunu, alveoler kemiğin mekanik kuvvetlere uyum sağlayabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.¹¹ Frost^{12,13}, bu kavram üzerinde daha fazla durdu; kemik adaptasyonunun, uygulanan mekanik kuvvetin miktarına bağlı olarak anabolik veya katabolik yanıtlar şeklinde olabileceğini göstermiştir. Frost'un, mekanostat modeli

gerilim(*stress*) ve gerilme(*strain*) kavramlarını kullanır. Bu kemik modelinde gerilim belirli bir alandaki kemik üzerinde biriken mekanik kuvvettir ve gerilme yaratır.¹⁴ Gerilme ise kemiğin deformasyonunu, özellikle orijinal uzunluğundaki uzunluk değişikliğini tanımlar. Gerilim miktarı her zaman gerilme miktarını etkilese de, deformasyonun meydana gelme derecesi kemiğin doğal özellikleri ile belirlenir.⁹

Frost'a göre düşük miktarlarda gerilme katabolik kemik reaksiyonlarına yol açar ya da atrofiyi etkisiz hale getirir. Ancak, kemiğin tekrar yapılanması için biraz gerilme gerekir. Bu "kararlı durumda" kemik hasarı, onarım ve yeni kemiğin birikmesi ile dengelenir. Bununla birlikte, gerilme seviyesini arttırmaya devam etmek kemik rezorpsiyonuna ve nihayetinde kemik mikro kırıklarına yol açabilir.^{12,13}

Doğal dişler ve implantlar arasındaki biyofizyolojik faktörlerin farklı olması oklüzal yüklemeye çevre kemik dokuyu farklı etkilediği gibi kemik dokunun fiziksel özellikleri de biyomekanik yanıtı etkiler. Elastiklik modülü, elastik deformiteye karşı sertliği veya direnci tanımlar hem gerilim hem de gerilme ile belirlenir.¹⁵ Bir gerilim-gerilme grafiği çizildiğinde çizginin eğimi elastiklik modülünü belirler. Mühendislik ilkelerine göre elastiklik modülü farklı olan iki madde arasından birine kuvvet uygulandığında kuvvet iki maddenin bağlantı yüzeyinde birikir.^{16,17} Bir dişin elastiklik modülü kortikal kemiğe çok benzer.¹⁷ Bu nedenle, bir diş kuvvet geldiğinde kemik ara yüzünde büyük miktarda gerilim yaratmaz. Ancak bir titanyum implantın elastiklik modülü kortikal kemiğin 5 ila 10 katıdır.¹⁸ Bu, aşırı oklüzal yüklenme durumunda marjinal kemik kaybının ortaya çıkacağı teorisini desteklemektedir.

Oklüzal Aşırı Yükleme

Oklüzal kuvvetler normal fonksiyonda ya da parafonksiyonel alışkanlıklar nedeniyle normal fizyolojik seviyesinden daha yüksek olabilir. Oklüzyon çiğneme elemanlarıyla fizyolojik bir uyum içerisinde olmalıdır.¹⁹ Oklüzal kuvvetlerin fazlalığı fizyolojik olarak kompanse edilemezse bu durum oklüzal travma olarak açığa çıkar. Bu, kalınlaşmış lamina dura veya oklüzal aşınma gibi uyarlanabilir bir yanıt ya da mobilite veya genişlemiş bir PDL aralığı gibi travmatik bir yanıtla sonuçlanabilir.²⁰ Oklüzal aşırı yüklenme ise bir implanta fizyolojik sınırlardan yüksek bir kuvvet uygulanmasıdır, bu durum yapısal ve biyolojik hasarlara yol açar.²¹ Oklüzal aşırı yüklenme; protez, abutment, abutment vidası ve çevreleyen kemikte oluşan hasara sebep olabilir. Frost^{12,13}, oklüzal aşırı yükün katabolik kemik cevabına karşılık gelen mikrostrain seviyesine işaret ettiğini göstermiştir. Melsen ve Lang²², yaptıkları bir hayvan çalışmasında dental implantları kullanarak bu mikrostrain seviyesini ölçtüler. 6700 mikrostrain ve üzerinde kemik rezorpsiyonunun meydana geldiğini göstermişlerdir.

Oklüzal aşırı yüklenmeye neden olabilecek faktörler

İmplant oklüzyonu olası komplikasyonları engellemek için fizyolojik bir harmoniye göre yapılmalıdır. Oklüzal kuvvetler dört şekilde değerlendirilmiştir, bunlar; büyüklük, süre, dağılım ve yöndür.⁹ İmplant oklüzyonunun hedeflerinin çoğu bu dört faktöre dayanmaktadır. Oklüzal aşırı yüklenmeye neden olabilecek faktörleri tanımak, bu duruma ve olası komplikasyonlara engel olmak için son derece önemlidir.

Protez tasarımı

Protez tasarımının implanta ve çevre kemiğe etkilerinin nasıl olduğunun bilinmesi, uyumlu bir oklüzyon ve olası komplikasyonları önlemek için son derece önemlidir. Kemik sıkıştırma

kuvvetleri altında, kesme kuvvetlerine göre daha güçlüdür.^{17,23} Oklüzal kuvvetlerin yönü göz önüne alındığında kesme kuvvetlerinin azaltılması ve sıkıştırma kuvvetlerinin hedeflenmesi daha doğrudur. Bunu yaparken oklüzyon, horizontal ya da lateral kuvvetlerden ziyade aksiyal kuvvetler oluşturulmalıdır. Rangert ve ark.²⁴, lateral yönde 15 derecelik bir sapmanın oklüzal aşırı yüklenmeye katkıda bulunduğunu bulmuşlardır. Bu nedenle, kuvvetleri aksiyal yönde yönlendirmek implant çevresindeki kemiği koruyucu etki gösterecektir.

Genel olarak, kron boyu/implant boyu (K/I) oranının artmasının marjinal kemik kaybının artışı ile ilişkili olduğu düşünülür. Garaicoa-Pazmino ve ark.²⁵, implant destekli restorasyonların K/I oranının periimplant marjinal kemik seviyesinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Malchiodi ve ark.²⁶, benzer sonuçlar elde etmiştir. Bu yazarlar, 36 ay boyunca 136 hastada 259 kısa implantı analiz etmişlerdir. Klinik K/I oranı ile marjinal kemik kaybı arasında anlamlı bir ilişki gözlemlemişlerdir. Peri-implant kemik kaybı $K/I \geq 2$ olan implantlar için anlamlı derecede artmıştır.²⁶ Ancak, K/I oranının, implantların klinik performansı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını ve başarıyla uygulanabileceğini gösteren birçok çalışma da bulunmaktadır.²⁷⁻²⁹

İmplant kronunun anatomisi, dişe uygulanabilecek kuvvetin yönünü, büyüklüğünü ve dağılımını büyük ölçüde etkileyebilir. Bu faktörlerden bazıları oklüzal tablonun büyüklüğü, tüberkül eğimleri ve karşıt diş ile temas noktalarının sayısıdır.

Dar bir oklüzal tabla, kuvvetlerin aksiyal olarak yönlendirilmesini sağlar.^{30,31} Ayrıca kantilever etkilerini ve bükülme momentlerini önlemeye yardımcı olur ve lateral kuvvetlerin büyüklüğünü azaltır.³² Morneburg ve ark.³²,

oklüzal tabloyu %30 oranında daraltmanın lateral kuvvetlerin büyüklüğünü neredeyse %50 düşürdüğünü göstermiştir.

Tüberkül eğimlerinin implanta gelecek kuvvetleri etkilediği düşünmek yanlış olmaz. Yüksek tüberkül eğimi dişe gelen kuvvetlerin büyüklüğünü artırır ve 10 derecelik tüberkül eğimi artışı eğilme momentini %30 artırır.^{33,34} Bu ise azaltılmış bir tüberkül eğiminin dişleri kesme kuvvetlerinden koruyacağını ve kuvvetin büyüklüğünü azaltacağını gösterir. Bedi ve ark.³⁵, tüberkül eğiminin azaltılmasının implant çevresindeki marjinal kemikte yüksek gerilim değerlerinin önlenmesinde yardımcı olabileceğini ve bu kuvvetlerin düşük kalitedeki kemiği daha çok etkilediğini bildirmişlerdir.

Kuvvet dağılımını etkileyen bir diğer faktör ise oklüzal temasların sayısı ve konumudur. Eskitaşçıoğlu ve ark.³⁶, çalışmasında sonuçlar oklüzal yüklenme alanlarının sayısı ve yerinin kuvvet dağılımları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Carlsson³⁷, uyumlu bir oklüzyon için bazı genel kılavuz ilkeler sunmuş ve burada aksiyal olarak yönlendirilmiş kuvvetlere ulaşmak için maksimum interküspsitasyonda eşit dağıtılmış kontakların kullanılmasını tavsiye etmiştir. Brune ve ark.³⁸ çalışmasında, düzgün olmayan temas dağılımı durumunda, implant-kemik bağlantı yüzeyindeki gerilim, artan tüberkül eğimi ile artmıştır. Ancak iyi dağıtılmış temasların ayarlandığı örneklerde tüberkül eğimi, implant çevresindeki kemikte oluşan gerilim üzerinde anlamlı bir etki gösterememiştir.

Oküzal aşırı yüklemeye neden olduğu kabul edilen bir başka protetik durum da tasarımda kantilever uzunluğudur. Bazı sistematik derlemeler, meta-analizler ve uzun dönemli takip çalışmaları, kantilever bulunan ve bulunmayan sabit protezlerde benzer marjinal kemik seviyeleri görüldüğünü

göstermiştir.³⁹⁻⁴⁴ Bu durumda kantileverin mezialde ya da distalde olması durumu değiştirmez.⁴⁵ Ancak, kantilever tasarımında belirli limitler vardır. Daha önce de bahsettiğimiz gibi implantların çevresinde marjinal kemik kaybına neden olduğu gösterilen aksiyal olmayan kuvvet eşikleri vardır. Duyck ve ark.⁴⁶, implantın tepesinden 50 mm mesafede uygulanan 14,7 N'lik bir enine kuvvetin, 1 Hz'lik bir frekansta 2520 döngü ile tekrarlandığında 73,5 Ncm'lik bir bükülme momenti ile sonuçlandığını göstermiştir. Bunun sonucunda osseointegre implantların lateralinde krater benzeri kemik kayıpları oluşur. Bu, 8 mm'den uzun kantilever ile tasarlanan sabit protezlerin neden periimplantitise yol açan marjinal kemik kaybı meydana getirdiğini açıklamak için bir eşik sunulabilir.⁴⁷ Protez tasarımına göre yapılan bir implant yerleşimi kesme kuvvetini ve implant üzerinde etkili olan kantileverin etkisini azaltacaktır. İmplant sayısı, açısı, çapı ve seviyesin protez tasarımına uygun olması bu etkiyi gösterecektir.

Protez tasarımında, implantlara gelen kuvvetleri azaltmak ve marjinal kemik seviyesini koruyucu bir etki göstermesi için restorasyonların splint halinde yapılması ya da yapılmaması konusu tartışmalıdır. Vigolo ve ark.⁴⁸, 44 hastaya sırasıyla sağ ve sol maksiller posterior bölgede splintli ve splintsiz implant restorasyonu uyguladıkları bir çalışmada 10 yıllık takibin sonucunda implantların %17'sinin tip IV'e kemik kalitesi olan bölgeye yerleştirilmesine rağmen marjinal kemik kaybında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Naert ve ark.⁴⁹, 644 implant ile daha büyük bir popülasyonu incelediği bir çalışmada, implantlar 235 tek kron ve 409 splintlenmiş protez ile restore edilmiştir. 16 yıllık bir takipten sonra tüm restorasyonların % 95.8'i sağ kalmıştır.

Oklüzal Şema

Uyumlu bir implant oklüzyonu için kuvvet çift taraflı dengeli olarak dağıtılmalıdır ve çevre dişlere maksimum iletilmelidir.⁵⁰⁻⁵² Komşu doğal dişler için maksimum interkuspitasyonda hafif ila orta oklüzal temas önerilir. Bunun nedeni implantın bir PDL desteğine sahip olmaması ve doğal dişlerin aksine soket içerisinde hareket edememesidir.^{52,53} Lateral ve protruziv hareketlerde anterior rehberlik önerilir. Lateral hareketlerde posterior dişler posterior disklüzyon ile ağır kuvvetlerden kaçınmalıdır.^{51,54} Erken temaslar oklüzal aşırı yüklemeye için predispozan bir faktördür.⁵¹ Erken temasları önlemek için maksimum interkuspitasyonda sentrikte serbestlik (1-1.5 mm) önerilir.⁵⁵ Eğer kanin diş yerine bir implant restorasyonu varsa, ağır lateral hareketlere maruz bırakılmamalıdır.⁵⁰ Kemik kesme kuvvetleri altında sıkıştırma kuvvetlerine göre daha zayıf olduğunu bildiğimize göre oklüzal kuvvetlerin sıkıştırıcı ve aksiyal olarak yönlendirilmesi amaçlanmalıdır.^{14,17,23}

Anterior köprüler ağır anterior protrüzyona maruz bırakılmamalıdır. Bu durumda grup fonksiyonu kullanılmalıdır.^{51,53} Bir implant eğer bukkal tarafta kemik yetersizliği nedeniyle palatal pozisyonda yerleştirilmişse implantın kesme kuvvetlerine maruz kalması muhtemeldir. Burada Misch ve ark.⁵¹, aksiyel olmayan yüklemeyi önlemek amacıyla dişleri çapraz kapanışa yerleştirmeyi tavsiye eder.

Bruksizm

Oklüzal aşırı yüklemeye neden olabilecek bir diğer faktör ise bruksizmdir. Hastaların %20-35,9'u bruksizm nedeniyle implant çevresinde mikro kırıklara neden olabilir ve bunu takip eden kemik kaybı nedeniyle implant kaybına neden olacak kadar büyük kuvvetler üretebilir.⁵⁶⁻⁵⁹ Chrcanovic ve ark.⁵⁷, bruksizmi olan 98 hasta ile bruksizmi

olmayan hastaları eşleştirmiştir, implant başarısızlığı oranının bruksizm olanlarda olmayanlara göre 2.71 kat daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca, Chitumalla ve ark.⁶⁰, 5 yıllık geriye dönük bir çalışmada, bruksizm alışkanlığı olan hastalarda dental implantların sağkalım oranının 1 yıl sonra %90, 2 yıl sonra %87, 3 yıl sonra %85, 4 yıl sonra %75 ve 5 yıl sonra %72 olduğunu bildirilmiştir. Bu çalışmalardan çıkan sonuçlar, bruksizme bağlı oklüzal aşırı yüklemenin, periimplant hastalıklar ve implant kaybı ile ilişkisinin altını çizer.

Doğal dişlerde bulunan PDL içindeki mekanoreseptörler, merkezi sinir sistemine bilgi göndererek oklüzal yüklerin saptanmasına izin verirler. İmplantta ise PDL eksikliğinden dolayı dokunsal hassasiyet çevredeki mekanoreseptörler aracılığıyla sağlanır bu nedenle oklüzal yüklerin farkındalığı ve dokunsal hassasiyet daha düşüktür.^{3,4} Bu nedenle bruksizm varlığında implantlara uygulanan kuvvetin doğal dişlerden çok daha fazla olması muhtemeldir. Bruksizm varlığında protez tasarımında oklüzyon prensiplerine son derece dikkat edilmelidir. Hastada gece bruksizmi mevcut ise hastaya bir oklüzal plak uygulanması mantıklı olacaktır. Normal hastalara göre komplikasyon riski daha fazla olduğundan sık takip önerilir.

Kemik Kalitesi

Hastanın kemik kalitesinin protez dizaynı ve implant planlaması üzerinde etkisi vardır. Daha önce bahsedildiği üzere elastiklik modülü farklı olan iki maddeden birine kuvvet yüklendiğinde gerilim iki maddenin birleşim yerinde yoğunlaşır.^{16,17} Bunun implant oklüzyonu üzerinde etkisi vardır, çünkü yoğun kortikal kemik ve düşük yoğunluklu trabeküler kemik arasında farklı esneklik modülü mevcuttur.⁹ Titanyum ve trabeküler kemik arasındaki fark titanyum ve kortikal kemik arasındaki farktan daha fazladır. Lekholm ve

Zarb⁶¹, kortikal ve trabeküler kemik miktarına göre kemiği dört türe ayırmıştır. Tip1 kemik tamamen kortikal kemikten yapılan en yoğun kemiktir. Tip4 ise çoğunlukla trabeküler olan ve sadece ince bir kortikal tabaka ile çevrili kemiği tanımlar. Bir implantın düşük kemik yoğunluğuna yerleştirilmesi daha yüksek seviyelerde implant başarısızlığına neden olur.¹⁴ Yapılan bazı sonlu elemanlar çalışmalarında, en yüksek gerilme ve sıkıştırma kuvveti değerleri, kemik-implant ara yüzünün üst bölgesinde kortikal kemikte meydana gelmiştir ve süngersi kemikte görülmemiştir.^{38,62-64} Jaffin ve Berman⁶⁵, tip4 kemiğe yerleştirilen implantların beş yıl sonra %35inin başarısız olduğunu ancak tip1 ile tip3 kemiğe yerleştirilen implantların sadece %3ünün başarısız olduğunu buldu. Bunun nedeni, kortikal kemiğin gelen kuvvetlere karşı daha iyi desteklik sağlamasıdır. Bu konuyu destekleyen başka bir çalışmada ise Goodacre ve ark.⁶⁶, farklı kemik tiplerine yerleştirilmiş implantları karşılaştıran yedi farklı çalışmayı analiz etmişlerdir. Bu analize göre tip4 kemiğe yerleştirilen implantların %16sında implant kaybı görülmüştür; bununla birlikte implantlar tip1 ile tip3 kemiğe yerleştirildiğinde sadece %4 kaybedilmiştir. Olası bir çözüm, implantın aşamalı olarak yüklenmesidir. Bu iyileşme süresini uzatır ve kemik yoğunluğunu arttırarak marjinal kemik kaybını azaltabilir.⁶⁷

İmplant Tasarımı

İmplant tasarımı, gelen kuvvetin çevre kemiğe dağıtılmasında etkilidir. Konik bir implant tasarımı, paralel implant tasarımına göre kesme kuvvetinin azaltılmasına daha fazla yardımcı olur.^{68,69} İmplant çapı ile ilgili olarak, daha geniş implantlar dar çaplı olanlardan daha fazla gerilime karşı dayanıklıdır, ancak uzunluk o kadar da önemli değildir.⁷⁰⁻⁷² Pürüzsüz bir imp-

lant boynu ise kesme kuvvetlerini arttırabileceğinden önerilmez, boyun bölgesinde bulunan mikro yivler daha az kesme kuvveti oluşturur.⁷³ Bu bilgiler ışığında bir implant planlaması yapmak daha doğru olacaktır.

Oklüzal Aşırı Yükleme Sebebiyle Ortaya Çıkabilecek Komplikasyonlar

Oklüzal aşırı yük ve periimplantitis, osseointegrasyon sonrası görülen komplikasyonların ve implant başarısızlığının en yaygın iki sebebi olarak gösterilmiştir.⁷⁴⁻⁷⁷

Oklüzal aşırı yük biyomekanik komplikasyonların ana nedeni olarak kabul edilmiştir.⁵⁰ Vida gevşemesi, vida kırılması, protezle ilgili sorunlar, implant ve kaplama malzemesi bunlara dâhildir.^{66,77-81} Bu son derece önemlidir, çünkü bu komplikasyonlar maliyetli olabilir, zaman alıcı olabilir ve implant kırığı gibi komplikasyonlar implant başarısızlığına neden olabilir.⁵⁰

Bir diğer yandan, oklüzal aşırı yükün marjinal kemik kaybına neden olabileceği unutulmamalıdır. Daha önce belirtildiği gibi, bir implant üzerinde gerilim marjinal kemik seviyesinde birikir.² Elastiklik modülündeki farktan dolayı gerilim direkt olarak birleşim alanındaki kemiğe etki eder.¹⁷ Bu alanda oluşan mikro kırıklar da marjinal kemik kaybına ve daha sonrasında implant kaybına neden olabilir.

SONUÇ

İmplant destekli protezlerde oklüzon prensibi, oluşabilecek komplikasyonlardan önlemek için fizyolojiye uygun olmalıdır. Sağlanan oklüzon, kemik-implant ara yüzü ve implant restorasyonu üzerindeki aşırı yükü en aza indirmeli, implantlara gelen yükleri fiz-

yolojik sınırlar içinde tutmalıdır. Bu sa-
yede implantların ve restorasyonların
uzun dönem başarısı elde edilmiş olur.

Oklüzyonunun en ideal bir şekilde
sağlanması için hastaya bireysel bir te-
davi planı yapılmalıdır. Bu tedavi pla-
nına göre ise planlanan protez tasarı-
mına uygun bir cerrahi prosedür uygu-
lanmalıdır. İmplantları sayısı, çapı,
açısı ve konumu protez tasarımına göre
belirlenmelidir.

İmplant destekli restorasyonlarda,
implantlar üzerinde oluşabilecek stres-
leri önlemek için oklüzyonun düzenli
aralıklarla kontrol edilmesi uzun dö-
nem başarı için oldukça önemlidir.

REFERANSLAR

1. Buser D, Ruskin J, Higginbottom F, Hardwick R, Dahlin C, Schenk RK. Osseointegration of titanium implants in bone regenerated in membrane-protected defects: a histologic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 10(6):666-681.
2. Schulte W. Implants and the periodontium. *Int Dent J.* 1995;45(1):16-26.
3. Jacobs R, van Steenberghe D. Comparison between implant-supported prostheses and teeth regarding passive threshold level. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993;8(5):549-554.
4. Hämmerle CHF, Wagner D, Brägger U, et al. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res.* 1995;6(2):83-90.
5. Sekine H, Komiya Y, Al. E. Mobility characteristics and tactile sensitivity of osseointegrated fixtures supporting systems. In: *Tissue Integration in Oral Maxillofacial Reconstruction.* Amsterdam, the Netherlands: *Excerpta Medica.* ; 1996:326-332.
6. Hillam DG. Stresses in the periodontal ligament. *J Periodontol Res.* 1973;8(1):51-56.
7. Parfitt GJ. Measurement of the Physiological Mobility of Individual Teeth in an Axial Direction. *J Dent Res.* 1960;39(3):608-618.
8. Lindhe J, Karring T, Lang NP. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry.*; 2003.
9. Michalakakis KX, Calvani P, Hirayama H. Biomechanical considerations on tooth-implant supported fixed partial dentures. *J Dent Biomech.* 2012;3(1):1-16.
10. Graves C V., Harrel SK, Rossmann JA, et al. The Role of Occlusion in the Dental Implant and Peri-implant Condition: A Review. *Open Dent J.* 2016;10(1):594-601.
11. Wolff J. *Das Gesetz Der Transformation Der Knochen.* Berlin: Hirschwald; 1892.
12. Frost HM. A 2003 update of bone physiology and Wolff's law for clinicians. *Angle Orthod.* 2004;74(1):3-15.
13. Frost HM. Perspectives: bone's mechanical usage windows. *Bone Miner.* 1992;19(3):257-271.
14. Isidor F. Influence of Forces on Bone Osseo. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(Suppl.2):8-18.
15. Bidez MW, Misch CE. Issues in bone mechanics related to oral implants. *Implant Dent.* 1992;1(4):289-294.
16. Baumeister T AE. *Marks Standard Handbook of Mechanical Engineers.*; 1978.
17. Misch CE, Suzuki JB, Misch-Dietsh FM, Bidez MW. A positive correlation between occlusal trauma and peri-implant bone loss: Literature support. *Implant Dent.* 2005;14(2):108-116.
18. JE L, RW. P. Biomaterials for dental implants. In: *Misch CE, Ed. Contemporary Implant Dentistry.* St Louis, MO: Mosby. ; 1993:262.
19. Adams DF. The American Academy of Periodontology. *J Periodontol.* 1996;67(2):177-179.
20. Jin LJ, Cao CF. Clinical diagnosis of trauma from occlusion and its relation with severity of periodontitis. *J Clin Periodontol.* 1992;19(2):92-97.
21. Gray C. Glossary of Oral and Maxillofacial Implants. *Prim Dent Care.* 2010;17(1):20-20.
22. Melsen B, Lang NP. Biological reactions of alveolar bone to orthodontic loading of oral implants. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(2):144-152.
23. Hoshaw SJ, Brunski JB, Cochran GVB. Mechanical loading of Brånemark implants affects interfacial bone modeling and remodeling. In: *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants.* Vol 9. ; 1994:345-360.
24. Rangert B, Krogh PH, Langer B, Van Roekel N. Bending overload and implant fracture: a retrospective clinical analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 10(3):326-334.
25. Garaicoa-Pazmiño C, Suárez-López del Amo F, Monje A, et al. Influence of Crown/Implant Ratio on Marginal Bone Loss: A Systematic Review. *J Periodontol.*

- 2014;85(9):1214-1221.
26. Malchiodi L, Cucchi A, Ghensi P, Consonni D, Nocini PF. Influence of crown-implant ratio on implant success rates and crestal bone levels: A 36-month follow-up prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(2):240-251.
 27. Blanes RJ. To what extent does the crown-implant ratio affect the survival and complications of implant-supported reconstructions? A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(SUPPL. 4):67-72.
 28. Schulte J, Flores AM, Weed M. Crown-to-implant ratios of single tooth implant-supported restorations. *J Prosthet Dent.* 2007;98(1):1-5.
 29. Schneider D, Witt L, Hämmerle CHF. Influence of the crown-to-implant length ratio on the clinical performance of implants supporting single crown restorations: A cross-sectional retrospective 5-year investigation. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(2):169-174.
 30. Rangert BR, Sullivan RM, Jemt TM. Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 12(3):360-370.
 31. Lindquist LW, Rockler B, Carlsson GE. Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated prostheses. *J Prosthet Dent.* 1988;59(1):59-63.
 32. Morneburg TR, Pröschel PA. In vivo forces on implants influenced by occlusal scheme and food consistency. *Int J Prosthodont.* 16(5):481-486.
 33. Weinberg LA. Therapeutic biomechanics concepts and clinical procedures to reduce implant loading. Part I. *J Oral Implantol.* 2001;27(6):293-301.
 34. Rungsiyakull C, Rungsiyakull P, Li Q, Li W, Swain M. Effects of occlusal inclination and loading on mandibular bone remodeling: A finite element study. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 2011;26(3):527-537.
 35. Bedi S, Thomas R, Shah R, Mehta D. The effect of cuspal inclination on stress distribution and implant displacement in different bone qualities for a single tooth implant: A finite element study. *Int J Oral Heal Sci.* 2015;5(2):80.
 36. Eskitascioglu G, Usumez A, Sevimay M, Soykan E, Unsal E. The influence of occlusal loading location on stresses transferred to implant-supported prostheses and supporting bone: A three-dimensional finite element study. *J Prosthet Dent.* 2004;91(2):144-150.
 37. Carlsson GE. Dental occlusion: Modern concepts and their application in implant prosthodontics. *Odontology.* 2009;97(1):8-17.
 38. Brune A, Stiesch M, Eisenburger M, Greuling A. The effect of different occlusal contact situations on peri-implant bone stress – A contact finite element analysis of indirect axial loading. *Mater Sci Eng C.* 2019;99(June 2018):367-373.
 39. Romeo E, Storelli S. Systematic review of the survival rate and the biological, technical, and aesthetic complications of fixed dental prostheses with cantilevers on implants reported in longitudinal studies with a mean of 5 years follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(SUPPL.6):39-49.
 40. Aglietta M, Siciliano VI, Zwahlen M, et al. A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed dental prostheses with cantilever extensions after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(5):441-451.
 41. Becker CM. Cantilever fixed prostheses utilizing dental implants: a 10-year retrospective analysis. *Quintessence Int.* 2004;35(6):437-441.
 42. Hälgl GA, Schmid J, Hämmerle CHF. Bone level changes at implants supporting crowns or fixed partial dentures with or without cantilevers. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(10):983-990.
 43. da Silva E, dos Santos D, Sonogo M, Gomes J, Pellizzer E, Goiato M. Does the Presence of a Cantilever Influence the Survival and Success of Partial Implant-Supported Dental Prostheses? Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2018;33(4):815-823.
 44. Storelli S, Del Fabbro M, Scanferla M, Palandrani G, Romeo E. Implant-supported cantilevered fixed dental rehabilitations in fully edentulous patients: Systematic review of the literature. Part II. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29:275-294.
 45. Romanos GE, Gupta B, Eckert SE. Distal cantilevers and implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 27(5):1131-1136.
 46. Duyck J, Rønold HJ, Van Oosterwyck H, Naert I, Sloten J Vander, Ellingsen JE. The influence of static and dynamic loading on marginal bone reactions around osseointegrated implants: An animal experimental study. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(3):207-218.
 47. Kim P, Ivanovski S, Latcham N, Mattheos N. The impact of cantilevers on biological and technical success outcomes of implant-supported fixed partial dentures. A

- retrospective cohort study. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(2):175-184.
48. Vigolo P, Mutinelli S, Zaccaria M, Stellini E. Clinical Evaluation of Marginal Bone Level Change Around Multiple Adjacent Implants Restored with Splinted and Nonsplinted Restorations: A 10-Year Randomized Controlled Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30(2):411-418.
 49. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J, Quirynen M, Jacobs R, Van Steenberghe D. Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism Part 1: A longitudinal clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(4):381-389.
 50. Fu JH, Hsu YT, Wang HL. Identifying occlusal overload and how to deal with it to avoid marginal bone loss around implants. *Eur J Oral Implantol.* 2012;5:91-103.
 51. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: Clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(1):26-35.
 52. Lundgren D, Laurell L. Biomechanical aspects of fixed bridgework supported by natural teeth and endosseous implants. *Periodontol 2000.* 1994;4(1):23-40.
 53. Rilo B, da Silva JL, Mora MJ, Santana U. Guidelines for occlusion strategy in implant-borne prostheses. A review. *Int Dent J.* 2008;58(3):139-145.
 54. Gross MD. Occlusion in implant dentistry. A review of the literature of prosthetic determinants and current concepts. *Aust Dent J.* 2008;53(SUPPL. 1).
 55. Weinberg LA. Reduction of Implant Loading with Therapeutic Biomechanics. *Implant Dent.* 1998;7(4):277-285.
 56. Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, Yamaguchi T, Raphael K. Bruxism physiology and pathology: An overview for clinicians. In: *Journal of Oral Rehabilitation.* Vol 35. ; 2008:476-494.
 57. Chrcanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, Wennerberg A. Bruxism and dental implant failures: a multilevel mixed effects parametric survival analysis approach. *J Oral Rehabil.* 2016;43(11):813-823.
 58. Glaros AG. Incidence of diurnal and nocturnal bruxism. *J Prosthet Dent.* 1981;45(5):545-549.
 59. Chrcanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, Wennerberg A. Bruxism and dental implant treatment complications: a retrospective comparative study of 98 bruxer patients and a matched group. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(7):e1-e9.
 60. Chitumalla R, Halini Kumari K V., Mohapatra A, Parihar AS, Anand KS, Katragadda P. Assessment of survival rate of dental implants in patients with bruxism: A 5-year retrospective study. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(6):S278-S282.
 61. Lekholm U ZG. Patient selection and preparation. In: *Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T, Eds. Tissue-Integrated Prosthesis: Osseointegration in Clinical Dentistry.* Chicago, IL. ; 1985:199-209.
 62. Vairo G, Sannino G. Comparative evaluation of osseointegrated dental implants based on platform-switching concept: Influence of diameter, length, thread shape, and in-bone positioning depth on stress-based performance. *Comput Math Methods Med.* 2013;2013.
 63. Baggi L, Cappelloni I, Di Girolamo M, Maceri F, Vairo G. The influence of implant diameter and length on stress distribution of osseointegrated implants related to crestal bone geometry: A three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2008;100(6):422-431.
 64. Santiago Junior JF, Pellizzer EP, Verri FR, De Carvalho PSP. Stress analysis in bone tissue around single implants with different diameters and veneering materials: A 3-D finite element study. *Mater Sci Eng C.* 2013;33(8):4700-4714.
 65. 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.
 66. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent.* 2003;90(2):121-132.
 67. Appleton RS, Nummikoski P V., Pigno MA, Cronin RJ, Chung KH. A radiographic assessment of progressive loading on bone around single osseointegrated implants in the posterior maxilla. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(2):161-167.
 68. Steigenga JT, Al-Shammari KF, Nociti FH, Misch CE, Wang HL. Dental implant design and its relationship to long-term implant success. *Implant Dent.* 2003;12(4):306-317.
 69. Huang H-L, Chang C-H, Hsu J-T, Fallgatter AM, Ko C-C. Comparison of implant body designs and threaded designs of dental implants: a 3-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 22(4):551-562.
 70. Guan H, van Staden R, Loo Y-C, Johnson N, Ivanovski S, Meredith N. Influence of bone and dental implant parameters on stress distribution in the mandible: a finite element study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 24(5):866-876.
 71. Guan H, Van Staden R, Loo YC, Johnson N, Ivanovski S, Meredith N. Evaluation of

- multiple implant-bone parameters on stress characteristics in the mandible under traumatic loading conditions. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 2010;25(3):461-472.
72. Anitua E, Tapia R, Luzuriaga F, Orive G. Influence of implant length, diameter, and geometry on stress distribution: a finite element analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30(1):89-95.
73. Shin Y-K, Han C-H, Heo S-J, Kim S, Chun H-J. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 21(5):789-794.
74. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci.* 1998;106(1):527-551.
75. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants: (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci.* 1998;106(3):721-764.
76. Naert I, Duyck J, Vandamme K. Occlusal overload and bone/implant loss. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(SUPPL.6):95-107.
77. Lobbezoo F, Brouwers JEIG, Cune MS, Naeije M. Dental implants in patients with bruxing habits. *J Oral Rehabil.* 2006;33(2):152-159.
78. Zarb GA, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: The Toronto study. Part III: Problems and complications encountered. *J Prosthet Dent.* 1990;64(2):185-194.
79. Jemt T, Lekholm U. Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993;8(6):635-640.
80. Wennerberg A, Jemt T. Complications in partially edentulous implant patients: a 5-year retrospective follow-up study of 133 patients supplied with unilateral maxillary prostheses. *Clin Implant Dent Relat Res.* 1999;1(1):49-56.
81. Schwarz MS. Mechanical complications of dental implants. In: *Clinical Oral Implants Research.* Vol 11 Suppl 1. ; 2000:156-158.

Yazışma Adresi:

Arş. Gör. Metehan Yılmaz

Uşak Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı

E-mail: metehan.yilmaz@usak.edu.tr