

DİŞ HEKİMLİĞİNDE MULTİDİSİPLİNER YAKLAŞIMLAR 1



Editör
ISMAYIL MALIKOV



BİDGE Yayınları

DİŞ HEKİMLİĞİNDE MULTİDİSİPLİNER YAKLAŞIMLAR 1

Editör: İSMAYİL MALIKOV

ISBN: 978-625-372-801-4

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 28.07.2025

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İÇİNDEKİLER

ENDODONTİK UYGULAMALARDA BİYOSERAMİK MATERYALLERİN GELİŞİMİ VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRILMASI.....	4
ÖZGE KURT	4
ORTODONTİK RETANSİYON PROTOKOLLERİ: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE KLİNİK UYGULAMALAR.....	31
ZEYNEP BEYZA YAMALI.....	31
ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE SEDASYON VE GENEL ANESTEZİ.....	69
MERVE USLU.....	69
PERİ-İMLANTİTİSİN KOMPLEKS ETİYOLOJİSİ: MİKROBİYAL, BİYOMEKANİK VE KLİNİK FAKTÖRLER...	88
OĞUZ ORHAN ÖZÜHANLI.....	88

ENDODONTİK UYGULAMALARDA BİYOSERAMİK MATERYALLERİN GELİŞİMİ VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZGE KURT¹

Giriş

Endodonti alanı, yeni tekniklerin tanıtılması ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda sürekli olarak değişim göstermektedir. Endodontik materyal bilimlerindeki ilerlemeler, endodontinin katlanarak büyümesine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Biyoseramikler, endodontiye yakın zamanda dâhil edilen materyaller arasında yer almaktadır. Seramikler; yüksek sıcaklıklarda ham minerallerin ısıtılmasıyla elde edilen inorganik ve metalik olmayan materyallerdir (Shenoy, 2010).

Biyoseramikler; biyouyumluluğa sahip seramik materyaller ya da metal oksitler olup, gelişmiş sızdırmazlık özellikleri ile antibakteriyel ve antifungal etkinlik gösteren, tıp ve diş hekimliğinde kullanımı amaçlanan materyallerdir. Bu materyaller, insan dokularının işlevini yerine getirebilmekte ya da rezorbe olarak doğal dokuların yeniden oluşumunu teşvik edebilmektedir. Biyoseramik

¹Dr. Öğr. Üyesi, Aksaray Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0001-6261-1200

materyaller arasında; alumina ve zirkonya, biyolojik olarak aktif camlar, cam seramikler, kalsiyum silikatlar, hidroksiapatit, rezorbe olabilen kalsiyum fosfatlar ve radyoterapi camları yer almaktadır (Nasseh, 2009; Jain & ark., 2015).

Endodontide kullanılan biyoseramik materyaller; bileşim, sertleşme mekanizması ve kıvam gibi özelliklerine göre çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır. Bu materyallerin sınıflandırılmasında kullanılan daha basit bir yöntem ise şu şekildedir (Best & ark., 2008; Hench & ark., 1993):

- Biyoinert: Biyolojik sistemlerle etkileşime girmeyen materyaller (örneğin: alumina, zirkonya);
- Biyoaktif: Çevre dokularla arayüz etkileşimine girebilen, kalıcı dokular (örneğin: biyoaktif camlar, biyoaktif cam seramikler, hidroksiapatit, kalsiyum silikatlar);
- Biyobozunur (biyodegradasyon gösteren): Zamanla çözünebilen veya rezorbe olan ve nihayetinde dokuya entegre olan ya da yerini dokunun aldığı materyaller (örneğin: trikalsiyum fosfat, biyoaktif camlar).

Biyoseramiklerin Avantajları

- Biyolojik hidroksiapatit ile benzerlikleri sayesinde mükemmel biyouyumluluk özelliklerine sahiptirler (Dorozhkin, 2009);
- Kemik iyileşmesinin gerçekleştiği bölgelerde, osteoindüktif maddeleri absorbe edebilme yeteneklerinden dolayı kendiliğinden osteoindüktif özellik sergilemektedirler (Ripamonti & ark., 2011);
- Rejeneratif iskele görevi gören ve zamanla vücut tarafından çözünerek yerini doğal dokuya bırakan

rezorbe olabilen yapılardan oluşan bir kafes görevi üstlenmektedir (Prati & ark., 2015);

- Diş yapısıyla kimyasal bağ oluşturabilme, iyi bir hermetik sızdırmazlık sağlama ve yeterli radyopasiteye sahip olma özellikleri göstermektedir (Prati & ark., 2015, Utneja & ark., 2015);
- Sertleşme sonrası oluşan çökme nedeniyle antibakteriyel özellik sergilemekte ve bu durum bakterilerin hapsolmasına neden olmaktadır. Biyoseramikler, çapı 1–3 nm arasında değişen nanokristaller içeren gözenekli yapılar oluşturarak bakteriyel adezyonu engellemektedirler. Bazı durumlarda, apatit kristallerinde florür iyonlarının da bulunması sonucunda oluşan nanomalzeme antibakteriyel özellik kazanır (Jitaru & ark., 2016);

Kalsiyum Silikat Tabanlı Biyoseramik Malzemeler

Çimentolar:

- Portland Çimentosu;
- Mineral Trioksit Agregatı (MTA);
- Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Fransa).

Kanal Dolgu Patları:

- Endo CPM Sealer (EGO SRL, Buenos Aires, Arjantin);
- MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Paraná, Brezilya);
- BioRoot RCS (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Fransa);
- TechBiosealer (Profident, Kielce, Polonya).

Kalsiyum Silikat ve Kalsiyum Fosfat Bileşimli Biyoseramik Malzemeler

Bu malzemelere aşağıdakiler örnek verilebilir:

- iRoot BP, iRoot BP Plus, iRoot FS (Innovative Bioceramix Inc., Vancouver, Kanada);
- EndoSequence BC Sealer (Brasseler, Savannah, GA, ABD) / Total Fill (Tanomaru-Filho & ark., 2015);
- Bioaggregate (Innovative Bioceramix Inc., Vancouver, Kanada);
- Tech Biosealer (Prati & ark., 2015);
- Ceramicrete (Argonne Ulusal Laboratuvarı, Illinois, ABD) (Ghoddusi & ark., 2014).

Portland Çimentosu

Portland çimentosu (PC), 1824 yılında Joseph Aspdin tarafından İngiltere'nin Portland bölgesinde geliştirilmiştir. İçeriğinde, kalsiyum silikat hidratların oluşumunu sağlayan başlıca mineral fazlar yer almaktadır (Viola & ark., 2011). PC, düşük maliyetli bir materyaldir ve bizmut oksit içermemesi ile daha yüksek kalsiyum alüminat ve kalsiyum sülfat içeriği dışında MTA ile benzer bir kimyasal bileşime sahiptir. MTA gibi PC de gri ve beyaz formda mevcuttur (Parirokh & ark., 2014).

Renklenme: Gri PC, gri MTA'ya kıyasla daha az renklenmeye neden olmaktadır. Ancak beyaz MTA ile beyaz PC arasında renklenme açısından benzer düzeyde düşük etkiler gözlenmiştir (Lenherr & ark., 2012).

Çözünürlük: Vivan ve ark. (2010)'a göre, beyaz PC'suna kıyasla MTA daha yüksek çözünürlük göstermektedir. Ayrıca, farklı

solüsyonlarda MTA'ya kıyasla daha iyi yıkanma direnci sergilediği belirtilmiştir (Formosa & ark., 2013).

Biyoaktivite: Hidratasyon sonrasında MTA'nın olgunlaşma sürecinin Portland çimentosundan daha düzenli olması, MTA'nın daha yüksek biyoaktivite sergilmesine neden olmaktadır (Formosa & ark., 2012). Hem gri hem de beyaz Portland çimentosunda kalsiyum iyonu salınımı ve hidroksiapatit kristal oluşumu gözlenmiştir (Massi & ark., 2011).

Partikül boyutu: Beyaz ProRoot MTA'nın partikül boyutu, hem hidratasyon öncesinde hem de sonrasında, beyaz PC'na kıyasla anlamlı derecede daha küçüktür (Asgary & ark., 2005).

Antibakteriyel özellikler: PC, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* gibi mikroorganizmalara karşı MTA ile benzer antibakteriyel ve antifungal özellikler sergilemektedir (Parirokh & ark., 2010).

Sızdırmazlık özelliği: Kök ucu dolgu materyali olarak kullanıldığında, beyaz ve gri MTA'nın, beyaz ve gri PC ile karşılaştırıldığında, boya penetrasyonuna göre benzer sızdırmazlık özellikleri gösterdiği rapor edilmiştir (Shahi & ark., 2009). Ancak, perforasyon tamir materyali olarak protein sızıntısı yöntemiyle değerlendirildiğinde, beyaz PC, beyaz ve gri MTA'ya göre daha üstün sızdırmazlık sağlamıştır (Zarrabi & ark., 2009).

Biyouyumluluk: Hücre kültürü çalışmalarında sonuçlar hücre tipine göre değişkenlik göstermiştir. Genel olarak fibroblastlar açısından değerlendirildiğinde, PC'nin MTA gibi genotoksik veya sitotoksik bir etkisi olmadığı gösterilmiştir (Fayazi & ark., 2011). Ancak, insan kemik iliği kaynaklı mezenkimal kök hücreler açısından değerlendirildiğinde, MTA'nın PC'ye kıyasla daha fazla hücre proliferasyonu ve migrasyonu sağladığı belirtilmiştir (D'Anto & ark., 2011). Ayrıca, 30 ve 60 gün sonunda yapılan

değerlendirmelerde MTA'nın PC'ye göre daha fazla biyomineralizasyon oluşturduğu görülmüştür (Dreger & ark., 2012). Pulpotomi işlemlerinde hem PC hem de MTA'nın klinik ve radyografik olarak başarılı olduğu, ancak kök kanallarında PC ile daha fazla obliterasyon görüldüğü belirtilmiştir (Sakai & ark., 2009).

Sınırlılıklar: PC'nun MTA'ya kıyasla daha yüksek miktarda kurşun ve arsenik salması ve daha yüksek çözünürlüğe sahip olması, çevre dokular açısından güvenilirliğini sorgulatmaktadır (Parirokh & ark., 2010). Yüksek çözünürlük, restorasyonun uzun dönem sızdırmazlığını tehlikeye atabilmektedir (Borges & ark., 2010). Ayrıca, PC'nun fazla sertleşme genleşmesi, diş dokusunda çatlak oluşumuna yol açabilmektedir (Parirokh & ark., 2010). Biyomineralizasyon potansiyeli MTA'ya göre daha düşük ve uzun dönem etkisi sınırlıdır; bu da biyolojik olarak aktif bir materyal için önemli bir dezavantajdır (Dreger & ark., 2012).

Mineral Trioksit Agregatı (MTA)

Endodontide başarıyla kullanılan ilk biyoseramik materyal, 1993 yılında Dr. Torabinejad (1993) tarafından tanıtılan MTA çimentosudur. MTA; osseokondüktif, indüktif ve biyouyumlu bir materyaldir. Başlangıçta kök ucu dolgu materyali olarak geliştirilmiş ve daha sonra direkt pulpa kaplaması, pulpotomi, apekogenezis, açık apeksli dişlerde apikal bariyer oluşturma, perforasyon tamiri ve kanal dolgusu amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır.

2002 yılına kadar sadece gri renkte MTA formu bulunmaktaydı. Bu yılda, dişlerde renklenmeye neden olan gri MTA'nın yerini almak üzere beyaz MTA, ProRoot MTA (Dentsply Endodontics, Tulsa, OK, ABD) olarak piyasaya sunulmuştur (Emine & ark., 2011). Gri renk, demir iyonları ile ilişkili olup, beyaz formda bu iyonlar çıkarılarak renklenme engellenmiştir. Sertleşme reaksiyonu, tozun hidratasyonu ile gerçekleşir ve kalsiyum silikat hidrat ile kalsiyum hidroksit oluşur. Biyolojik entegrasyonu,

vücuttaki fosfat iyonları ile etkileşime giren kalsiyum iyonları sayesinde hidroksiapatit oluşumu ile sağlanmaktadır (Jitaru & ark., 2016).

Gri ve beyaz MTA arasında bazı farklar mevcuttur. Beyaz MTA'nın; Al_2O_3 içeriği %54,9, MgO içeriği %56,5 ve FeO içeriği %90,8 oranında daha düşüktür. Bu fark, renk değişiminin büyük ölçüde FeO azalmasına bağlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca beyaz MTA'nın partikül boyutları, gri MTA'ya kıyasla daha küçüktür (Roberts & ark., 2008).

MTA'nın Fiziksel Özellikleri

Basınç dayanımı: 24 saatte yaklaşık 40 MPa, 21 günde yaklaşık 67 MPa'dır.

Sertleşme reaksiyonu: MTA, tozun hidratasyonu ile oluşan ve zamanla olgunlaşan çimento hamurunu meydana getiren ekzotermik bir reaksiyonla sertleşmektedir. Temel kimyasal reaksiyonlar aşağıdakilerdir (Camilleri & ark., 2008):

- Trikalsiyum silikat ($3CaO \cdot SiO_2$) ve dikalsiyum silikat ($2CaO \cdot SiO_2$) su ile reaksiyona girerek kalsiyum silikat hidrat (C-S-H) ve kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$) oluşturmaktadır;
- Biyolojik aktivite, bu hidratasyon sürecine bağlı olarak serbest kalan Ca^{2+} iyonlarının difüzyonu, C-S-H ve $Ca(OH)_2$ oluşumu ve bunun sonucunda apatit kristallerinin oluşumu ile ilişkilidir (Sarkar & ark., 2005).

Sertleşme süresi: MTA için önerilen toz-sıvı oranı 3:1'dir. Torabinejad ve ark. (1995), gri ProRoot MTA'nın sertleşme süresini 2 saat 45 dakika (± 5 dakika) olarak bildirmiştir. Islam ve ark. (2016), beyaz MTA için 140 dakika, gri MTA için ise 175 dakikalık nihai sertleşme süreleri raporlamışlardır. Sertleşme süresinin uzamasının başlıca nedeni olarak alçı taşı varlığı gösterilmektedir. Sertleşme

süresini kısaltmak amacıyla, sodyum fosfat dibazik (Na_2HPO_4) ve kalsiyum klorür (CaCl_2) gibi hızlandırıcı maddeler MTA Bio gibi ürünlere eklenmiş ve bu sayede daha hızlı sertleşen materyaller elde edilmiştir (De-Deus & ark., 2007).

pH değeri: Hidrate olmuş MTA ürünlerinin ilk pH değeri 10,2'dir. Bu değer, karışımdan 3 saat sonra 12,5'e yükselmektedir (Roberts & ark., 2008)

İtme bağı dayanımı: MTA'nın bağlanma dayanımı, cam iyonomer ya da çinko fosfat simanlara kıyasla belirgin şekilde daha düşüktür. Bu nedenle, yapıştırıcı ajan olarak tercih edilmemektedir. Yapılan çalışmalar, 4 mm kalınlığındaki MTA'nın, 1 mm kalınlığına göre yer değiştirmeye karşı daha fazla direnç gösterdiğini ortaya koymaktadır (Malhotra & ark., 2013). Aggarwal ve ark. (2013), 24 saat sonunda MTA'nın itme bağı dayanımını yaklaşık 5.2 ± 0.4 MPa, 7 gün sonunda ise 9.0 ± 0.9 MPa olarak bildirmiştir.

Bükülme dayanımı: Walker ve ark. (2006) yaptığı çalışmaya göre, MTA'nın sertleşme süresi boyunca üzerine nemli pamuk peleti konulması, bükülme dayanımını anlamlı düzeyde artırmaktadır. Bu değer ortalama 14.27 ± 1.96 MPa olarak ölçülmüştür.

Gözeneklilik (porozite): Karıştırılan çimentonun gözenekliliği, genellikle kullanılan su miktarı, karışım sırasında hava kabarcıklarının hapsolması ve çevresel ortamın asidik pH'si ile ilişkilidir (Torabinejad & ark., 2010).

Mikrosertlik: Düşük nem, düşük pH, şelatlayıcı ajanların varlığı ve aşırı yoğun kondansasyon kuvveti, MTA'nın mikrosertliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Parirokh & ark., 2010).

Sızdırmazlık özelliği: Boya ve sıvı sızıntısı çalışmalarının çoğu, MTA'nın geleneksel materyallere kıyasla daha az mikrosızıntıya neden olduğunu göstermektedir.

- Apeks restorasyonu amacıyla kullanıldığında MTA, çinko oksit ojenol (ÇOE) preparatları kadar etkili bir koruma sağlamaktadır;
- Furkasyon perforasyonları onarımında da benzer koruma sağlamaktadır;
- Kök ucu rezeksiyonlarında ≥ 3 mm MTA kalınlığı yeterli sızdırmazlığı sağlarken, ≤ 2 mm kalınlıklar mikrosızıntıda istatistiksel olarak anlamlı artışa neden olmaktadır (Roberts & ark., 2008).

Partikül boyutu: Çimentonun fiziksel özellikleri, kristal boyutuna bağlı olarak değişebilmektedir. Daha küçük partikül boyutları, sıvı ile daha fazla temas yüzeyi oluşturarak erken dayanımı artırmakta ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır. MTA partiküllerinin bazıları, 1,5 μ m gibi oldukça küçük boyutlara sahip olup, bu değer bazı dentin tübüllerinin çapından bile daha küçüktür. Beyaz MTA, gri MTA'ya kıyasla daha ince partiküllere sahiptir ve bu fark, kullanım özelliklerini de etkileyebilmektedir (Parirokh & ark., 2010).

Biyouyumluluk: MTA; herhangi bir mutajenik veya nörotoksik etki göstermemekte olup, mikrosirkülasyon üzerinde de olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır. Hayvan ve insan çalışmaları, MTA'nın sinyal molekülleri üretimini teşvik ettiğini ortaya koymaktadır. MTA, pulpa dokusunda anti-inflamatuar etki, ayrıca sementokonduktif, semenetindüktif ve osteokonduktif etkiler göstermektedir (Parirokh & ark., 2010).

Avantajları: Kalsiyum hidroksit oluşturarak hücrelerin tutunması ve çoğalması için gerekli kalsiyum iyonlarını salgılayan bu materyal, alkalın pH sayesinde antibakteriyel bir ortam oluşturur; ayrıca sitokin üretimini modüle ederken, sert doku oluşturan hücrelerin diferansiyasyonu ve göçünü teşvik eder, yüzeyinde

hidroksiapatit ya da karbonatlı apatit oluşturarak biyolojik bir sızdırmazlık sağlar (Parirokh & ark., 2010).

MTA'nın Sınırlılıkları

- Uzun sertleşme süresi (Funteas & ark., 2010; Makkar & ark., 2010);
- Zor kullanım ve yüksek maliyet;
- Potansiyel diş renklenmesi (Camilleri, 2008);
- Bilinen bir çözücüsünün olmaması (Macwan & ark., 2014);
- Yerleştirildikten sonra çıkartılmasının zor olması (Parirokh & ark., 2010).

Biodentine

Biodentine, kalsiyum silikat bazlı bir materyal olup, 2009 yılında ticari olarak kullanıma sunulmuştur (Septodont, Saint Maur des Fosses, Fransa). MTA tabanlı çimento teknolojisi kullanılarak geliştirilmiş ve fiziksel özellikler ile kullanım kolaylığı gibi bazı özellikleri iyileştirilmiştir (Camilleri, 2013).

Sertleşme reaksiyonu: Biodentine'in sertleşme reaksiyonu, kalsiyum silikat hidrat jeli ve kalsiyum hidroksit oluşumu ile karakterize olup, bu yönüyle MTA'ya benzerlik göstermektedir. Ancak kalsiyum karbonat, kalsiyum silikat hidrat jelinin nükleasyon merkezi görevi görerek indüksiyon periyodunu kısaltır, bu da sertleşme süresini azaltır ve mikroyapıyı iyileştirir. Hidrosolubl (suda çözünebilen) polimer, çimentonun viskozitesini düşürmekte ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır (Malkondu & ark., 2014).

Sertleşme süresi: Biodentine'in çalışma süresi yaklaşık 6 dakikadır. 9–12 dakikalık bir başlangıç sertleşme süresine ve 45 dakikada tamamlanan nihai sertleşmeye sahip olan bu materyal, hızlı

sertleşme özelliği sayesinde diğer kalsiyum silikat bazlı materyallere göre klinik kullanımda önemli bir üstünlük sağlamaktadır. Bu özellik, formülasyonuna eklenen kalsiyum klorürün katkısıyla elde edilmektedir (Singh & ark., 2014).

Basınç dayanımı: İlk bir saatte >100 MPa, 24 saatte >200 MPa ve yaklaşık bir ay sonunda ~300 MPa'a ulaşan basınç dayanımı, materyalin mekanik olarak giderek güçlendiğini göstermekte olup, bu değer doğal dentinin basınç dayanımı olan 297 MPa ile karşılaştırılabilir düzeydedir (Arora & ark., 2013).

Elastik Modül: 22.0 GPa, bu değer doğal dentininkine (18.5 GPa) oldukça yakındır (Ranjan & ark., 2014).

Mikrosertlik: İki saat sonunda 51 VHN, bir ay sonunda ise 69 VHN'ye ulaşan mikrosertlik değeri, bu materyalin zamanla sertliğinin arttığını göstermekte olup, doğal dentinin 60–90 VHN aralığındaki mikrosertliğiyle karşılaştırılabilir düzeydedir (Ranjan & ark., 2014).

Sızdırmazlık Özelliği: Biodentine'in alkalın ortamı, dentin tübüllerindeki organik dokuların çözünmesini sağlamaktadır. Bu ortam sayesinde dentin yerine geçen materyal, tübüllerin açık ağzlarına ulaşır ve sayısız mikroskobik koni oluşturarak stabil bir tutunma ve bakteriye karşı sızdırmazlık sağlar (Ranjan & ark., 2014).

İtme Bağı Dayanımı: Biodentine, 24 saat sonunda MTA'ya kıyasla daha yüksek bağ dayanımı göstermekte olup, kan ile kontaminasyon durumunda MTA'nın bağ dayanımı azalmaktayken, Biodentine'in bağ dayanımı bu durumdan olumsuz etkilenmemektedir (Ranjan & ark., 2014).

Bükülme dayanımı: İki saat sonra 34 MPa'lık bükülme direncine ulaşan Biodentine, geleneksel cam iyonomer simanlara (5–25 MPa) ve rezin modifiye cam iyonomerlere (17–54 MPa) kıyasla

daha yüksek bir bükülme direncine sahipken, kompozit rezinlerle (61–182 MPa) karşılaştırıldığında bu direnç daha düşük kalmaktadır (Singh & ark., 2014).

Antibakteriyel Aktivite ve pH: Sertleşme sırasında salınan kalsiyum hidroksit iyonları, pH'ı 12.5 seviyesine çıkarmaktadır. Bu ortam, mikroorganizmaların büyümesini engellemekte ve dentin dezenfeksiyonuna katkı sağlamaktadır (Arora & ark., 2013).

Biyouyumluluk: Toksik olmayan yapısıyla dikkat çeken Biodentine, hücre farklılaşması ve fonksiyonları üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaz; pulpal hücrelerden TGF- β 1 salınımını artırarak anjiyogenez, progenitör hücre göçü, farklılaşma ve mineralizasyon gibi biyolojik süreçleri teşvik eder (Singh & ark., 2014).

Biodentine'in MTA'ya göre avantajları aşağıdakilerdir:

- Kıvamı daha iyi kontrol edilebilmekte olup, klinik kullanımlara daha elverişlidir;
- Mekanik özellikleri daha iyidir;
- İki aşamalı restorasyon gerektirmemektedir;
- Sertleşme hızının yüksek olması nedeniyle, mikrobiyal kontaminasyon riski daha düşük düzeydedir (Singh & ark., 2014).

Deneyisel Kalsiyum Alümino-Silikatlar ve Yeni Nesil Endodontik Materyaller

EndoBinder: Binderware (São Carlos, Brezilya) menşeli olan bu kalsiyum alüminat bazlı çimento, MTA'nın olumlu özelliklerini korurken dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Yüksek saflıkta üretilmiş olup, magnezyum oksit (MgO), kalsiyum oksit (CaO) ve diş rengini koyulaştıran demir oksit (Fe₂O₃) gibi istenmeyen bileşenleri içermez; böylece istenmeyen genleşme ve renk değişimi gibi olumsuz etkiler engellenmiştir.

Sıçanların subkutan dokusunda yapılan testlerde biyouyumlu olduğu ve uygun doku reaksiyonu gösterdiği bildirilmiştir (Saxena & ark., 2013).

Generex A: Dentsply Tulsa Dental Specialties (şehir, ABD) menşeli olan bu kalsiyum silikat bazlı materyal, MTA'ya benzer bir yapıya sahip olmakla birlikte, su yerine özel bir jel ile karıştırılarak hazırlanmaktadır. Hamur benzeri kıvamı sayesinde kolay şekillendirilebilir özellik göstermekte ve Intermediate Restorative Material (IRM) gibi şerit haline getirilebilmesi, klinik uygulamalarda kullanım kolaylığı sağlamaktadır (Saxena & ark., 2013).

Capasio: Primus Consulting (Chicago, ABD) menşeli olan bu materyal, bizmut oksit, diş camı, kalsiyum alümino-silikat ile silika ve polivinil asetat bazlı bir jel içermektedir. Sentetik doku sıvısıyla temas ettiğinde apatit oluşumunu teşvik eden bu materyal, yüksek mineralizasyon kapasitesine ve dentin tübüllerine nüfuz etme potansiyeline sahiptir. Hücre kültürü çalışmalarında yapılan karşılaştırmalarda, Generex A'nın primer osteoblast büyümesini desteklediği; yalnızca MTA ve Generex A'nın hücre büyümesini ve çoğalmasını sağladığı, nodül oluşumunu ise yalnızca MTA'nın kolaylaştırdığı bildirilmiştir (Saxena & ark., 2013).

Quick-Set: Capasio'nun rafine edilmiş versiyonu olan bu materyal, cationic sürfaktan içeren sıvı jel bileşimi çıkarılarak sitotoksisiteyi azaltma amacı taşımaktadır. Sitotoksisite açısından MTA ile benzer profillere sahip olup, zamanla salınım sonrası in vitro toksisite riski ihmal edilebilir düzeydedir (Saxena & ark., 2013).

Epoksi reçine ve portland çimento tabanlı materyal (EPC): Yeni bir kompozit materyal olan bu ürün, epoksi reçine ile PC bileşiminden oluşmaktadır. Klinik özellikleri arasında yüksek radyoopasite, kısa sertleşme süresi, düşük mikrosızıntı ve kabul

edilebilir düzeyde düşük sitotoksosite yer almaktadır (Saxena & ark., 2013).

Kalsiyum fosfat bazlı biyoseramikler: Üçlü kalsiyum fosfat bileşiminden oluşan bu materyal, kemik defektlerinde osteogenez ve yeni kemik oluşumunu desteklemektedir. Tarihçesi 1971 yılına kadar uzanmakta olup, Hench (1991) tarafından geliştirilen Bioglass, kalsiyum ve fosfat içeren cam seramik yapısıyla kemikle kimyasal bağ kurabilen ilk materyal olarak tanımlanmıştır.

Sınıflandırma: Materyaller, gözeneklilik özelliklerine göre gözenekli ve yoğun olarak sınıflandırılabilir; rezorbe olma durumlarına göre ise rezorb olmayan hidroksiapatit ile rezorbe olan β -trikalsiyum fosfat olarak ayrılırlar (Bottino & ark., 2000).

Basınç dayanımı: Gözenekli yapıli materyallerin basınç dayanımı 30–170 MPa aralığında iken, yoğun yapıli materyallerin basınç dayanımı 120–917 MPa arasında değişmektedir (Anusavice & ark., 2013).

Kullanım alanları: Kemik grefti veya kemik yerine geçen materyallerin yanı sıra, direkt pulpa kaplaması olarak da kullanılan amorf kalsiyum fosfat (AKF) içeren restoratif materyaller, polimer matris içinde yer alarak kalsiyum ve fosfat iyonları salınımı yoluyla diş dokusunun onarımını teşvik etmektedir (Skrtic & ark., 2000).

Sınırlılıklar: Zayıf mekanik dirence sahip materyaller, yük taşıyan bölgelerde yorulma kırıkları ve buna bağıli olarak klinik başarısızlık riski taşımaktadır (LeGeros, 1988).

Kalsiyum Silikat ve Kalsiyum Fosfat Karışımları

1. BioAggregate: Verio Dental Co. Ltd. (Vancouver, Kanada) menşeli olan bu materyal, ana bileşeni nanoparçacık boyutunda trikalsiyum silikat olmak üzere, tantalum oksit (radyopasite sağlayıcı), kalsiyum fosfat ve silikon dioksit içermektedir. Alüminyum içermeyen formülasyonu sayesinde, özellikle

biyoyumluluk ve fiziksel özellikler açısından MTA'ya kıyasla geliştirilmiş bir performans sunmaktadır (Parirokh & ark., 2014).

Sertleşme reaksiyonu: Hidratasyon sonrasında trikalsiyum silikat, kalsiyum silikat hidrat (C-S-H) ve kalsiyum hidroksit oluşturmaktadır. Oluşan kalsiyum hidroksit, silikon dioksit ile reaksiyona girerek ilave kalsiyum silikat hidrat oluşumunu teşvik etmekte ve bu da materyalin mekanik dayanımı ve biyolojik performansını artırmaktadır (Sarkar & ark., 2005).

Sonuç: BioAggregate çimentosunda yaşlanmaya bağlı olarak kalsiyum hidroksit miktarında gözlenen azalma, bu materyalin MTA'dan ayrılan karakteristik bir özelliğidir. MTA Angelus ise herhangi bir katkı maddesi içermediğinden, yaşlanan çimentoda hâlâ kalsiyum hidroksit varlığını sürdürmekte, bu da iki materyal arasındaki kimyasal farklılığı ortaya koymaktadır (tablo 1) (Camilleri & ark., 2015).

Klinik önemi: Daha az serbest kalsiyum hidroksit içermesi, BioAggregate'in daha stabil bir yapıya sahip olmasını ve potansiyel olarak çevre dokularda daha az tahrişe neden olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, alüminyum içermemesi biyoyumluluk açısından önemli bir avantaj sunarken, geliştirilmiş fiziksel özellikleri sayesinde MTA'ya alternatif olarak klinik kullanıma uygun, güçlü bir biyoseramik materyal olma potansiyelini artırmaktadır (Han & ark., 2013).

Biyoyumluluk: BioAggregate, hidroksiapatit birikimi yoluyla biyolojik aktivite gösterirken, içerdiği tantalum oksit inert bir madde olduğundan çözeltiye geçmez; bu da materyalin hem biyoyumluluğunu hem de kimyasal stabilitesini destekleyen önemli bir özelliktir (Camilleri & ark., 2015).

Tablo 1 BioAggregate ve MTA arasındaki farklar

Özellik	BioAggregate	MTA Angelus
Alüminyum	Yok	Var
Fosfor	Var	Yok
Erken Ca ²⁺ salımı	Yüksek	Düşük
Yaşla birlikte reaktivite	Düşük	Artan
Asit direnci	Yüksek	Daha düşük
Kapanma/sızdırmazlık	Daha iyi	Standart
Odontoblast farklılaşma potansiyeli	Daha yüksek	Düşük

2. Ceramicrete ve Ceramicrete D: Argonne Ulusal Laboratuvarı (Illinois, ABD) tarafından geliştirilen kendiliğinden sertleşen fosfat seramik, asit-baz reaksiyonu temelinde KH₂PO₄ (asit fosfat) ile MgO (bazik metal oksit) arasındaki etkileşimle oluşmaktadır. Bileşiminde hidroksiapatit tozu, radyopasite sağlamak için serium oksit ve fosfosilikat seramik matriks bulunmaktadır. Fiziksel özellikleri arasında 6 dakikalık ilk sertleşme süresi, 12 dakikalık son sertleşme süresi yer almakta olup, su altında yıkanmaya karşı dirençli ve şekillendirmeye uygun, sosis kıvamında yoğrulabilir bir yapıya sahiptir.

Sızdırmazlık: Ceramicrete D versiyonu, distile su ile karıştırılarak sızdırmazlığı artırılmıştır ve glukoz penetrasyonu açısından düşük değerler göstererek MTA ile benzer sızdırmazlık performansı sunar. Wash-out direnci ve klinik kullanım kolaylığı açısından MTA'dan üstün olmasına rağmen, mekanik olarak daha zayıf, radyopasite açısından daha düşük ve başlangıçta daha asidik bir yapıya sahiptir (Leal & ark., 2012).

3. Kalsiyumdan Zenginleştirilmiş Karışım (CEM) Çimento: Asgary ve ark. (2008) tarafından geliştirilen ve BioniqueDent (Tahran, İran) firması tarafından üretilen bu materyal, MTA'nın biyouyumluluğunu korurken; daha kısa sertleşme süresi, artırılmış kullanım kolaylığı, uygun maliyet ve geliştirilmiş kimyasal özellikler gibi ek faydalar sunmayı amaçlamaktadır. Bileşiminde

kalsiyum sülfat ve kalsiyum silikat gibi bileşikler bulunmakta olup, sürekli hidrasyon ve kristalizasyon sonucu hafif genişleme göstermektedir. Yapışkan olmayan yapısı sayesinde klinik uygulamada yoğunlaştırılması kolaydır ve sertleşme sonrası hidroksiapatit oluşturarak biyouyumu desteklemektedir.

Sızdırmazlık: Materyal, MTA'ya benzer özellikler taşımakta olup, tükürük kontaminasyonu altında MTA'dan daha üstün performans göstermektedir (Ayatollahi & ark., 2016).

Antibakteriyel etki: Materyal, gram pozitif ve gram negatif kok ile basil bakterilere karşı test edilmiş olup, kalsiyum hidroksit kadar etkili ve MTA'dan daha üstün antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Asgary & ark., 2007). Biyouyumluluk açısından sitotoksitesi kabul edilebilir seviyede olup, sert doku oluşumunu teşvik eder (Asgary & ark., 2006).

EndoSequence Root Repair Material (ERRM) / iRoot SP / iRoot BP

Materyal, kalsiyum silikat, monobazik kalsiyum fosfat, zirkonyum oksit, tantalum oksit ve dolgu ajanlarından oluşmaktadır. Ön dolumlu şırıngalarda pasta veya şekillendirilebilir putty formunda sunulmaktadır. Çalışma süresi yaklaşık 30 dakika olup, nemle aktive olan sertleşme reaksiyonu yaklaşık 4 saat içinde tamamlanır (Han & ark., 20013).

Sızdırmazlık: Hirschberg ve ark. (2013) yaptığı çalışmada, ERRM grubunda bakteriyel sızıntının MTA grubuna kıyasla anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Antibakteriyel aktivite: Materyal, Enterococcus faecalis'in 10 klinik suşuna karşı MTA ile benzer antimikrobiyal etkinlik göstermektedir (Lovato & ark., 2011). Biyouyumluluk açısından, insan gingival fibroblastları üzerinde sitotoksik etki göstermemekte olup, MTA Angelus ve Intermediate Restorative Material (IRM) ile

karşılaştırıldığında benzer düzeyde biyouyumluluk sergilemektedir (Martinez-Cortes & ark., 2017).

Biyoseramiklerin Kullanım Alanları

Protetik: İmplantlar, protezler ve protez cihazları; ayrıca metal implantların biyouyumluluğunu artıran kaplamalar (Leal & ark., 2011).

Cerrahi: Eklem protezleri, cerrahi kemik defektlerinin doldurulması, alveoler kret augmentasyonu, sinüs obliterasyonu ve orbital taban kırığı düzeltme gibi uygulamalar (Zhou & ark. 2011).

Endodontik: Kanal dolgu/sealer, perforasyon tamiri, retrograd dolgu, pulpotomi, rezorpsiyon tedavisi, apeksifikasyon ve rejeneratif endodonti gibi tedaviler (Jain & ark. 2015).

Restoratif: Dentin yerine materyal kullanımı, pulp kaplama, dentin hassasiyetinin giderilmesi ve dentin remineralizasyonu (Jain & ark. 2015; Prati & ark. 2015).

Kaynaklar

Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. *Journal of Conservative Dentistry*, 16(5), 462-5. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.117504>

Anusavice, K.J., Shen, C. and Rawls, H.R. *Phillips Science of Dental Materials*, 12th ed., Saunders, Philadelphia

Arora, V., Nikhil, V., Sharma, N., & Arora, P. (2013). Bioactive dentin replacement. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 12, 51–57. <https://doi.org/10.9790/0853-1245157>

Asgary, S., Akbari Kamrani, F., & Taheri, S. (2007). Evaluation of antimicrobial effect of MTA, calcium hydroxide, and CEM cement. *Iranian Endodontic Journal*, 2(3), 105–109. <https://doi.org/10.22037/iej.v2i3.318>

Asgary, S., Parirokh, M., Eghbal, M. J., & Brink, F. (2005). Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31(2), 101–103. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000157494.52989.47>

Asgary, S., Parirokh, M., Eghbal, M. J., & Ghoddusi, J. (2006). SEM evaluation of pulp reaction to different pulp capping materials in dog's teeth. *Iranian Endodontic Journal*, 1(4), 117–123. <https://doi.org/10.22037/iej.v1i4.118>

Ayatollahi, F., Tabrizizadeh, M., Zare Bidoki, F., Ayatollahi, R., & Hazeri Baqdad Abad, M. (2016). Comparison of marginal adaptation of MTA and CEM cement apical plugs in three different media. *Iranian Endodontic Journal*, 11(4), 332–335. <https://doi.org/10.22037/iej.v11i4.11303>

Best, S. M., Porter, A. E., Thian, E. S., & Huang, J. (2008). Bioceramics: Past, present and for the future. *Journal of the European Ceramic Society*, 28, 1319–1327. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2007.12.001>

Borges, A. H., Pedro, F. L., Miranda, C. E., Semenoff Segundo, A., Pecora, J. D., & Filho, A. M. (2010). Comparative study of physico-chemical properties of MTA-based and Portland cements. *Acta Odontologica Latinoamericana*, 23(3), 175–181. <https://doi.org/10.15517/aola.v23i3.6166>

Bottino, M. C., Thomas, V., Schmidt, G., Vohra, Y. K., Chu, T. M., Kowolik, M. J., & Janowski, G. M. (2012). Recent advances in the development of GTR/GBR membranes for periodontal regeneration--a materials perspective. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 28(7), 703–721. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.04.022>

Camilleri J. (2008). Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *International endodontic journal*, 41(5), 408–417. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01370.x>

Camilleri J. (2013). Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *Journal of Dentistry*, 41(7), 600–610. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.05.003>

Camilleri, J., Sorrentino, F., & Damidot, D. (2015). Characterization of un-hydrated and hydrated bioaggregate and MTA Angelus. *Clinical Oral Investigations*, 19(3), 689–698. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1292-4>

De-Deus, G., Reis, C., Brandao, C., Fidel, S., & Fidel, R. A. (2007). The ability of Portland cement, MTA, and MTA Bio to prevent through-and-through fluid movement in repaired furcal perforations. *Journal of Endodontics*, 33(11), 1374–1377. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.07.024>

D'Anto, V., Di Caprio, M. P., Ametrano, G., Simeone, M., Rengo, S., & Spagnuolo, G. (2010). Effect of mineral trioxide aggregate on mesenchymal stem cells. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1839–1843. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.10.010>

Dreger, L. A., Felipe, W. T., Reyes-Carmona, J. F., Felipe, G. S., Bortoluzzi, E. A., & Felipe, M. C. (2012). Mineral trioxide aggregate and Portland cement promote biomineralization in vivo. *Journal of Endodontics*, 38(3), 324–329. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.11.020>

Emine, S. T., & Tuba, U. A. (2011). White mineral trioxide aggregate pulpotomies: Two case reports with long-term follow-up. *Contemporary Clinical Dentistry*, 2(4), 381–384. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.91809>

Fayazi, S., Ostad, S. N., & Razmi, H. (2011). Effect of ProRoot MTA, Portland cement, and amalgam on the expression of fibronectin, collagen I, and TGF-beta by human periodontal ligament fibroblasts in vitro. *Indian Journal of Dental Research*, 22(2), 190–194. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.84278>

Formosa, L. M., Mallia, B., Bull, T., & Camilleri, J. (2012). The microstructure and surface morphology of radiopaque tricalcium silicate cement exposed to different curing conditions. *Dental Materials*, 28(5), 584–595. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.005>

Formosa, L. M., Mallia, B., & Camilleri, J. (2013). A quantitative method for determining the antiwashout characteristics of cement-based dental materials including mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 46(2), 179–186. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02108.x>

Funteas, U. R., Wallace, J. A., & Fochtman, E. W. (2003). A comparative analysis of mineral trioxide aggregate and Portland

cement. *Australian Endodontic Journal*, 29(1), 43–44.
<https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2003.tb00007.x>

Ghoddusi, J. (2014). *Material modifications and related materials*. Springer.

Han L, Okiji T. (2013). Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *International Endodontic Journal*, 46(9), 808-814.
<https://doi.org/10.1111/iej.12064>

Hench, L., & Wilson, J. (1993). *An introduction to bioceramics*. World Scientific. <https://doi.org/10.1142/2111>

Hench, L. L. (1991). Bioceramics: From concept to clinic. *Journal of the American Ceramic Society*, 74(7), 1487–1510.
<https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1991.tb07132.x>

Hirschberg, C. S., Patel, N. S., Patel, L. M., Kadouri, D. E., & Hartwell, G. R. (2013). Comparison of sealing ability of MTA and Endosequence bioceramic root repair material: A bacterial leakage study. *Quintessence International*, 44(5), e157–e162.
<https://doi.org/10.3290/j.qi.a30307>

Islam, I., Chng, H. K., & Yap, A. U. (2006). Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. *Journal of Endodontics*, 32(3), 193–197.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.10.043>

Jain, P., & Ranjan, M. (2015). The rise of bioceramics in endodontics: A review. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Sciences*, 6(1), 416–422.
<https://doi.org/10.21276/ijpbs.2015.6.1.3>

Jitaru, S., Hodisan, I., Timis, L., Lucian, A., & Bud, M. (2016). The use of bioceramics in endodontics - literature review. *Chujul Medical*, 89(4), 470–473. <https://doi.org/10.15386/cjmed-586>

Leal, F., De-Deus, G., Brandao, C., Luna, A. S., Fidel, S. R., & Souza, E. M. (2011). Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and white MTA. *International Endodontic Journal*, 44(7), 662–668. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01929.x>

LeGeros, R. Z. (1988). Calcium phosphate materials in restorative dentistry: A review. *Advances in Dental Research*, 2(1), 164–180. <https://doi.org/10.1177/08959374880020011101>

Lenherr, P., Allgayer, N., Weiger, R., Filippi, A., Attin, T., & Krastl, G. (2012). Tooth discoloration induced by endodontic materials: A laboratory study. *International Endodontic Journal*, 45(10), 942–949. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02081.x>

Lovato, K. F., & Sedgley, C. M. (2011). Antibacterial activity of Endosequence root repair material and ProRoot MTA against clinical isolates of *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1542–1546. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.08.003>

Macwan, C., & Deshpande, A. (2014). Mineral trioxide aggregate (MTA) in dentistry: A review of literature. *Journal of Oral Research and Review*, 6(2), 71–74. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.139776>

Makkar, S., Vashisht, R., Kalsi, A., & Gupta, P. (2015). The effect of altered pH on push-out bond strength of Biodentin, glass ionomer cement, mineral trioxide aggregate and Theracal. *Serbian Dental Journal*, 62(1), 7–13. <https://doi.org/10.1515/sdj-2015-0002>

Malkondu, O., Karapinar Kazandag, M., & Kazazoglu, E. (2014). A review on Biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *BioMed Research International*, 2014, 160951. <https://doi.org/10.1155/2014/160951>

Malhotra, N., Agarwal, A., & Mala, K. (2013). Mineral trioxide aggregate: A review of physical properties. *Compendium of*

Continuing Education in Dentistry, 34(2), e25–32.
<https://doi.org/10.1155/2014/160951>

Martinez-Cortes, M. T., Rosales, C., & Uribe-Querol, E. (2017). Cytotoxicity assessment of 3 endodontic sealing cements used in periapical surgery. *Revista Odontologica Mexicana*, 21(1), e40–e48. <https://doi.org/10.21830/rom.2017.21.1.3>

Massi, S., Tanomaru-Filho, M., Silva, G. F., Duarte, M. A., Grizzo, L. T., Buzalaf, M. A., & Guerreiro-Tanomaru, J. M. (2011). pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 37(6), 844–846. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.02.007>

Nasseh, A. (2009). The rise of bioceramics. *Endodontic Practice*, 2, 17–22.

Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review—part I: Chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of Endodontics*, 36(1), 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.006>

Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review—part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *Journal of Endodontics*, 36(3), 400–413. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.11.009>

Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2014). *Calcium silicate-based cements in mineral trioxide aggregate: Properties and clinical applications*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118892435.ch10>

Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2015). Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials*, 31(4), 351–370. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.007>

Ranjan, M. (2014). Review on Biodentine—a bioactive dentin substitute. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 13(1), 13–17.

Roberts, H. W., Toth, J. M., Berzins, D. W., & Charlton, D. G. (2008). Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dental Materials*, 24(2), 149–164. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.02.005>

Sakai, V. T., Moretti, A. B., Oliveira, T. M., Fornetti, A. P., Santos, C. F., Machado, M. A., & Abdo, R. C. (2009). Pulpotomy of human primary molars with MTA and Portland cement: A randomized controlled trial. *British Dental Journal*, 207(3), E5; discussion 128–129. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.745>

Sarkar, N. K., Caicedo, R., Ritwik, P., Moiseyeva, R., & Kawashima, I. (2005). Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31(2), 97–100. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000133155.04468.41>

Saxena, P., Gupta, S. K., & Newaskar, V. (2013). Biocompatibility of root-end filling materials: Recent update. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(3), 119–127. <https://doi.org/10.5395/rde.2013.38.3.119>

Shahi, S., Rahimi, S., Hasan, M., Shiezadeh, V., & Abdolrahimi, M. (2009). Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: A protein leakage study. *Journal of Oral Science*, 51(4), 601–606. <https://doi.org/10.2334/josnusd.51.601>

Shenoy, A., & Shenoy, N. (2010). Dental ceramics: An update. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(4), 195–203. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.73379>

Singh, H., Kaur, M., Markan, S., & Kapoor, P. (2014). Biodentine: A promising dentin substitute. *Journal of Interdisciplinary Medicine and Dental Science*, 2(5), 140. <https://doi.org/10.4172/2376-032X.1000140>

Skrtic, D., Antonucci, J. M., Eanes, E. D., Eichmiller, F. C., & Schumacher, G. E. (2000). Physicochemical evaluation of bioactive polymeric composites based on hybrid amorphous calcium phosphates. *Journal of Biomedical Materials Research*, 53(4), 381–391. [https://doi.org/10.1002/1097-4636\(20001115\)53:4<381::AID-JBM10>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1097-4636(20001115)53:4<381::AID-JBM10>3.0.CO;2-V)

Tanomaru-Filho, M., Viapiana, R., & Guerreiro-Tanomaru, J. M. (2015). From MTA to new biomaterials based on calcium silicate. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, 17(1), 10–14. <https://doi.org/10.15517/ijds.v17i1.17618>

Torabinejad, M., Watson, T. F., & Pitt Ford, T. R. (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *Journal of Endodontics*, 19(12), 591–595. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)80271-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)80271-2)

Torabinejad, M., Hong, C. U., McDonald, F., & Pitt Ford, T. R. (1995). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 21(7), 349–353. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)80545-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)80545-4)

Torabinejad, M., & Parirokh, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review—part II: Leakage and biocompatibility investigations. *Journal of Endodontics*, 36(2), 190–202. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.006>

Utneja, S., Nawal, R. R., Talwar, S., & Verma, M. (2015). Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: Calcium enriched mixture cement—review of its composition,

properties and applications. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 40(1), 1–13. <https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.1.1>

Viola, N. V., Tanomaru Filho, M., & Cerri, P. S. (2011). MTA versus Portland cement: Review of literature. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, 8(4), 446–452. <https://doi.org/10.1590/S1519-38292011000400015>

Vivan, R. R., Zapata, R. O., Zeferino, M. A., Bramante, C. M., Bernardineli, N., Garcia, R. B., Hungaro Duarte, M. A., Tanomaru Filho, M., & Gomes de Moraes, I. (2010). Evaluation of the physical and chemical properties of two commercial and three experimental root-end filling materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 110(2), 250–256. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.04.023>

Walker, M. P., Diliberto, A., & Lee, C. (2006). Effect of setting conditions on mineral trioxide aggregate flexural strength. *Journal of Endodontics*, 32(4), 334–336. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.11.002>

Zapf, A. M., Chedella, S. C., & Berzins, D. W. (2015). Effect of additives on mineral trioxide aggregate setting reaction product formation. *Journal of Endodontics*, 41(1), 88–91. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.011>

Islam, I., Chng, H. K., & Yap, A. U. (2005). Comparison of the root-end sealing ability of MTA and Portland cement. *Australian Endodontic Journal*, 31(2), 59–62. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2005.tb00223.x>

Zhou, H., & Lee, J. (2011). Nanoscale hydroxyapatite particles for bone tissue engineering. *Acta Biomaterialia*, 7(7), 2769–2781. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2011.03.019>

ORTODONTİK RETANSİYON PROTOKOLLERİ: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE KLİNİK UYGULAMALAR

ZEYNEP BEYZA YAMALI²

Giriş

Ortodontik tedavi, diş ve çevre dokuların ideal fonksiyon, estetik ve stabilite hedeflerine uygun şekilde yeniden düzenlenmesini amaçlayan karmaşık bir süreçtir. Ancak aktif ortodontik tedavinin başarısı, yalnızca dişlerin istenilen pozisyonlara getirilmesiyle sınırlı değildir. Elde edilen tedavi sonuçlarının uzun vadede korunması ve yeniden bozulmasının engellenmesi, ortodontik pratiğin ayrılmaz bir parçası olan “pekiştirme” sürecinin etkinliğine doğrudan bağlıdır. Bu nedenle, ortodontik tedavi sonrası dönemde uygulanan pekiştirme protokolleri, tedavinin kalıcılığı açısından kritik öneme sahiptir. Ortodontik retansiyon, tedaviyle düzeltilmiş diş pozisyonlarının korunması amacıyla planlanan bir dizi biyomekanik ve biyolojik müdahaleyi kapsamaktadır. Tedavi sonrası nüksün çok faktörlü bir etiolojiye sahip olması, retansiyonun bireyselleştirilmiş ve dikkatle kurgulanmış bir

² Arş. Gör., Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Orcid: 0009-0007-2671-7666

planlama gerektirdiğini göstermektedir. Pekiştirme sürecinde kullanılan apareyler; hareketli, sabit ve yardımcı protokoller olmak üzere çeşitli alt başlıklarda sınıflandırılmaktadır. Her bir yöntemin endikasyonları, avantaj ve dezavantajları, hasta uyumu, estetik beklentiler ve periodontal sağlık üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak seçilmesi gerekmektedir. Bu kitap bölümü, ortodontik retansiyonun tarihsel gelişiminden başlayarak, günümüzde kullanılan pekiştirme apareylerinin tasarımları, materyal özellikleri, uygulama yöntemleri ve klinik başarı kriterlerini sistematik bir şekilde ele almayı hedeflemektedir. Ayrıca, sabit ve hareketli sistemler arasındaki karşılaştırmalar, hasta bazlı farklılıklar doğrultusunda uygulanan bireyselleştirilmiş retansiyon yaklaşımları ve güncel literatürde önerilen klinik protokoller de ayrıntılı olarak incelenecektir.

Retansiyon Protokolleri

Güncel ortodontide retansiyon protokolleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Littlewood, Kandasamy & Huang, 2017):

- Hareketli pekiştirme apareyleri;
- Sabit pekiştirme apareyleri;
- Yardımcı pekiştirme protokolleri.

Hareketli Pekiştirme Apareyleri

Hawley Apareyi

1919 senesinde Charles Hawley tarafından tasarlanmış olan bu aparey pekiştirme tedavisinde ilk kullanılan apareylerdendir. Kesici dişler ve kaninlerin vestibül yüzeyinde pasif olarak seyreden vestibül ark ve molar dişler üzerindeki adams kroşeler hawley aparey tasarımının karakteristik özelliğidir. Adams kroşeler yerine “C” kroşeler de kullanılabilir. Genellikle 0,7–0,8 mm'lik paslanmaz tam yuvarlak çelik tellerden hazırlanan vestibül arkın,

kanin bölgesinde oluşturulan 'U' bükümleri kanin dişlerin distalinden geçerek akrilik gövdeye bağlanmaktadır. Ancak, çekimli tedavi uygulanan bireylerde çekim boşluklarının yeniden açılmasını önlemek amacıyla 'U' bükümleri modifiye edilerek yerleştirilebilmektedir. Ayrıca palatinal/lingual mukozadan dişlerin yüzeylerine kadar damağın tamamı akrilikle kaplı olabileceği gibi damağın bir kısmını kaplayan at nalı şeklinde de akrilik olabilir (Luther & Nelson-Moon, 2012; Proffit & ark., 2019).

Avantajları arasında dişlerin oklüzal yüzeylerinin açık olması nedeniyle pekiştirme sırasında arka grup dişlerin oklüzal uyumlamasına imkân vermesi sayılabilir. Derin kapanışa sahip hastalarda üst çene hawley apareyinde kesici dişlerin arkasındaki akriliğin kalın yapılmasıyla vertikal kontrol sağlanabilmektedir. Ayrıca diş eksikliği olan hastalarda, daimî restorasyon yapılana kadar restorasyon bölgesine akrilik diş ilave edilerek hem yer tutucu olarak kullanılmakta hem de estetik ihtiyacı karşılayabilmektedir (Sauget & ark., 1997; Proffit & ark., 2019). Dezavantajları apareyin hastalar tarafından estetik bulunmaması, hasta kooperasyonu gerektirmesi ve kroşe tellerinin oklüzyondan geçtiği yerlerde diş ilişkilerini engellemesidir (Rinchuse, Miles & Sheridan, 2007).

Wraparound Apareyi

Hawley apareyine benzer özellikler taşıyan bu apareyde, vestibül bar kaninler arasında sınırlı kalmayıp tüm dişlerin bukkal yüzeyinden geçerek ikinci molarların distal bölgesine kadar uzanmakta ve damak tarafında bir akrilik plak ile desteklenmektedir. Bu aparey arktaki tüm dişleri yerinde tutmaktadır. Bu bakımdan avantajlı bir aygıt değildir. Çünkü bir pekiştirme apareyinin amacı her dişin ayrı ayrı hareketine izin verip periodontal ligament stimülasyonuna katkı sağlamaktır. Periodontal yıkımdan ötürü dişlerin splintlenmesi gereken durumlarda wraparound apareyi kullanılabilir. Ek olarak wraparound, Hawley apareyinden

daha estetik olsa da overbite düzeltimini sürdürmede hawley apareyi kadar etkili olmayabilir.

Clip-on apareyi, wraparound apareyinin bir modifikasyonu olup, anterior bölgede kaninler arası uzanan ve çoğunlukla tel ile güçlendirilen labiyolingual plastik barlar ile karakterizedir (Proffit, Fields & Sarver, 2013). Clip-on apareyi alt anterior bölgede daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Tedaviden sonra alt anterior bölgede görülen hafif çapraşıklık durumlarında düzeltici etkiye sahiptir. Maksillada kullanılan clip-on apareyi uzun klinik kronları olan bireylerde faydalıdır ancak genç hastalarda okluzal interferanslara sebep olacağından iyi tolere edilemez (Proffit & ark., 2019).

Sarhan Apareyi

Bu aparey, 1993 yılında Sarhan ve Fones (1993) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Sarhan apareyi, Hawley apareyine göre daha fazla avantaj sunduğu iddiasıyla öne çıkmakta olup, akrilik içermemesi ve daha küçük boyutlara sahip olması ile dikkat çekmektedir. Ayrıca Hawley apareyine göre sadece Adams kroşe telleri oklüzyondan geçtiği için diş ilişkilerini engellememesi başka bir avantajıdır. Aparey molar dişlere bükülen Adams kroşelerden, premolar bölgesinde U bükümleri içeren vestibül arkta ve dişlerin lingual yüzeylerine temas eden lingual arkta oluşmaktadır. Lingual ve vestibül arklar, Adams kroşelerin vestibül veya lingual yüzeylerinden lehimlenerek sabitlenmektedir.

Positioner

Kesling (1945) tarafından tasarlanan bu aparey, tedavinin bitim ve aynı zamanda pekiştirme aşamasında kullanılarak maksiller ve mandibular arkı tek parça halinde tutar. Positioner apareyi kapanışı derinleştirdiği için günümüzde temel olarak açık kapanışa sahip hastalarda bitirme apareyi olarak kullanılması önerilmektedir. Büyüme ve gelişiminin devam ettiği iskeletsel Sınıf II ve III relaps

eğilimi olan hastalarda, positioner kullanımı faydalı olabilir. Ayrıca positioner apareyi sabit apareylerin biraz daha hızlı çıkarılmasını ve ödemli diş etine masaj etkisi sağlamaktadır (Proffit & ark., 2019).

Diğer hareketli pekiştirme apareylerine oranla geniş hacimli olduğu için nazal hava yolu tıkanıklığında ve rutin olarak tüm gün kullanılması hasta açısından zordur. Ayrıca rotasyonlu dişlerin pekiştirmesinde sabit pekiştirme apareyleri kadar başarılı olmaması gibi dezavantajları vardır (Graber & Vanarsdall, 1994; Proffit & ark., 2019).

Şeffaf Vakumla Şekillendirilmiş Plak (Essix Plak)

Ponitz (1971) tarafından tanıtılan bu hareketli aparey dişlerin vestibül, lingual/palatinal ve oklüzal yüzeylerini örten ısı ve vakumla şekillenen polietilen veya polipropilen polimeri bazlı termoplastik materyallerden üretilmektedir. Essix plağının başlıca avantajları; tedavi bitimiyle aynı gün hazırlanabilmesi, düşük maliyetli olması, üretim kolaylığı, gerektiğinde akrilik diş eklenebilme özelliği, şeffaf ve ince yapısı nedeniyle estetik görünümü ve hasta konforudur (Sheridan, LeDoux & McMin, 1993; Jäderberg, Feldmann & Engström, 2012; Johnston & Littlewood, 2015). Essix plağın dezavantajları arasında renklenme, çatlama, kırılma ve bunlara bağlı yenilenme gereksinimi bulunmaktadır. Maxilla ve mandibulada birlikte kullanıldığında materyalin oklüzal yüzeyde oluşturduğu kalınlık oklüzal ilişkilerin bozulmasına neden olabilmektedir. Ayrıca essix plaklar, derin kapanış vakalarının idamesinde yeterli etkinlik gösteremeyebilmektedir (Proffit & ark., 2019). Bunun yanı sıra, oluşturulan oral ortamın S. mutans ve Laktobasil kolonizasyonuna katkıda bulunduğu ortaya konmuştur (Türköz & ark., 2012).

Essix plak ve Hawley apareyinin karşılaştırıldığı bir çalışmada essix plakların mandibular anterior bölgede Hawley apareyine kıyasla daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Demir &

ark., 2012). Yapılan başka bir çalışmada ise, braketlerin söküldüğü andan itibaren ilk 2 yıl essix plakların daha çok kullanıldığını fakat uzun dönem takipte hastaların Hawley apareyine uyumlarının daha başarılı olduğunu belirtilmiştir (Pratt, Kluemper & Lindstrom, 2011).

Spring Retainer Apareyi

Mandibular anterior bölgede yaygın olarak kullanılan spring retainer apareyi, uzun klinik kronlara sahip veya kron torku nedeniyle oluşan undercut alanlarına apareyin yerleştirilmesinde güçlük yaşanan vakalarda tercih edilmektedir (Joondeph, 2012).

Fonksiyonel ve Ortopedik Apareyler

Büyüme modifikasyonu tedavisi ile elde edilen değişiklikler, bireyin orijinal büyüme modelinin tamamen değiştirilmemesi nedeniyle, uzun vadede kısmi relapsa uğrayabilmektedir (Proffit & ark., 2019). Sınıf II maloklüzyona sahip hastalarda, tedavi sonrası nüks eğilimini kontrol altına almak amacıyla iki temel yöntem bulunmaktadır. İlk yöntem, 1970'lerde benimsenen pekiştirme yaklaşımına dayanmaktadır ve bu yöntemde, retainer kullanımına ek olarak geceleri headgear kullanımının sürdürülmesi önerilmektedir. Ancak headgear kullanımında uzun vadede hasta uyumu, başlangıçta yüksek olsa bile zamanla azalabilmektedir. İkinci yöntem ise, aktivatör veya bionatör gibi fonksiyonel apareylerin kullanılmasıdır. Bu yöntemle, hasta ağız içi apareyi bir tür retainer olarak algıladığı için kooperasyon sorunu daha az yaşanmakta ve kullanım süreci daha istikrarlı ilerlemektedir (Proffit & ark., 2019).

Sabit Pekiştirme Apareyleri

Sabit pekiştirme apareyleri dişlerin lingual/ palatinal yüzeylerine uygulandıklarından dolayı estetik olmalarının yanı sıra hasta uyumunu ortadan kaldırarak uzun süreli kullanım

sağlayabildikleri için ortodontistler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Renkema & ark., 2011; Kartal & Kaya, 2019).

Ortodontik tedavi sonrası dişlerin konum değişikliklerini engellemek için ilk olarak bantlı apareyler uygulanmıştır (Angle, 1907). Asitle aşındırma tekniğinin gelişmesi ile ortodontide yeni bir döneme girilmiş ve bonding yöntemi uygulanarak sabit pekiştirme apareyleri dişlerin lingual/ palatinal yüzeylerine kompozit rezin ile yapıştırılmıştır (Newman, 1965; Knierim, 1973).

İlk zamanlarda sabit pekiştirme teli olarak düz yuvarlak veya köşeli ortodontik teller kullanılmasına rağmen (Knierim, 1973; Rubenstein, 1976) ilerleyen zamanlarda, çok sarımlı tellerin daha avantajlı olduğu ortaya çıkmıştır (Zachrisson, 1977). Kneirim (1973), ilk bonding uygulamasında 0.028 inç düz yuvarlak paslanmaz çelik teli sadece kanin dişlerin lingual yüzeyine yapıştırırken, Zachrisson (1983), çok sarımlı tellerin kanin-kanin arası tüm ön altı dişin lingual yüzeylerine yapıştırılmasını önermiştir. Çok sarımlı teller dişin konumunu sabit tutarken fizyolojik olarak hareket etmesine de izin vermekte ve telin kompozite mekanik olarak tutunmasını artırmaktadır (Zachrisson, 1977).

Sabit pekiştirme apareylerinin kullanımına yönelik dört ana endikasyon tanımlanmaktadır (Proffit, Fields & Sarver, 2013):

1. Geç dönem mandibular büyümenin etkisiyle ortaya çıkabilecek alt kesici çapraşıklığını önlemek için sabit pekiştirme tedavisi uygulanmalıdır. Mandibulanın 16–20 yaşları arasında gösterdiği diferansiyel büyüme, santral ve lateral kesicilerin linguale eğilmesine yol açarak relaps gelişimine zemin hazırlayabilmektedir;
2. Diastema kapatma tedavilerini takiben daimî retansiyon uygulaması zorunludur. Özellikle median diastema, tedavi sonrasında tekrar açılma eğilimi göstermektedir. Bu tür vakalarda esnek retainer telleri ile desteklenen

hareketli Hawley apareyinin kullanımı önerilmekle birlikte, Hawley apareyinin tek başına retansiyon sağlamakta yetersiz kaldığı bilinmektedir;

3. Köprü veya implant uygulamaları için ortodontik tedaviyle hazırlanan boşlukların korunmasında sabit retainerların kullanımı önerilmektedir;
4. Erişkin hastalarda yapılan çekimli tedaviler sonrası, çekim boşluklarının yeniden açılmaması için sabit pekiştirme apareyleri kullanılmaktadır. Hasta açısından da sabit pekiştirme apareyleri daha kabul edilebilirdir. Hareketli apareylerin düzenli kullanılmaması durumunda boşlukların yeniden açılma riski bulunduğundan, sabit apareyler daha güvenilir bir retansiyon sağlamaktadır.

Estetik özellikleri ve takıp çıkarma zorunluluğunun bulunmaması nedeniyle sabit retainerlar, hasta kooperasyonu ve tedavi kabulü açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca, etkili pekiştirme sağlamaları sebebiyle klinik kullanım alanları genişlemektedir. Ancak, teknik uygulamada hassasiyet gerektirmeleri, tel deformasyonu veya pasif yerleştirme başarısızlıklarının istenmeyen diş hareketlerine sebebiyet verebilmesi, önemli dezavantajlar arasında yer almaktadır (Pandis & ark., 2007). Ek olarak, sabit retansiyon apareylerinin hareketli apareylerle karşılaştırıldığında, retainer çevresinde daha fazla plak ve diş taşı birikimine neden olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Gorelick, Geiger & Gwinnett, 1982; Rinchuse, Miles & Sheridan, 2007).

Sabit retansiyon apareylerinde başarısızlık, dikkate alınması gereken önemli bir konudur. Yapılan bir derleme çalışmasında, sabit retansiyon apareylerinde başarısızlık oranları %10 ila %47 arasında değişkenlik göstermiştir. Kırılma veya kopmanın en sık meydana geldiği bölge, tel-kompozit ara yüzeyi olarak bildirilmiştir. Bu

durumun temel nedenleri arasında yetersiz materyal kullanımı veya abrazyona bağılı olarak kompozit yüzeyinden materyal kaybı yer almaktadır. Daha fazla rezin materyal kullanımı ve/veya yüksek abrazyon direncine sahip materyallerin tercih edilmesi, sabit retansiyon apareylerinin ağız içindeki kullanım süresini uzatmada etkili olabilmektedir (Bearn, 1995).

Sabit retainer yapımında tercih edilen teller, ilk kullanımlarından günümüze kadar gelişim süreçleri doğrultusunda farklı nesillere ayrılarak sınıflandırılmıştır:

1. Nesil sabit retainer telleri, kalınlıkları 0.025” ile 0.036” arasında değişen yuvarlak paslanmaz çelik veya blue elgiloy materyallerinden üretilmiş olup, yalnızca kanin dişlere yapıştırılmaktadır. Tellerin uç kısımlarına, retansiyonu artırmak amacıyla loop bükümleri yapılmaktadır (Degirmenci & Özsoy, 2009);
2. Nesil sabit retainer telleri, 0.032” kalınlığında ve üç sarmaldan oluşan yapıya sahiptir. Bu teller, tüm anterior dişlere yapıştırılmaktadır. Sarmal yapı, mekanik tutuculuğun artırılmasına ve fizyolojik diş hareketlerine izin verilmesine olanak tanıdığı için düz tellerle karşılaştırıldığında üstünlük sağlamıştır (Årtun, 1984);
3. Nesil sabit retainer telleri, 0.030” kalınlığında altın kaplı veya 0.032” kalınlığında paslanmaz çelikten üretilmektedir. Bu tellerin terminal uçları, 90 mikron kalınlığında alüminyum oksit ile kumlanarak yüzey pürüzlülüğü arttırılmakta ve böylece adezyon gücü yükseltilmektedir. Üçüncü nesil teller yalnızca kanin dişlere yapıştırılmaktadır (Degirmenci & Özsoy, 2009);
4. Nesil sabit retainer telleri; kalınlığı 0,0215” olan beş katlı koaksiyal sarmal yapıdan oluşmaktadır (Zachrisson, 1995);

5. Nesil sabit reiner telleri; yalnızca kanin dişlere yapıştırılan ve yüzeyi kumlama işlemine tabi tutulmuş 0.032” kalınlığındaki blue elgiloy tellerden oluşmaktadır (Degirmenci & Özsoy, 2009).

Yalnızca Kanin Dişlere Yapıştırılan Sabit Pekiştirme Apareyleri

Yalnızca kanin dişlere yapıştırılan, kesici dişlerin lingualinden singulum üzerinden geçen düz bir bar şeklindedir. Alt kesici dişler, üst dişlerin palatinaline temas ettikleri için hareket etmezken; arkadan bir bar geçtiği için linguale de hareket edemezler. İlk olarak 1983 yılında geliştirilen bu retainer dizaynında, 0.032” çapında rijit bir tel, yalnızca kaninlerin lingual yüzeylerine yapıştırılarak uygulanmıştır (Årtun & Zachrisson, 1982).

Sadece kanin dişlere yapıştırılan retainerların endikasyonları arasında, interkanin mesafesinin artırıldığı ve çekimsiz tedavi edilen hafif alt kesici çapraşıklığı vakaları ile derin kapanışın düzeltilip kesici dişlerin protrüze edildiği olgular yer almaktadır (Lee, 1981). Yalnızca kanin dişlere yapıştırılan bu retainer tipi, kesici dişlerde anteroposterior ve lateral yönde meydana gelen yer değişimlerinin stabilize edilmesi gereken vakalar için uygundur ancak ortodontik tedavi ile kesici dişlerdeki rotasyon ve şiddetli çapraşıklıkların düzeltildiği vakalarda ise tüm dişlere uygulanan retainer tellerini tercih etmek gerekmektedir (Bearn, 1995). Sadece kanin dişlere yapıştırılan retainer uygulaması, tüm anterior dişlere yapıştırılan retainer ile karşılaştırıldığında daha kontrollü bir yaklaşım sunmaktadır. Telin kopması halinde, hasta bu durumu daha kolay fark edebilmekte ve böylece erken müdahale ile olası çapraşıklıkların önüne geçilebilmektedir (Zachrisson, 1995).

Kanin-Kanin Arası Tüm Dişlere Yapıştırılan Sabit Pekiştirme Apareyleri

Başlangıçta sabit retainer materyali olarak yuvarlak ya da köşeli düz paslanmaz çelik teller kullanılmış, ilerleyen süreçte ise çok sarımlı tellerin sağladığı avantajlar ortaya konmuştur (Zachrisson, 1977). Çok sarımlı tellerin ortodontik uygulamalarda kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, anterior bölgede şiddetli çapraşıklık gösteren vakalarda, yalnızca kanin dişlere yapıştırılan rijit retainerlar yerine, tüm ön dişlere yapıştırılan çok sarımlı tellerin kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır.

Zachrisson (1977; 1978), başlangıçta 0.015”–0.0195” çapında üç sarımlı teller kullanmış; ancak takip sürecinde telin kopmasına bağlı olarak yaşanan retansiyon kayıpları nedeniyle, daha sonra farklı çap ve sarım yapılarına sahip yeni telleri karşılaştırmıştır. 1991 yılında ise diş yüzeyine pasif olarak yapıştırıldığında uzun süre stabiliteyi başarı ile sağlaması, dişlerin fizyolojik hareketlerine olanak tanınması ve kopmaya karşı yeterli kalınlıkta olması sebebiyle 0.0215 inç kalınlığında 5 sarımlı paslanmaz çelik telleri optimal retainer teli olarak rapor etmişlerdir. Çok sarımlı paslanmaz çelik teller düzensiz bir yüzey yapısına sahip olduğu için kompozit rezine mekanik olarak tutuculuğu artmakta ve retantif loop bükümü gerektirmemektedir (Dahl & Zachrisson, 1991).

Kanin-kanin arası tüm anterior dişlere yapıştırılan sabit retainerların endikasyonları, Zachrisson (2015) tarafından şu şekilde tanımlanmıştır:

- Üst çenede travmaya bağlı diş eksikliği veya interdental boşlukların mevcut olduğu vakalar;
- Anterior dişleri arasında aralık bulunan ve median diastema kapatılarak tedavi edilen vakalar;

- Ortodontik tedavi sonrasında periodontal nedenlere bağılı olarak dişlerinde migrasyon potansiyeli bulunan erişkin bireyler;
- Mandibuladan bir veya daha fazla kesici dişin çekildiğı vakalar;
- İleri derecede rotasyon düzeltmesi yapılan vakalar;
- Palatinalde gömülü kaninlerin sürdürüldüğü vakalar.

Genel olarak, ön bölgede bir dişin tek başına relaps riski olduğu durumlarda kanin-kanin arası tüm dişlere yapıştırılan retainer uygulaması daha doğru bir seçenek olacaktır (Bearn, 1995).

Premolar çekimi yapılan vakalarda, stabilitenin sağlanabilmesi için retainer telinin sekiz dişi içine alacak biçimde hazırlanması önerilmektedir (Littlewood, Kandasamy & Huang, 2017). Dil itimi alışkanlığına sahip Sınıf III maloklüzyonlu hastalarda, mandibular anterior bölgede boşluk oluşumunu engellemek ve derin kapanış düzeltimi sonrasında kesici ve kanin dişlerin erüpsiyonunu kontrol altında tutmak amacıyla sabit lingual retainer tellerinin kullanılması önerilmekte olup, bu teller gerektiğinde birinci premolara kadar uzatılabilmektedir (Bennett & McLaughlin, 2014). Ancak Zachrisson (2015), retainer tellerinin premolarların lingual yüzeylerine kadar uzatılması durumunda, oklüzal kuvvetlere bağılı olarak erken kopmaların meydana geldiğini; bu kopmaların hasta tarafından fark edilmemesi veya önemsenmemesi durumunda diğer dişlerin stabilitesinin de tehlikeye girebileceğini savunmuştur.

Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezin Retainerlar

Farklı fiberlerin (polietilen, aramid, karbon, cam) eklenmesiyle fiziksel özellikleri artırılan kompozit rezinler, diş hekimliğinde çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Ortodontide

ise, tedavi sonrası retansiyon sağlamak amacıyla bu materyallerden yararlanılabilmektedir (Zachrisson, 1978). Son yıllarda, polietilen ve cam fiber ile güçlendirilmiş rezin bazlı retainerlar, esnek spiral tellerin alternatifleri olarak geliştirilmiş ve klinik uygulamalarda yerini almıştır. Bu retainerların başlıca özelliklerinden biri, yüksek biyouyumluluk düzeyine sahip olmalarıdır (Dahl & Zachrisson, 1991). Diğer önemli özelliği ise optik geçirgenliği yüksek bir yapıya sahip olduklarından dişlerin translusent özelliğini etkilememektedir. Ayrıca metal veya nikel alerjisi olan hastalarda kullanılabilmektedir (Zachrisson, 1983). Dirençli olması, oldukça iyi bağlanma özellikleri ve uygulama kolaylığı sayesinde zamanla daha geniş bir klinik uygulama alanı bulmuştur (Zachrisson, 1978). Rijit yapılarından ötürü fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin retainerlar, fizyolojik diş hareketlerine izin vermemekte ve bu durum en belirgin dezavantajlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Bearn, 1995). Aynı zamanda, bu retainer tipi diğerlerine kıyasla daha yüksek maliyetli olup, uygulama sırasında daha fazla teknik hassasiyet gerektirmektedir (Årtun, Spadafora & Shapiro, 1997).

CAD-CAM ile Üretilmiş Retainerlar

CAD-CAM teknolojisi kullanılarak üretilen ilk lingual retainer olan 'Memotain', 2012 yılında Pascal Schumacher tarafından tanıtılmıştır. 'Memotain' ismi, 'memory' ve 'retainer' kelimelerinin birleşiminden türetilmiştir. Üretim süreci, hastanın ağız yapısının üç boyutlu dijital modelinin oluşturulmasıyla başlamaktadır. Bunun için polivinilsiloksan esaslı bir ölçü alınması veya ağız/model taramasının stereolitografi (STL) formatında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Üst çene için retainer hazırlanabilmesi amacıyla, alt çene taraması ile birlikte kapanış kaydının da alınması, retainer'ın doğru pozisyonlandırılması açısından zorunludur (Årtun, Spadafora & Shapiro, 1997). Dijital ortamda diş morfolojileri ve kapanış ilişkilerine uygun olarak tasarlanan pekiştirme telleri, NiTi yaprakların hassas kesimiyle üretilmektedir. Bu yöntemle,

uygulamaya bağılı istenmeyen diş hareketlerinin ve oklüzal kuvvetlerin neden olabileceği kopmaların önüne geçilmesi hedeflenmektedir (Kravitz et al., 2017). Retainer teli, hazırlanmış üç boyutlu modeller üzerinde, 0.014” x 0.014” ölçülerindeki NiTi tel kullanılarak, büküm yapılmaksızın dişlerin lingual konturlarına uygun şekilde kesilmektedir. Büküm işleminin yapılmaması, telin diş yüzeyine yüksek hassasiyetle oturmasını sağlamakta ve bu özelliğin, diğer retainer tellerine kıyasla önemli bir üstünlük sunduğu düşünülmektedir. CAD/CAM teknolojisiyle hazırlanmış NiTi retainer’ların klinik kullanımlarını değerlendiren bir çalışmada, ağız içi tel konumlarının planlanan yere yakın olduğu tespit edilmiş ve zorlu anatomik yapılar, dar alanlar varlığında avantajlı olabileceği öne sürülmüştür (Wolf & ark., 2015). Kartal ve ark. (2021) tarafından yapılan CAD/CAM ile üretilmiş NiTi pekiştirme telleri ile 0.0215 inç çapında, altı sarımlı paslanmaz çelik telleri karşılaştırdıkları kısa dönem takipli çalışmalarında, her iki grupta da periodontal sağlığın benzer şekilde korunduğu ve her iki materyalin de yüksek sağ kalım oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Crosspom® Pekiştirme Apareyi

Son zamanlarda, ön dişlerin lingual yüzeylerine uygulanmak üzere önceden şekillendirilmiş sabit bir pekiştirme apareyi olan Crosspom® tanıtılmıştır. Crosspom® pekiştirme apareyi (Ortho Apply Innovations, Voormedia, Amsterdam, Hollanda), poliamid 11 materyalinden üretilmiştir. Poliamid 11, tıpta balonlar, tüpler, dilatörler, anjiyoplasti kateterleri, filmler ve biyopsi forsepsleri gibi çeşitli tıbbi cihazlarda yaygın olarak kullanılan bir malzemedir (Sandalcı, 2017).

Crosspom® sabit pekiştirme apareyinin öne çıkan özellikleri şunlardır (Sandalcı, 2017):

- Üst ve alt ark için iki farklı boyutta mevcuttur;

- Orta hattın işaretlenmiş olması, apareyin doğru pozisyonda yerleştirilmesine rehberlik etmektedir;
- Kaninden kanine meziodistal olarak 40°'lik bir eğime sahiptir. Bu eğim, kanin bölgesinde daha gingival yerleşimi mümkün kılmaktadır;
- Yüksek polimerik esnek yapısı sayesinde dişlerin doğal fizyolojik hareketlerine izin vermektedir;
- Alerjenik olmaması ve hijyenik özelliklerinin kanıtlanmış olması, biyolojik uyumluluğunu desteklemektedir;
- Oksidasyona karşı dirençli olması, materyalin ağız içi uzun dönem stabilitesini artırmaktadır;
- Önceden form verilmiş (preform) olması, retainer üretimi için ek model alma veya ölçü gerekliliğini ortadan kaldırarak klinik süreci hızlandırmaktadır;
- Daha az randevu ve uygulama süresi gerektirmesi hem hasta hem de hekim açısından zaman tasarrufu sağlamaktadır;
- Doğal diş rengine olan benzerliği, estetik beklentileri karşılamada önemli bir avantaj sunmaktadır.

0,0215” koaksiyel paslanmaz çelik tel ve Crosspom® pekiştirme apareyinin karşılaştırıldığı bir araştırmada yapılan çekme testlerinde, Crosspom® pekiştirme apareyinin koaksiyel paslanmaz çelik tellerle karşılaştırıldığında daha yüksek esneklik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, tedavi sonrasında istenmeyen diş hareketleri oluşturma olasılığının, koaksiyel paslanmaz çelik tellerde Crosspom® apareyine kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Elde edilen bulgular doğrultusunda, Crosspom® pekiştirme

apareyinin sabit retainer'lara alternatif olarak klinik kullanıma uygun bir seçenek olabileceği sonucuna varılmıştır (Sandalcı, 2017).

Yardımcı Pekiştirme Protokolleri

Ortodontik tedavi sonrası pekiştirme sürecinde, dişlere veya periodontal yapılara yönelik yardımcı müdahaleler uygulanabilmektedir.

Overcorrection

Özellikle Sınıf II elastikler kullanılarak düzeltilen Sınıf II maloklüzyonlarda anterioposterior yönde 1-2 mm kadar nüks gerçekleşebilir. Bu nüks, aktif tedavi bittikten kısa bir süre sonra meydana gelmektedir (Proffit & ark., 2019). Artmış overbite'a sahip hastalarda, overcorrection kabul edilebilir bir prosedürdür. Sınıf II maloklüzyonun aşırı düzeltimi yapılırken hastanın “dual bite“ının olmamasına dikkat etmek gerekmektedir. Rotasyonlu dişler çoğunlukla ilk durumlarına dönmeye meyillidir. Ancak nüks yönünü ve miktarını tahmin etmek zordur. Rotasyonlu dişlerde yapılan overcorrectionın nüksü azaltmaya yönelik bir protokol olduğuna dair yeterince kanıt bulunmamaktadır (Joondeph, 2012).

İnterproksimal Redüksiyon

İnterproksimal redüksiyon (IPR), dişlerin kontak noktalarından mine aşındırması yapıp meziodistal boyutlarının küçültülmesi şeklinde tanımlanabilir. Ortodontik tedavi esnasında IPR uygulandığında dişlerin elde edilen boşlukları kullanarak seviyelenmesi, kron inklinasyonlarında artışın en aza inmesi ve IPR uygulaması ile kontak alanlarında sağlanan genişlemenin, ortodontik tedavi stabilitesini artırabileceği öngörülmektedir (Boese, 1980; Proffit & ark., 2019). Eğer IPR bir pekiştirme apareyine alternatif olarak tercih edilecekse, uygulama mandibular kesicilerin hizalanmasından hemen sonra, ortodontik tedavi tamamlandığında

ve gerektiğinde tedavi bitiminden altı ay sonra olmak üzere üç aşamada yapılabilmektedir (Boese, 1980).

Yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, tedavi bitiminde mandibular anterior dişlere uygulanan IPR'nın, relapsı önlemedeki etkinliğinin kanin-kanin arası sabit pekiştirme telleri ve positioner gibi diğer pekiştirme protokolleriyle benzer düzeyde olduğu gösterilmiştir (Edman Tynelius & ark., 2015). IPR uygulamaları, stripler, diskler veya frezler aracılığıyla yapılabilmektedir. Aeratör, el zımparası ve IPR kitlerinin pulpada oluşturduğu sıcaklık artışını değerlendiren bir in vivo çalışmada, en düşük sıcaklık artışının el zımparasıyla, en yüksek sıcaklık artışının ise aeratör ile meydana geldiği; ancak hiçbir yöntemin pulpada hasara yol açabilecek sıcaklık sınırını (5,5 °C) aşmadığı belirlenmiştir (Banga & ark., 2020).

IPR uygulanırken dişlerin doğal anatomisinin korunmasına dikkat edilmelidir. Hedef bölgeye erişimin güç olduğu vakalarda, IPR öncesinde dişlerin seviyelenmesi faydalı olabilmektedir. Redüksiyon işlemi sırasında, aşırı mine kaybı nedeniyle hassasiyet ve çürük riskinin artmaması için, diş başına en fazla 0,5 mm olacak şekilde (bir yüzeyden 0,25 mm) mine kaldırılması önerilmektedir. Ayrıca dişin morfolojisi, redüksiyon için uygunluk açısından kritik olup, üçgen formu dişlerin, köşeli formu dişlere göre daha avantajlı olduğu ifade edilmektedir (Florman, Lobiondo & Partovi, 2010).

IPR işlemi sonrasında, varsa oluşan keskin köşelerin yuvarlatılması ve mine yüzeyinin polisajlanarak bırakılması, minede iatrojenik hasarın önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Uzun dönem takip edilen hastalarda gerçekleştirilen bir çalışmada, IPR uygulamasının periodontal problemlerde, diş hassasiyetinde veya çürük eğiliminde artışa yol açmadığı gösterilmiştir (Zachrisson, Nyøygaaard & Mobarak, 2007). Farklı bir çalışmada, IPR işlemi sonrasında mine yüzeyinde anlamlı bir pürüzlülük artışı gözlemlendiği,

ancak polisaj disklerinin kullanılması ile bu pürüzlülüğün önemli ölçüde azaltılabildiği rapor edilmiştir (Arman & ark., 2006).

Sirkumferansiyel Suprakrestal Fiberotomi

Ortodontik tedavi sonrası reorganizasyonunu geç tamamlayan elastik suprakrestal liflerin relapşa sebep vermemesi için uygulanan cerrahi bir prosedürdür. Bu prosedür, lokal anestezi altında dişeti oluğunda bistüri ile kesi oluşturularak gingival liflerin dişten ayrılması temeline dayanmaktadır (Edwards, 1970). Edwards (1988) tarafından yapılan çalışmada, suprakrestal fiberotominin (SSF) rotasyonel relapsları önlemede daha etkili olduğu gösterilmiş ve SSF uygulanan bireylerde, uzun dönem takip sonuçlarına göre, işlem uygulanmayan bireylere kıyasla daha düşük relaps oranları gözlemlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, SSF'nin temel endikasyonu rotasyonu düzeltilmiş dişler olarak belirlenmiştir. Literatürde, uygun vaka seçimi yapıldığı ve doğru teknik uygulandığı takdirde, SSF'in periodonsiyumda herhangi bir hasara yol açmadığı gösterilmiştir. Dolayısıyla, ağız hijyeni zayıf olan, aktif periodontal hastalığı bulunan ve atake gingiva miktarı yetersiz olan bireylerde bu işlemin uygulanmaması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır (Kaplan, 1977).

SSF yöntemi, bistüri kullanılarak uygulanabildiği gibi lazer yardımıyla da gerçekleştirilebilmektedir. 2014 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, lazer destekli SSF'nin konvansiyonel yöntem kadar etkili olduğu, ayrıca daha az kanama ve ağrı ile hasta konforunu belirgin şekilde artırdığı bildirilmiştir (Jahanbin & ark, 2014). Lazer destekli SSF ile konvansiyonel SSF yöntemlerinin karşılaştırıldığı randomize kontrollü bir çalışmada, lazer destekli yaklaşımın rotasyonel relapsı önleme açısından konvansiyonel yöntemle eşdeğer etkinlik sağladığı; sondlama derinliği, klinik kron uzunluğu ve ağrı düzeyi açısından ise iki yöntem arasında anlamlı bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir (Miresmæili & ark., 2019).

Ortodontik apareylerin çıkarılmasından sonra gingival enflamasyonun gerilemesi ve bölgeye erişimin kolaylaşması nedeniyle, SSF uygulaması için en uygun zamanın tedavi sonrası dönem olduğu bildirilmektedir (Kaplan, 1977; Boese, 1980).

Papilla Split

Rotasyonlu dişlerin bulunduğu bölgelerde uygulanan papilla split yöntemi, bukkal ve lingual yönde gingival marjının 1–2 mm apikalinden başlayarak papil dokusunun vertikal olarak ayrılması esasına dayanmaktadır. Çalışmalarda, diş eti çekilmesi riskinin düşük olması nedeniyle bu yöntemin estetik bölgelerde kullanılabileceği, ancak benzer şekilde SSF yönteminin de bu riski artırmadığı vurgulanmaktadır (Proffit & ark., 2019).

Frenektomi

Frenektomi, labial frenulumun apikale doğru konumlandırıldığı, transseptal liflerin tahrip edildiği, diş eti papilinin yeniden şekillendirilmesini içeren bir cerrahi işlemdir. Maksiller median diastemanın kapatılması hem hareketli hem de sabit ortodontik tedavi yöntemleriyle mümkün olabilmektedir. Ancak, tedavi sonrası elde edilen kapanmanın korunması ve boşluğun nüks etmesinin önlenmesi, tedavi sürecinin başarısında temel bir yer tutmaktadır. Bu doğrultuda, frenektomi uygulaması, labial frenulumun etkisini azaltarak boşluğun tekrar açılmasını önlemede önemli bir katkı sağlamaktadır (Edwards, 1970; Sullivan, Turpin & Artun, 1996). Boşluğun tekrar açılmasını önlemede hareketli retansiyon apareyleri etkili bir yöntem olmasına rağmen, uzun dönem uygulamalarda hasta uyumunun azalması önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle, kapatılan boşlukların korunmasında sabit lingual retainerların hareketli apareylere kıyasla daha sık tercih edildiği bildirilmektedir (Graber & Vanarsdall, 2000).

Sabit Pekiştirme Apareyi Uygulamasında Kullanılan Yöntemler

Direkt Uygulama Yöntemi

İlk kez 1973 yılında, sabit retansiyon apareyi direkt yapıştırma tekniği ile klinik uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır (Knierim, 1973). Direkt uygulama yöntemi, laboratuvar hazırlığına ihtiyaç duyulmadan klinikte hasta başında gerçekleştirilen bir tekniktir. Telin dişler üzerinde sabit tutulmasında diş ipi, elastik materyaller, metal ligatürler, taşıyıcı silikonlar veya parmak basıncı gibi yöntemler kullanılabilir. Uygulamada telin dişlerin lingual yüzeylerine pasif biçimde adapte edilmesi ve kapanışta tel üzerinde temas bulunmaması büyük önem taşımaktadır (Lew, 1989). Asitleme sonrası mine yüzeyinde kontaminasyon oluşması veya retainer telinin pozisyonunun değişmesi, direkt uygulama yönteminde tedavi sonuçlarının stabilitesini tehlikeye atmakta ve retainer başarısızlığına yol açabilmektedir (Karaman, Polat & Büyükyılmaz, 2003). Bu tür olumsuzlukları önlemek amacıyla indirekt yapıştırma yöntemi geliştirilmiştir.

İndirekt Uygulama Yöntemi

İndirekt yapıştırma yönteminde retainer teli hastadan tedavi sonrası alınan alçı modeller üzerinde telin dişlerin lingual yüzeylerinden pasif geçeceği bir şekilde bükülür. İndirekt yöntemde, retainer telinin model üzerinde sabitlenmesini ve ağız içine doğru pozisyonla transfer edilmesini sağlamak amacıyla silikon bir anahtar taşıyıcıdan yararlanılmaktadır. Kompozit materyalin uygulanacağı bölgeler model üzerinde mum ile belirlenir ve ardından telin etrafını saran bir silikon taşıyıcı hazırlanır (Bearn, 1995). Model üzerinde, dişler üzerine uygulanan geleneksel mumlar yerine, alternatif olarak kompozit pedler de tercih edilebilmektedir (Egli & ark., 2017). İndirekt yapıştırma yönteminin, direkt yöntemle kıyasla bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Klinik uygulamada daha az zaman

gerektirmesi, ataçmanların ve retainer telinin daha doğru pozisyonlandırılması ve asitlenmiş mine yüzeyinin kontaminasyona daha az maruz kalması yöntemin avantajları arasındadır. Ancak, laboratuvar hazırlığına ihtiyaç duyulması, uygulama sürecinde yüksek teknik hassasiyet gerektirmesi ve adeziv materyalin gingivaya yakın interdental bölgelere taşarak oral hijyen sorunlarına neden olabilmesi önemli dezavantajlar olarak değerlendirilmektedir (Karaman, Polat & Büyükyılmaz, 2003).

Sabit Pekiştirme Apareylerinde Başarısızlık Tipleri

Sabit retainerlarda gözlenen başarısızlıklar; tel-kompozit ara yüzeyinde ayrılma, kompozit-mine bağlantısında adezyon kaybı, telde deformasyon, yuvarlak tellerde oluşan bükülmeler ve telin aproksimal yüzeylerde kırılması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Radlanski & Zain, 2004; Shaughnessy, Proffit & Samara, 2016). Pekiştirme tellerinde uzun dönem başarı oranları zamanla azalma eğilimi göstermekte ve en yüksek başarısızlık oranları, tedavi sonrası ilk 3–6 aylık dönemde gözlemlenmektedir (Segner & Heinrici, 2000; Störmann & Ehmer, 2002). Telin diş üzerindeki pozisyonu, uygulama esnasında sağlanan nem kontrolü, kullanılan pekiştirme telinin özellikleri ve üzerine etki eden mekanik kuvvetler, sabit pekiştirme tellerinin başarısını doğrudan etkileyen faktörler arasında yer almaktadır.

Pekiştirme tellerinde genel başarısızlık oranlarının 38–41 ay arasındaki takip sürecinde %10,3 ile %47,0 arasında değiştiği ve en sık başarısızlık nedeninin tel ile adeziv ara yüzeyindeki ayrılma olduğu düşünülmektedir (Bearn, 1995). Telin kompozit yüzeyinden ayrılmasında, yetersiz miktarda adeziv uygulanması ve kullanım süresince oluşan aşınma sonucu materyal kaybı etkili olmaktadır. Retansiyon apareylerinin yapıştırılmasındaki başarı ise mine yüzeyinin temizliği, çalışma alanının kuru tutulması ve tel ile adeziv

üzerinde oklüzal temas bulunmaması gibi faktörlere bağlıdır (Butler, 2005).

Sabit pekiştirme telleri dişler üzerine direkt ve indirekt yöntem olmak üzere iki şekilde uygulanabilmektedir. Direkt ve indirekt uygulama yöntemlerinin sabit pekiştirme tellerinde yapıştırma başarısızlığına etkisinin incelendiği araştırmalarda, her iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı rapor edilmiştir (Egli & ark., 2017).

Yalnızca kanin dişlere uygulanan paslanmaz çelik pekiştirme telleri, adeziv başarısızlık durumunda hasta tarafından daha erken fark edilebilmesi nedeniyle, ilgili bölgedeki tüm dişlere yapıştırılan esnek çok sarımlı tellere kıyasla avantaj sağlayabilmektedir (Pazera, Fudalej & Katsaros, 2012). Zachrisson (2015), üst çenede pekiştirme tellerinin kanin dişlere kadar uzatılmasının başarısızlık oranlarını artırabileceğini belirtmiş ve bu nedenle tellerin sadece dört kesici diş üzerinde uygulanmasını önermiştir. Kanin ve premolarların dahil edilmesinin gerekli olduğu durumlarda, sabit pekiştirme telinin başarısızlık riskini azaltmak amacıyla, bu dişlerin labial yüzeylerine kısa bir tel yardımıyla sabitlenmesi tavsiye edilmektedir (Zachrisson, 2007).

Üst çenede kullanılan pekiştirme tellerinde, alt kesici dişlerin kompozit yüzey üzerinde oluşturduğu abrazyon nedeniyle daha yüksek oranlarda başarısızlık izlenmektedir. Alt çenede ise, diş fırçalama ve çiğneme gibi mekanik kuvvetler sonucu kompozit materyalde abrazyon meydana gelmektedir. Bu konuya ilişkin yapılan bir çalışmada, maksillada 6 sarımlı pekiştirme tellerinde %7,8, 3 sarımlı tellerde ise %25 oranında başarısızlık bildirilmiştir. Mandibulada ise 6 sarımlı tellerde %5,9 ve 3 sarımlı tellerde %10,3 oranında başarısızlık gözlemlenmiştir (Dahl & Zachrisson, 1991).

Sabit Pekiştirme Apareylerinde İstenmeyen Diş Hareketi

Esnek çok sarımlı pekiştirme tellerinde, çiğneme kuvvetlerine bağlı olarak meydana gelen mekanik deformasyonlar telin aktive olmasına ve bunun sonucunda istenmeyen diş hareketlerine yol açabilmektedir. Bu tür komplikasyonlar ortaya çıktığında yeniden ortodontik tedavi ile müdahale mümkün olsa da erken tespit edilemediği takdirde kalıcı hasarların oluşma riski bulunmaktadır (Pazera, Fudalej & Katsaros, 2012). Uzun dönem takiplerde sabit pekiştirme teli taşıyan bireylerde, komşu dişler arasında beklenmeyen tork değişimleri veya kontralateral mandibular kaninler arasında zıt yönde inklınasyon gelişimi gibi oklüzal değişiklikler gözlemlenebilmektedir (Katsaros, Livas & Renkema, 2007). Şiddetli vakalarda, diş eti çekilmesi ve bukkal alveoler kemikte destrüksiyon gelişebilmektedir (Pazera, Fudalej & Katsaros, 2012; Shaughnessy, Proffit & Samara, 2016). Mandibulada kullanılan pekiştirme tellerinin %70'i anterior dişlerin tümüne yapıştırılmaktadır. Bu uygulama, kesici diş düzensizliğine karşı yalnız mandibular kanin dişlere yapıştırılan pekiştirme tellerinden daha etkili olsa da istenmeyen diş hareketi gibi yan etkilere yol açabilmektedir (Katsaros, Livas & Renkema, 2007; Renkema & ark., 2008; Renkema & ark., 2011). Renkema ve ark. (2008), yalnızca kaninlere uygulanan paslanmaz çelik retainer tellerinin tedavi sonrası şiddetli komplikasyon gelişimine neden olmadığı görüşündedir. Esnek çok sarımlı retainer telleri uygulanan vakaların %2,7 ila %5'inde istenmeyen diş hareketleri meydana geldiği rapor edilmiştir (Renkema & ark., 2011). Pazera ve ark.'nın (2012) gerçekleştirdiği çalışmada, kanin dışında 35 derecelik tork değişimi ile seyreden şiddetli bir komplikasyon olgusunda, bukkal alveolar kemikte rejenerasyon ve kök yüzeyinde atake diş eti gözlenmiştir. Bu durum, ciddi komplikasyonların belirli ölçüde geri dönüşüm potansiyeline sahip olabileceğini ortaya koymaktadır. Sabit retansiyon tellerine bağlı komplikasyonları azaltmak için

uygulama hassasiyetine dikkat edilmesi ve komplikasyonların erken dönemde saptanabilmesi için düzenli hasta takipleri yapılması önerilmektedir.

Pekiştirme Protokolünü Değerlendiren Çalışmalar

Dünyanın çeşitli yerlerinde ortodontistlerin pekiştirme protokolünü değerlendiren birçok çalışma mevcuttur. Ancak pekiştirme protokolü ile ilgili varyasyonların çok fazla olması, tedavi sonrası pekiştirme takiplerinin uzun süre yapılmasının mümkün olmaması, pekiştirmenin başarısı ile ilgili net bir görüş birliğinin bulunmaması sebebiyle birçok çalışma bu konuda kısıtlı kalmıştır.

Renkema ve ark. (2009) Hollanda 'da ortodontistler arasında yaptığı bir anket çalışmasında, retainer seçiminde etkili olan faktörlerin %41'inin yaş ile ilgili olup, tedavi öncesi durumun ise en önemli faktör olduğunu belirtmiştir. Çoğu ortodontist maksilla ve mandibulada sabit retainer'i tercih etmektedir. Ortodontistlerin %95'i hareketli, %97'si sabit retainer kullanmıştır. Yalnızca sabit retainer tercih eden ortodontistlerin hasta kooperasyonu nedeniyle hareketli aygıt istemediklerini belirtilmiştir. Hareketli aygıt kullanılması ile nüks olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu görüş hem sabit hem de hareketli retainer kullanan ortodontistlerin görüşünden farklıdır. Maksillada sıklıkla Hawley apareyi kullanılmaktadır, daha az oranda ise essix plak kullanılmaktadır. Mandibulada ise sıklıkla kullanılan sabit retainer tipi kanin-kanin arasına uygulanan sabit retainer'dır. Maksillada en sık kullanılan sabit retainer tipleri ise kanin-kanin ve lateral-lateral dişler arasına uygulanmaktadır. Ortodontistlerin %87'si hastalarının ilk yıl içerisinde 2 ile 4 defa kontrolünü yapmıştır. %1'i hastalarını daha sonra görmezken, %72'si ilk yıldan sonra tekrar hastalarını kontrol etmektedir.

İrlanda’da yapılan bir anket çalışmasında (Meade & Millett, 2013), ortodontistlerin pekiştirme apareyi olarak sıklıkla essix plakları tercih ettikleri bildirilmiştir. Ortodontistlerin %53’ü maksillada essix plakları tercih ederken, %33’ ü mandibulada essix plak kullanmayı tercih etmektedir. Ortodontistlere retainer’ların ne zaman kullanmayı bırakması gerektiği sorulduğunda, 10 yıl ve üzeri tecrübesi olan ortodontistler, retainer’ları hayat boyu kullanmaları gerektiğini bildirmiştir. Retainer seçiminde en etkili olan faktörün tedavi öncesi durum olduğu bildirilirken, ortodontistlerin yaklaşık olarak üçte biri yaştan etkili olduğunu bildirmiştir. Dış çekimi yapılan vakalarda maksilla ve mandibulada yalnızca essix plak kullanımı tercih edilmiştir. 10 yıldan daha az bir süredir uzman olarak çalışan ortodontistlerin, daha uzun süredir çalışan meslektaşlarına göre tüm retainerların ömür boyu kullanılmasını önerme olasılıkları önemli ölçüde daha yüksektir. Çoğu ortodontist, ilk yıl boyunca iki ile dört kontrol gerçekleştirmiştir.

Norveç ‘te 2013 yılında ortodontistler arasında pekiştirme protokollerini değerlendiren bir çalışmada (Vandevska-Radunovic, Espeland & Stenvik, 2013) maksillada en sık kullanılan retainer’ların sabit ve hareketli retainer kombinasyonu olduğu belirtilmiştir. Bunu yalnızca essix plakların ve Hawley apareyinin takip ettiği bildirilmiştir. Mandibulada ise tüm anterior dişleri kaplayan sabit retainerların yaygın şekilde kullanıldığı bildirilmiştir. Ortodontistlerin bir kısmı yazılı bir kısmı sözlü bir kısmı ise hem yazılı hem de sözlü olarak hastaları pekiştirme konusunda bilgilendirmiştir. Ortodontistler için kullanılacak pekiştirme protokolünde hastanın yaşının büyük önem taşıdığı ancak en önemli faktörün tedavi başındaki maloklüzyonun şiddeti olduğu bildirilmiştir. Kadın ortodontistler, erkek meslektaşlarına göre maksillada daha yüksek oranda sabit ve hareketli retainer kullanımını tercih etmektedir. 20 yıldan fazla süredir görev yapan ortodontistler kanin-kanin arası sabit retainer uygularken, bu süreden

daha az zaman görev yapan ortodontistlerin ön 4 dişe sabit retainer uyguladıklarını bildirmişlerdir. Hareketli ve sabit retainer kombinasyonu maksillada daha sık kullanılırken, sadece essix plak kullanımı daha az oranda bildirilmiştir.

2011 yılında Amerika 'da ortodontistler arasında yapılan bir çalışmada (Pratt & ark, 2011), Hawley apareyi ve essix plakların üst çenede en sık kullanılan pekiştirme apareyleri olduğu bildirilirken, bunları sabit retainer'ler takip etmektedir. Alt çenede ise sabit retainer'ler sıklıkla tercih edilirken, bunları essix plaklar ve Hawley apareyi takip etmektedir. Sabit lingual retainer'lerin popüler olma sebebi hasta kooperasyonu ile ilgili sorun yaşanmamasıdır. Ayrıca estetik görünüm nedeniyle avantajlıdır. Bununla birlikte, özellikle genç ortodontistler arasında ömür boyu retansiyona yönelme eğilimi artmaktadır. 16 yıldan daha az süredir çalışan ortodontistlerin, 25 yıldan fazla çalışan ortodontistlere göre daha fazla ömür boyu retansiyona eğilim gösterdikleri bildirilmiştir.

Avustralya ve Yeni Zelanda'da 2004 yılında yapılan bir çalışmada (Wong & Freer, 2004), üst çenede en sık essix retainerların kullanımı tercih edilirken, alt çenede kanin-kanin arası sabit retainer kullanımı tercih edilmiştir. Ortodontistlerin pekiştirme protokolünün hayat boyu yapılması gerektiği düşüncesi bildirilirken; retainer seçimini etkileyen faktörler konusunda fikir birliğine varılamamıştır.

İngiltere'de Sınıf II divizyon 1 maloklüzyon düzeltimi sonrasında pekiştirme ile ilgili olarak ortodontistler arasında yapılan bir anket çalışmasında (Singh, Grammati & Kirschen, 2009), özel muayenehanelerde en sık kullanılan retainer tipinin essix retainer'ler olduğu bildirilirken, bunların genelde sabit retainer'ler ile kombine kullanıldığı belirtilmiştir. Retainer tercihleri ile yaş ve cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken; kadın ortodontistlerin üst çenede sabit retainer kullanımının erkek

ortodontistlere göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada yaşı daha ileri olan ortodontistlerin alt çenede sabit retainer kullanma oranının arttığı bildirilmiştir.

Litvanya'daki ortodontistler arasında 2017 yılında yapılan pekiştirme protokollerinin değerlendirildiği bir çalışmada (Andriekute, Vasiliauskas & Sidlauskas, 2017), sabit ve hareketli pekiştirme apareylerinin kombine kullanımı ortodontistler tarafından tercih edilirken, hareketli retainer olarak en sık Hawley apareyi, sabit retainer olarak ise kanin- kanin arası lingual retainer'ın tercih edildiği bildirilmiştir.

Malezya'da 2016 yılında yapılan bir çalışmada (Ab Rahman, Low & Idris, 2016), ortodontistlerin daha çok essix retainer'ları tercih ettikleri bildirilmiştir. Ayrıca hareketli retainer'ların ilk 3-9 ay içerisinde günde 20 saat kullanılması tercih edilirken, hayat boyu pekiştirme protokolü yaklaşımının da tercih edildiği bildirilmiştir.

Kaynakça

Ab Rahman, N., Low, T. F., & Idris, N. S. (2016). A survey on retention practice among orthodontists in Malaysia. *Korean Journal of Orthodontics*, 46(1), 36–41. <https://doi.org/10.4041/kjod.2016.46.1.36>

Andriekute, A., Vasiliauskas, A., & Sidlauskas, A. (2017). A survey of protocols and trends in orthodontic retention. *Progress in Orthodontics*, 18, 31. <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0185-x>

Arman, A., Cehreli, S. B., Ozel, E., Arhun, N., Çetinşahin, A., & Soyman, M. (2006). Qualitative and quantitative evaluation of enamel after various stripping methods. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(2), 131.e7–131.e14. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.021>

Årtun J. (1984). Caries and periodontal reactions associated with long-term use of different types of bonded lingual retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 86(2), 112–118. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90302-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90302-6)

Årtun, J., Spadafora, A. T., & Shapiro, P. A. (1997). A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. *European journal of orthodontics*, 19(5), 501–509. <https://doi.org/10.1093/ejo/19.5.501>

Årtun, J., & Zachrisson, B. (1982). Improving the handling properties of a composite resin for direct bonding. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 81(4), 269–276. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(82\)90212-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90212-3)

Banga, K., Arora, N., Kannan, S., Singh, A. K., & Malhotra, A. (2020). Evaluation of temperature rise in the pulp during various IPR techniques-an in vivo study. *Progress in Orthodontics*, 21(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00340-6>

Bearn D. R. (1995). Bonded orthodontic retainers: a review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(2), 207–213. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70085-4](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70085-4)

Bennett, J. C., & McLaughlin, R. P. (2014). Retention, relapse and post-treatment change. In *Fundamentals of Orthodontic Treatment Mechanics* (Chapter 14, pp. 266–276). Le Grande Publishing.

Boese L. R. (1980). Fiberotomy and reproximation without lower retention, nine years in retrospect: part I. *The Angle Orthodontist*, 50(2), 88–97. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1980\)050<0088:FARWLR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1980)050<0088:FARWLR>2.0.CO;2)

Butler, J., & Dowling, P. (2005). Orthodontic bonded retainers. *Journal of the Irish Dental Association*, 51(1), 29–32. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/7945888_Orthodontic_bonded_retainers/citations#fullTextFileContent

Dahl, E. H., & Zachrisson, B. U. (1991). Long-term experience with direct-bonded lingual retainers. *Journal of Clinical Orthodontics*, 25(10), 619–630. Retrieved from: <https://www.jco-online.com/archive/1991/10/619-long-term-experience-with-direct-bonded-lingual-retainers/>

Degirmenci, Z., & Özsoy, Ö. P. (2009). Sabit ortodontik tedavi sonrası retansiyon [Retention after fixed orthodontic treatment]. *Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 12, 83–90. t.y. Retrieved from: <http://cdj.cumhuriyet.edu.tr/en/pub/issue/4243/56772>

Demir, A., Babacan, H., Nalcacı, R., & Topcuoglu, T. (2012). Comparison of retention characteristics of Essix and Hawley retainers. *Korean Journal of Orthodontics*, 42(5), 255–262. <https://doi.org/10.4041/kjod.2012.42.5.255>

Edman Tynelius, G., Petrén, S., Bondemark, L., & Lilja-Karlander, E. (2015). Five-year postretention outcomes of three retention methods--a randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics*, 37(4), 345–353. <https://doi.org/10.1093/ejo/cju063>

Edwards J. G. (1988). A long-term prospective evaluation of the circumferential supracrestal fiberotomy in alleviating orthodontic relapse. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 93(5), 380–387. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(88\)90096-0](https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90096-0)

Edwards J. G. (1970). A surgical procedure to eliminate rotational relapse. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 57(1), 35–46. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(70\)90203-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(70)90203-4)

Egli, F., Bovali, E., Kiliaridis, S., & Cornelis, M. A. (2017). Indirect vs direct bonding of mandibular fixed retainers in orthodontic patients: Comparison of retainer failures and posttreatment stability. A 2-year follow-up of a single-center randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(1), 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.09.009>

Florman, M., Lobiondo, P. E., & Partovi, M. (2010). Creating space with interproximal reduction. *A Peer-Reviewed Publication*.

Gorelick, L., Geiger, A. M., & Gwinnett, A. J. (1982). Incidence of white spot formation after bonding and banding. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 81(2), 93–98. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(82\)90032-x](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90032-x)

Graber, T. M., & Vanarsdall, R. L. (1994). *Orthodontics: Current Principles and Techniques* (2nd ed., pp. 321–327). St. Louis: Mosby Company.

Graber, T. M., & Vanarsdall, R. L. (2000). *Orthodontics: Current Principles and Techniques* (3rd ed., pp. 1075). St. Louis: Mosby Company.

Jäderberg, S., Feldmann, I., & Engström, C. (2012). Removable thermoplastic appliances as orthodontic retainers--a prospective study of different wear regimens. *European Journal of Orthodontics*, 34(4), 475–479. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjr040>

Jahanbin, A., Ramazanzadeh, B., Ahrari, F., Forouzanfar, A., & Beidokhti, M. (2014). Effectiveness of Er:YAG laser-aided fiberotomy and low-level laser therapy in alleviating relapse of rotated incisors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 146(5), 565–572. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.07.006>

Johnston, C. D., & Littlewood, S. J. (2015). Retention in orthodontics. *British Dental Journal*, 218(3), 119–122. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.47>

Joondeph, D. (2012). Stability, retention and relapse. In L. Graber, R. Vanarsdall, & K. Vig (Eds.), *Orthodontics: Current principles and techniques* (5th ed., pp. 991–1019). Philadelphia: Elsevier Mosby.

Kaplan R. G. (1977). Supracrestal fiberotomy. *Journal of the American Dental Association* (1939), 95(6), 1127–1132. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1977.0214>

Karaman, A. I., Polat, O., & Büyükyilmaz, T. (2003). A practical method of fabricating a lingual retainer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(3), 327–330. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(03\)00451-7](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(03)00451-7)

Kartal, Y., & Kaya, B. (2019). Fixed Orthodontic Retainers: A Review. *Turkish Journal of Orthodontics*, 32(2), 110–114. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2019.18080>

Kartal, Y., Kaya, B., & Polat-Özsoy, Ö. (2021). Comparative evaluation of periodontal effects and survival rates of Memotain and five-stranded bonded retainers : A prospective short-term study. Vergleichende Evaluierung der parodontalen Effekte und Überlebensraten von Memotain und fünfsträngigen geklebten Retainern : Eine prospektive Kurzzeitstudie. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 82(1), 32–41. <https://doi.org/10.1007/s00056-020-00243-5>

Katsaros, C., Livas, C., & Renkema, A. M. (2007). Unexpected complications of bonded mandibular lingual retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(6), 838–841. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.07.011>

Kesling, H. D. (1945). The philosophy of tooth positioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 31, 297–304. [https://doi.org/10.1016/0096-6347\(45\)90101-3](https://doi.org/10.1016/0096-6347(45)90101-3)

Knierim R. W. (1973). Invisible lower cuspid to cuspid retainer. *The Angle Orthodontist*, 43(2), 218–220. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1973\)043<0218:ILCTCR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1973)043<0218:ILCTCR>2.0.CO;2)

Lee R. T. (1981). The lower incisor bonded retainer in clinical practice: a three year study. *British Journal of Orthodontics*, 8(1), 15–18. <https://doi.org/10.1179/bjo.8.1.15>

Lew K. K. (1989). Direct-bonded lingual retainer. *Journal of Clinical Orthodontics*, 23(7), 490–491. Retrieved from: <https://www.jco-online.com/archive/1989/07/490-direct-bonded-lingual-retainer/>

Littlewood, S. J., Kandasamy, S., & Huang, G. (2017). Retention and relapse in clinical practice. *Australian Dental Journal*, 62 Suppl 1, 51–57. <https://doi.org/10.1111/adj.12475>

Luther, F., & Nelson-Moon, Z. (2012). Orthodontic retainers and removable appliances: Principles of design and use. John Wiley & Sons.

Meade, M. J., & Millett, D. (2013). Retention protocols and use of vacuum-formed retainers among specialist orthodontists. *Journal of Orthodontics*, 40(4), 318–325. <https://doi.org/10.1179/1465313313Y.0000000066>

Miresmæili, A. F., Mollabashi, V., Gholami, L., Farhadian, M., Rezaei-Soufi, L., Javanshir, B., & Malekshoar, M. (2019). Comparison of conventional and laser-aided fiberotomy in relapse tendency of rotated tooth: A randomized controlled clinical trial. *International Orthodontics*, 17(1), 103–113. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2019.01.018>

Newman G. V. (1965). Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 51(12), 901–912. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(65\)90203-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(65)90203-4)

Pandis, N., Vlahopoulos, K., Madianos, P., & Eliades, T. (2007). Long-term periodontal status of patients with mandibular lingual fixed retention. *European Journal of Orthodontics*, 29(5), 471–476. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjm042>

Pazera, P., Fudalej, P., & Katsaros, C. (2012). Severe complication of a bonded mandibular lingual retainer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(3), 406–409. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.01.019>

Ponitz R. J. (1971). Invisible retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 59(3), 266–272. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(71\)90099-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(71)90099-6)

Pratt, M. C., Kluemper, G. T., Hartsfield, J. K., Jr, Fardo, D., & Nash, D. A. (2011). Evaluation of retention protocols among members of the American Association of Orthodontists in the United States. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(4), 520–526. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.10.023>. t.y.

Pratt, M. C., Kluemper, G. T., & Lindstrom, A. F. (2011). Patient compliance with orthodontic retainers in the postretention phase. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(2), 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.02.035>

Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B. E., & Sarver, D. M. (2019). Retention. In *Contemporary Orthodontics* (6th ed., pp. 556–570). Philadelphia: Elsevier.

Proffit, W. R., Fields, H. W., & Sarver, D. M. (2013). In *Contemporary Orthodontics* (5th ed., pp. 606–620). Philadelphia: Elsevier.

Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B. E., & Sarver, D. M. (2019). Retention. In *Contemporary Orthodontics* (6th ed., pp. 579–597). Philadelphia: Elsevier.

Radlanski, R. J., & Zain, N. D. (2004). Stability of the bonded lingual wire retainer-a study of the initial bond strength. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 65(4), 321–335. <https://doi.org/10.1007/s00056-004-0401-4>

Renkema, A. M., Sips, E. T., Bronkhorst, E., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2009). A survey on orthodontic retention procedures in The Netherlands. *European Journal of Orthodontics*, 31(4), 432–437. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn131>. t.y.

Renkema, A. M., Al-Assad, S., Bronkhorst, E., Weindel, S., Katsaros, C., & Lisson, J. A. (2008). Effectiveness of lingual retainers bonded to the canines in preventing mandibular incisor relapse. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(2), 179e1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.06.003>

Renkema, A. M., Renkema, A., Bronkhorst, E., & Katsaros, C. (2011). Long-term effectiveness of canine-to-canine bonded flexible spiral wire lingual retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(5), 614–621. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.06.041>

Rinchuse, D. J., Miles, P. G., & Sheridan, J. J. (2007). Orthodontic retention and stability: a clinical perspective. *Journal of Clinical Orthodontics*, 41(3), 125–132. Retrieved from: <https://www.jco-online.com/archive/2007/03/125-overview-orthodontic-retention-and-stability-a-clinical-perspective/>

Rubenstein B. M. (1976). A direct bond maxillary retainer. *Journal of Clinical Orthodontics*, 10(1), 43. Retrieved from: <https://www.jco-online.com/archive/1976/01/43/>

Sarhan, O. A., & Fones, T. E. (1993). A simple removable acrylic-free retainer (the Sarhan type). *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 103(1), 74–76. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(93\)70110-A](https://doi.org/10.1016/0889-5406(93)70110-A)

Sauget, E., Covell, D. A., Jr, Boero, R. P., & Lieber, W. S. (1997). Comparison of occlusal contacts with use of Hawley and clear overlay retainers. *The Angle Orthodontist*, 67(3), 223–230.

[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1997\)067<0223:COOCWU>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1997)067<0223:COOCWU>2.3.CO;2). t.y.

Segner, D., & Heinrici, B. (2000). Bonded retainers--clinical reliability. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopadie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopadie*, 61(5), 352–358. <https://doi.org/10.1007/pl00001905>

Shaughnessy, T. G., Proffit, W. R., & Samara, S. A. (2016). Inadvertent tooth movement with fixed lingual retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(2), 277–286. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.10.015>

Sheridan, J. J., LeDoux, W., & McMinn, R. (1993). Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *Journal of Clinical Orthodontics*, 27(1), 37–45. Retrieved from: <https://www.jco-online.com/archive/1993/01/37-essix-retainers-fabrication-and-supervision-for-permanent-retention/>

Singh, P., Grammati, S., & Kirschen, R. (2009). Orthodontic retention patterns in the United Kingdom. *Journal of Orthodontics*, 36(2), 115–121. <https://doi.org/10.1179/14653120723040>

Songül Sandalcı, Crosspom Pekiştirme Apareyi Uygulanmış Bireylerin Kısa Dönem Klinik Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Apareyin Laboratuvar Testlerinin İncelenmesi. Retrieved from: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=sAXObSqZhWhvXtpsi-cAFA&no=eeEPpMGd1ys5dmk4VZHVjQ>

Störmann, I., & Ehmer, U. (2002). A prospective randomized study of different retainer types. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopadie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopadie*, 63(1), 42–50. <https://doi.org/10.1007/s00056-002-0040-6>

Sullivan, T. C., Turpin, D. L., & Artun, J. (1996). A postretention study of patients presenting with a maxillary median diastema. *The Angle Orthodontist*, 66(2), 131–138. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1996\)066<0131:APSOPP>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1996)066<0131:APSOPP>2.3.CO;2)

Türköz, C., Canigür Bavbek, N., Kale Varlik, S., & Akça, G. (2012). Influence of thermoplastic retainers on *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* adhesion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 141(5), 598–603. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.11.021>. t.y.

Vandevska-Radunovic, V., Espeland, L., & Stenvik, A. (2013). Retention: type, duration and need for common guidelines. A survey of Norwegian orthodontists. *Orthodontics: the art and practice of dentofacial enhancement*, 14(1), e110–e117. <https://doi.org/10.11607/ortho.964>. t.y.

Wolf, M., Schumacher, P., Jäger, F., Wego, J., Fritz, U., Korbmacher-Steiner, H., Jäger, A., & Schauseil, M. (2015). Novel lingual retainer created using CAD/CAM technology: evaluation of its positioning accuracy. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 76(2), 164–174. <https://doi.org/10.1007/s00056-014-0279-8>

Wong, P.M., & Freer, T.J.. (2004). A comprehensive survey of retention procedures in Australia and New Zealand. *Australasian Orthodontic Journal*, 20(2), 99-106. <https://doi.org/10.2478/aoj-2004-0013>

Zachrisson B. U. (1977). Clinical experience with direct-bonded orthodontic retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 71(4), 440–448. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(77\)90247-0](https://doi.org/10.1016/0002-9416(77)90247-0)

Zachrisson, B. U. (1983). The bonded lingual retainer and multiple spacing of anterior teeth. *Journal of Clinical Orthodontics*, 17, 838–846. Retrieved from: <https://www.jco-online.com/archive/1983/12/838/>.

Zachrisson, B. U. (1995). Third-generation mandibular bonded lingual 3-3 retainer. *Journal of Clinical Orthodontics*, 29, 39–48. Retrieved from: <https://www.jco-online.com/archive/1995/01/39-third-generation-mandibular-bonded-lingual-3-3-retainer/>

Zachrisson B. U. (1978). Improving orthodontic results in cases with maxillary incisors missing. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 73(3), 274–289. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(78\)90134-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(78)90134-3)

Zachrisson B. U. (2015). Multistranded wire bonded retainers: from start to success. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 148(5), 724–727. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.07.015>

Zachrisson B. U. (2007). Long-term experience with direct-bonded retainers: update and clinical advice. *Journal of Clinical Orthodontics*, 41(12), 728–749. Retrieved from: <https://www.jco-online.com/archive/2007/12/728-long-term-experience-with-direct-bonded-retainers-update-and-clinical-advice/>

Zachrisson, B. U., Nyøygård, L., & Mobarak, K. (2007). Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(2), 162–169. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.10.001>

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE SEDASYON VE GENEL ANESTEZİ

MERVE USLU³

Giriş

Her çocuğun kendine özgü dental ve tıbbi ihtiyaçları bulunmaktadır. Çocuk diş hekimlerinin, yüksek güvenlik standartları, üstün kalite, minimal travma riski ve uygun maliyet dengesini sağlayacak şekilde hastaların bu ihtiyaçlarını karşılaması gerekmektedir (American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

Diş çürükleri çocukluk çağının en yaygın kronik hastalıklarından biridir. Anaokuluna başlayan çocukların yaklaşık %40'ının çürüklerden etkilendiği görülmektedir. Diş hekiminin davranış yönlendirme teknikleriyle gösterdiği tüm çabalara rağmen, hastaların bir kısmı tedavi için gereken iş birliğini gösterememektedir. Bu durumlarda diş tedavisini tamamlamaya çalışmak güvenli olmamakta ve genellikle başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Ayrıca, olumsuz bir diş tedavisi deneyiminin çocuk üzerinde yaratabileceği psikolojik etki, gelecekteki diş

³ Dr. Öğr. Üye., Aksaray Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği, Orcid: 0000-0002-2229-9563

hekimliği ve tıbbi deneyimleri etkileyebilmektedir (American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

Diş hekimliğinde davranış yönetimi sorunları, diş tedavisi korkusu ve kaygısı ile yakından ilgilidir. Diş tedavisi korkusunun davranış yönetimi sorunları ve diş çürüğü oranında artış ile önemli ölçüde ilişkili olduğu bildirilmiştir. Çocuklarda dental anksiyete üzerinde yaş, cinsiyet ve kültürün etkisi bulunmaktadır (Folayan, Idehen, & Ojo, 2004). Yapılan bir çalışmada, 4-11 yaş grubunda davranış yönetimi sorunlarının görülme sıklığının %10,5 olduğu rapor edilmiştir. Bu nedenle, çocuk hastalar için davranış yönetimine katkıda bulunan tüm faktörleri belirlemek ve psikolojik etkiyi en aza indirerek tedaviyi güvenli bir şekilde tamamlamak için bir davranış yönlendirme yaklaşımı seçmek önemlidir (Ashley, Chaudhary, & Lourenço-Matharu, 2018).

Çocuk Diş Hekimliğinde Anestezi

Son yıllarda, çocuk diş hekimliğinde kullanılan davranış yönlendirme tekniklerine yönelik hem hasta davranışlarında hem de ebeveyn tutumlarında önemli değişiklikler görülmektedir (Casamassimo, Wilson, & Gross, 2002). Çocuk diş hekimleri, bu değişikliklerin hasta davranışlarının kötüleşmesine neden olduğuna inanmaktadır. Hasta davranışları daha kötü hale geldikçe, bu durum diş tedavilerinin tamamlanmasının önünde bir engel oluşturmaktadır. Araştırmalar ayrıca sedasyon ve genel anestezinin el-ağız kapama tekniği, ses kontrolü ve pasif kısıtlama gibi davranış yönlendirme yöntemlerine göre daha fazla kabul gördüğünü göstermektedir. Bu yüzden sedasyon, diğer tekniklere göre daha fazla kabul gören bir davranış yönlendirme yöntemi olarak giderek yaygınlaşmaktadır (Eaton, McTigue, Fields, & Beck, 2005).

Sedasyon

Sedasyon, Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (American Academy of Pediatric Dentistry, AAPD) tarafından onaylanmış, güvenli ve etkili diş tedavisi sağlamak amacıyla geliştirilmiş ileri bir farmakolojik davranış yönlendirme tekniğidir. Hastanın davranış uyum sorunları olduğu ancak genel anestezi uygulanamayacağı durumlarda, bilinçli sedasyon faydalı olabilmektedir (Coté, Wilson, American Academy of Pediatrics, & American Academy of Pediatric Dentistry, 2019).

Bu tekniğin amaçları aşağıdakilerdir (Coté vd., 2019) :

- Hastanın güvenliğini ve refahını korumak;
- Fiziksel rahatsızlık ve ağrıyı en aza indirmek;
- Kaygıyı kontrol etmek, psikolojik travmayı en aza indirmek ve amnezi potansiyelini en üst düzeye çıkarmak;
- Prosedürün güvenli bir şekilde tamamlanmasını sağlamak için davranış ve/veya hareketi kontrol etmek;
- Hastayı, güvenli bir şekilde taburcu edilebilecek duruma getirmektir.

Sedasyon birçok avantaj sunmakla birlikte, başarı oranının değişkenlik göstermesi önemli bir dezavantajdır. İlaçların yetersiz sedasyon etkisi, hasta uyumunun bozulmasına ve tedavinin aksamasına neden olabilmektedir. Bazen hastalar sedasyondan önce olduğundan daha da saldırgan hale gelebilmekte ve tedavinin tamamlanamadığı paradoksal bir tepki gösterebilmektedirler. Sedasyon altında tüm gerekli diş tedavilerinin başarılı bir şekilde tamamlanması mümkün olmadığında, hasta genellikle genel anestezi altında tedaviye yönlendirilmektedir. Sedasyon seviyeleri minimal sedasyondan genel anesteziye kadar değişebilmektedir. Sedasyon

seviyeleri bir sürekliliği temsil etmekte olup, klinik ekip, amaçlanan düzeyin ötesinde derinleşen sedasyon durumlarını yönetebilecek donanıma sahip olmalıdır (Malamed, 2010).

Riskleri ve komplikasyonları önlemek amacıyla optimum sedasyon seviyesi sağlanması gerekmektedir (Girdler, Hill, & Wilson, 2009). Güvenli ve etkili bir şekilde uygulanan sedasyon hem pediatrik hem de yetişkin popülasyonlarda kabul edilebilir sonuçlar sunmaktadır (Collado, Faulks, Nicolas, & Hennequin, 2013).

Minimal Sedasyon

Amerikan Anestezistleri Derneği (American Society of Anesthesiologists, ASA) kılavuzlarında minimal sedasyon, hastanın kendi hava yolunun korunduğu, fiziksel ve sözel uyaranlara normal yanıtlar verebildiği minimal düzeydeki bilinç kaybı olarak tanımlanmaktadır. Minimal sedasyon, bilişsel işlevleri ve motor koordinasyonu etkileyebilmekle birlikte ventilatör ve kardiyovasküler fonksiyonlar üzerinde belirgin bir etki oluşturmamaktadır 13.08.2025 01:28:00.

Orta Derece Sedasyon

Orta derece sedasyon, hastanın hava yolunun açık kalması için müdahaleye ihtiyaç duymadığı, yeterli spontan ventilasyona sahip olduğu ve sözel veya dokunsal uyarılara yanıt verdiği bir bilinç azalmasıdır (Malamed, 2010).

Daha öncesinde minimal sedasyon ile orta dereceli sedasyon seviyeleri “bilinçli sedasyon” olarak tanımlanırken, günümüzde minimal ile orta dereceli sedasyon terimi tercih edilmektedir. Minimal ile orta dereceli sedasyon, pediatrik dış hekimliğinde sedasyon için tipik olarak kullanılan sedasyon seviyesidir. Bilinçli sedasyon sırasında hasta, kendi başına ağzını açık tutabilmekte, hava

yolunu ve koruyucu reflekslerini koruyabilmekte ve bilinç kaybı olmamaktadır (Ashley, Chaudhary, & Lourenço-Matharu, 2018).

Amaç, derin sedasyon veya genel anestezi gibi ek riskler oluşturmadan optimum bir durum elde etmektir (Ashley, Chaudhary, & Lourenço-Matharu, 2018).

Hafif ve orta düzey sedasyon uygulamalarında hasta seçimi, sedasyon güvenliğinin sağlanması, komplikasyonların azaltılması, başarısız sedasyon oranlarının minimize edilmesi ve tedavi etkinliğini en üst düzeye çıkarması açısından kritik öneme sahiptir. Başarılı sedasyonların öngörücülerini belirlemek, klinisyenin sedasyon ile genel anestezi için hasta seçimi kriterlerini iyileştirecek ve ayrıca belirli bir hasta tipi için hangi belirli ilaç rejimlerinin en başarılı olabileceği konusunda bilgi sağlayabilir (Ashley, Chaudhary, & Lourenço-Matharu, 2018).

Derin Sedasyon

Derin sedasyon, hastanın kolayca uyanamadığı, ancak tekrarlanan veya ağırlı uyaranlara yanıt verdiği ve hava yolunun açık kalması için müdahaleye ihtiyaç duyabileceği bir bilinç kaybıdır. Kardiyovasküler fonksiyon genellikle normaldir (Malamed, 2010).

Derin sedasyon, morbidite ve mortalite oranının yüksek olması nedeniyle dış hekimliği prosedürlerinde önerilmemektedir (Malamed, 2010; Australian and New Zealand College of Anaesthetists, 2014)

Genel anestezi

Genel anestezi, farmakolojik ajanlar yoluyla oluşturulan; hastanın dış uyaranlara yanıt veremediği, bilinç kaybının yanı sıra koruyucu reflekslerinin ve hava yolu kontrolünün ortadan kalktığı, ayrıca solunum ve kardiyovasküler sistem üzerine baskılayıcı etkilerin gözlenebildiği, kontrollü bir klinik durumdur (Malamed, 2010; Australian and New Zealand College of Anaesthetists, 2014)

Hasta kooperasyonu yetersiz olduğunda veya hasta davranış bozuklukları sergilediğinde, hekim gerekli dış tedavisini tamamlamak amacıyla hafif ila orta derecede sedasyon teknikleri veya genel anestezi ile tedavi yapmak zorunda kalabilir (Wilson, 2004). Bu kararda, uygulanması gereken dış tedavisinin hacmi ve zorluğu, tedavi maliyeti, ebeveynlerin tercihi, hastanın tıbbi geçmişi, hastanın davranışı ve psikolojik ihtiyaçları, genel anestezi için ameliyathane mevcudiyeti ve hekimin deneyimi gibi birçok faktör göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sedasyonu engelleyen tıbbi durumlar, gerekli dış tedavisinin kapsamı ve diğer hususlar nedeniyle bazı çocuklar genel anesteziye ihtiyaç duymaktadır. Ancak düşük de olsa ölüm riskinin olması nedeniyle zorunlu olmadıkça genel anesteziiden kaçınılmalıdır. Ayrıca, genel anestezinin uygulanabilirliği; yüksek maliyet, uzman doktor gerekliliği ve yardımcı sağlık personeline duyulan ihtiyaç gibi faktörler nedeniyle sınırlı kalabilmektedir (Wilson, 2004; Casamassimo, Thikkurissy, Edelstein, & Maiorini, 2009).

Beklenenden daha yüksek düzeyde sedasyon gereksinimi varsa, genel anestezi endikedir. Çünkü sedatif dozunun bilinçli sedasyon ile derin sedasyon arasındaki sınırı aşacak şekilde artırılması yerine, kontrollü bir şekilde genel anestezi uygulanması daha güvenli kabul edilmektedir (Hosey, 2002).

Sedasyon Uygulama Yolları

Oral sedasyon, oldukça güvenli, ucuz ve genellikle hastalar tarafından iyi tolere edilebilen sedasyon uygulama yoludur. Bu yöntemin dezavantajları arasında kullanılan ilaçların etkisinin başlama ve geçme süresinin uzun olması, absorbsiyon hızının öngörülemezliği ve hasta kooperasyonunu gerekliliği yer almaktadır. Titrasyon yapılamaması nedeniyle genellikle dış hekimliğinde anksiyoliz olarak kullanılmaktadır (Girdler vd., 2009; O'Halloran, 2013). Oral uygulama, çocuk dış hekimliğinde sedasyon

ilaçları için en yaygın uygulama yoludur. Klinik etkinlik yaklaşık 30 dakika içinde gerçekleşmektedir (Malamed, 2010).

İntranasal (İN) sedasyonda, ajanlar doğrudan sistemik dolaşıma karışmaktadır ki, bu da plazma seviyelerinin zirveye ulaşması için etkili bir süre sağlamaktadır (Malamed, 2010). Bu yöntemin en önemli avantajı, ilk geçiş karaciğer metabolizmasını ve enteral emilimi önlemesidir (Hitt, Corcoran, Michienzi, Creighton, & Heard, 2014). İN uygulama, daha hızlı etki başlangıcı, toleransı ve ebeveynlerin tercihine bağlı olarak pediatrik popülasyonda önerilendir (Silva, Lavado, Areias, Mourão, & Andrade, 2015). İN uygulamanın popüleritesi, sedatif ilaçları oral yolla tolere edemeyen, işbirliği göstermeyen ve/veya uyumsuz çocuklarda da uygulanabilmesi sayesinde önemli ölçüde artmıştır (Malamed, 2010). İlaçlar, ilk geçiş metabolizmasını atlayarak nazal mukoza yoluyla sistemik dolaşıma geçmekte ve intravenöz (İV) ilaca benzer bir biyoyararlanım göstermektedir (Rey vd., 1991; Malamed, 2010). Uygulanan ilaçların plazma seviyeleri İN uygulamadan yaklaşık 10 dakika sonra maksimum seviyesine ulaşmaktadır (Walbergh, Wills, & Eckhert, 1991; Malamed, 2010).

İnhalasyon sedasyonu, hasta uyumunun sağlanması durumunda etkin bir şekilde tolere edilmekte ve önemli düzeyde analjezik etki oluşturmaktadır. Bu yöntemin endikasyonları arasında dental anksiyete, iğne fobisi, rahatsız edici prosedürler ve öğürme refleksinin bastırılması bulunmaktadır. Kontrendikasyonlar arasında üst solunum yolu enfeksiyonları, obstrüktif uyku apnesi, hamilelik ve küçük çocuklar yer almaktadır. Yöntemin başlıca sınırlılıkları ise sınırlı farmakolojik etkinlik, hasta iş birliği zorunluluğu ve maliyet faktörlerinden oluşmaktadır (Girdler vd., 2009).

İV sedasyon, yüksek dental anksiyeteli hastalarda tercih edilen yöntem olup hızlı etki başlangıcı, doz titrasyon imkânı ve belirgin amnestik etkileri sayesinde klinik açıdan avantaj

sağlamaktadır. Sınırlamalar arasında hasta uyumunun zorunlu olması ve özel eğitimli personel gerekliliği yer almaktadır (Malamed, 2010).

İntramüsküler (İM) ve rektal sedasyon yöntemleri uygulama kolaylığı sağlamakla birlikte, değişken emilim oranlarına sahip olması ve doz titrasyonunun yapılamaması nedeniyle yeterince güvenli değildir ve dış hekimliğinde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Dil altı, transdermal ve subkutan uygulamalar da dış hekimliğinde sınırlı olarak kullanılmaktadır (Malamed, 2010).

Tek ajan kullanımı, farmakolojik etkileşimlerin öngörülebilirliği, doz titrasyonunun kolaylığı ve yan etki olasılığının fazla olması nedeniyle çoklu ajan uygulamasına göre daha güvenli bir yaklaşıktır (Girdler vd., 2009).

Sedasyona yardımcı maddeler

Farmakolojik olmayan seçenekler arasında hipnoz, akupunktur, iatrosedasyon ve elektrikli dış anestezisi bulunmaktadır. Bu yöntemlerin klinik etkinliği hasta faktörlerine bağlı olarak değişmekle birlikte, farmakolojik davranış yönetimi ve bilişsel davranışçı terapinin dental anksiyeteyi azaltmada etkili olduğu kanıtlanmıştır (Gordon, Heimberg, Tellez, & Ismail, 2013; Wide, Carlsson, Westin, & Hakeberg, 2013).

Lokal anestezi, sinir iletimini geçici olarak bloke ederek vücudun belirli bir bölgesinde ağrı duyusunun ortadan kalkmasını sağlayan farmakolojik bir yöntemdir. Lokal anestezinin tek başına veya bilinçli sedasyonla birlikte kullanılması önerilmektedir. Dental işlemlerde yeterli lokal anestezi sağlanması esastır. Yetersiz lokal anestezinin sedasyon derinliğini artırılarak kompanse edilmesi, derin sedasyona bağlı potansiyel komplikasyon riskleri nedeniyle klinik açıdan kaçınılması gereken bir yaklaşımdır (Cantlay, Williamson, & Hawkins, 2005; Malamed, 2010).

Topikal anestezi amacıyla enjeksiyon öncesinde jeller, spreyler, merhemler intraoral olarak kullanılabilir (Malamed, 2010).

Anestezi Güvenlik ve Acil Durumlar

Dental sedasyon uygulamalarında klinisyenler için temel öncelik, işlem sırasında ve sonrasında hasta güvenliğinin sağlanmasıdır. Sedasyon uygulamaları çeşitli riskler içermekte olup, hipoksemi, hava yolu obstrüksiyonu, laringospazm, alerjik reaksiyonlar, kalıcı nörolojik hasarlar ve mortalite gibi ciddi komplikasyonlar gelişebilmektedir (Coté, Karl, Notterman, Weinberg, & McCloskey, 2000; Dionne vd., 2006). 2000 yılında dental sedasyonun yan etkileri üzerine yapılan bir araştırma, mortalite ve nörolojik hasarlar gibi ciddi komplikasyonların farmakolojik aşırı dozla ilişkili olduğunu ve özellikle dozaj hesaplamalarındaki ondalık nokta hatalar dahil olmak üzere reçeteleme hatalarından kaynaklanabileceğini ortaya koymuştur. Araştırma bulguları, sedasyon komplikasyonlarının farmakolojik kombinasyonlarla da bağlantılı olduğunu göstermektedir. Özellikle üç veya daha fazla ilacın eşzamanlı kullanımı, tekli veya ikili ilaç kullanımına kıyasla yan etki insidansında belirgin artışla ilişkilendirilmiştir. Hekim bu risklerin farkında olmalı ve acil durumlara ve ileri hava yolu yönetimi gibi uygun müdahalelere hazırlıklı olmalıdır (Coté vd., 2000).

Sedasyon sırasında gelişebilecek acil durumlara karşı anestezi ekibinin ileri düzey eğitim almış olması ve gerekli acil müdahale protokollerine hakimiyeti esastır. Bu kapsamda temel ve ileri yaşam desteği protokolleri, pediatrik resüsitasyon becerileri, özel olarak oluşturulmuş acil müdahale ekipleri, standartlaştırılmış acil durum protokolleri ile farmakolojik ajanların ve gerekli tıbbi ekipmanların anında kullanıma hazır şekilde bulundurulması gerekmektedir (Malamed, 2003).

Sedasyon uygunluğunun değerlendirilmesi için preoperatif dönemde kapsamlı bir anamnez alınması ve detaylı fizik muayene yapılması gerekmektedir. Anamnez ve fizik muayenenin temel amacı, altta yatan tıbbi durumlar sebebiyle sedasyon uygulamasının kontrendike olduğu hastaların belirlenmesidir. Sağlıklı bireylerde yapılan bu değerlendirmelerin esas hedefi, sedasyon sürecinde risk oluşturabilecek tanısı konulmamış patolojilerin veya anatomik varyasyonların tespit edilmesidir. Özellikle hava yolu anatomisindeki varyasyonlar, aktif üst solunum yolu enfeksiyonları, obstrüktif solunum patolojileri ve kontrolsüz astım gibi durumlar dental sedasyon uygulamaları için kesin kontrendikasyon teşkil etmektedir (Todd, 2013).

Dental sedasyonu etkileyen tıbbi öykünün diğer yönleri karmaşık yapı sergilemektedir. Özellikle pediatrik popülasyonda obezite prevalansındaki artış, hasta grubunun önemli bir kısmında karşılaşılan kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Todd, 2013). Obez hastalarda sedasyonla ilgili oluşabilecek sıkıntılar arasında hava yolu tıkanıklığı, gecikmiş mide boşalması, artmış aspirasyon riski ve daha zor hava yolu yönetimi yer almaktadır. Ayrıca obezite, sedatif ilaçların yağ dokusunda sekestrasyonuna bağlı olarak emilim ve dağılım sürelerini uzatmakta, aynı zamanda eliminasyon süresini de artırarak bu ajanların farmakokinetik profilini önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Obez hastalarda solunum depresyonu riski nedeniyle narkotik ajanlardan kaçınılması, ayrıca aspirasyon ve reflü komplikasyonlarını minimize etmek için hasta pozisyonunun optimize edilmesi gibi farmakolojik ve pozisyonel önlemler alınması önerilmektedir. Bu hasta grubunun giderek artan sayıda olması ve sedasyon üzerindeki metabolik etkilerin henüz tam olarak anlaşılamamış olması, klinik uygulamalarda ekstra özen gösterilmesini gerektiren bir durum oluşturmaktadır (Baker & Yagiela, 2006).

Anesteziye Komplikasyonlar

Sedasyon uygulamaları, hayatı tehdit eden komplikasyonların yanı sıra çeşitli morbiditelerle de ilişkilendirilebilmektedir (Dosani, Flaitz, Whitmire, Vance, & Hill, 2014). Dosani ve diğerleri. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, sedasyondan sonra ilk 24 saat boyunca taburcu olduktan sonraki olaylar incelenmiş ve motor koordinasyon bozukluklarının sedasyonla anlamlı düzeyde ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Çocukların %66'sı sedasyondan sonra arabada uykuya dalmış, %30'u yalnızca bir sürücü tarafından denetlenmiş ve bu grubun %12'sinde uyandırma güçlüğü yaşanmıştır. Bu bulgular, pediatrik dental sedasyon sonrasında hastaların yetişkin gözetimi altında tutulmasının gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.

Bazı sedatif ajanlar, beklenen sedasyon etkisi yerine paradoksal reaksiyonlara yol açarak çocuklarda aşırı heyecan, agresif davranışlar, öfke patlamaları ve hatta şiddet eğilimi gibi beklenmedik davranış bozukluklarına neden olabilmektedir (Weinbroum, Szold, Ogorek, & Flaishon, 2001; Golparvar, Saghaei, Sajedi, & Razavi, 2004). Danimarka'da 687 çocuk ve ergen üzerinde yapılan bir çalışmada, oral midazolam uygulaması sonrasında en sık karşılaşılan komplikasyonların çift görme (%6,1) ve paradoksal reaksiyon (%2,0) olduğu bildirilmiştir (Uldum, Hallonsten, & Poulsen, 2008). Çalışmada bulantı veya kusma %0,5-1,0 aralığında rapor edilmiştir. Tedavi sırasında iki vakada solunum depresyonu gözlemlenirken, tedavi sonrasında ise hiçbir komplikasyona rastlanmamıştır (Uldum vd., 2008). Yapılan diğer çalışmalarda bu yan etkilerin bazılarının daha yüksek oranlarda görüldüğü bildirilmiştir (Yasny & Asgari, 2008). Pediatrik diş sedasyonu ile ilgili bir derlemede bulantı ve kusma %6, paradoksal reaksiyon ise %3,8 oranında bildirilmiştir. (Papineni, Lourenço-Matharu, & Ashley, 2014).

Midazolamin kullanımında, uygulama yönteminden bağımsız olarak gözlemlenen bir diğer yan etki de hıçkırıktır. Bu yan etkinin etiyojisi henüz aydınlatılmamıştır. Çalışmalar, midazolamdan sonra hıçkırık sıklığının %10-26 olduğunu göstermektedir (Marhofer, Glaser, Krenn, Grabner, & Semsroth, 1999).

Sedasyon sonuçları

Amaç, yeterli sedasyon düzeyine ulaşırken aşırı sedatif kullanımından kaçınmak güvenli ve etkili bir denge sağlamaktır. Çoklu ajan kullanımı durumunda, sinerjistik etkiler ve ilaç etkileşimleri nedeniyle yan etki insidansında artış gözlenebilmektedir (Australian and New Zealand College of Anaesthetists, 2014).

Tıbbi rahatsızlıkları olan hastalar ve yaşlı bireyler, sedasyonla daha yüksek risk altındadır. Çünkü bu durum, sedasyonun fizyolojisini değiştirebilmektedir. Yaşlı hastalar daha düşük dozlara ihtiyaç duyulmakla birlikte, desatürasyon da dahil olmak üzere hemodinamik instabilite riski belirgin şekilde artmaktadır. Sedasyon risksiz olmamakla birlikte, olumsuz olayların sedasyon uygulanmayan durumlara kıyasla intravenöz sedasyonda daha yaygın görüldüğü bildirilmiştir (Höhener, Blumenthal, & Borgeat, 2008).

Diş hekimliği ortamında sedasyonla ilişkili pediatrik ölümlerin insidansı düşüktür. Kaydedilen ölümlerin çoğu, orta/derin sedasyonda ve genellikle uygun prosedürleri izlemeden yapılan bir diş hekimliği polikliniğinde olduğu rapor edilmiştir (Lee vd. 2013).

Sonuç

Diş hekimliğinde sedasyon uygulamalarında, sınırlamaların bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Uygun hasta seçimi yapıldığında, yeterli ön değerlendirme sağlandığında ve işlem,

gerekli donanıma sahip bir ortamda, bu alanda eğitimli personel tarafından gerçekleştirildiğinde sedasyon güvenli bir yöntemdir. Ancak bu koşullar sağlanmadığında, istenmeyen olaylar ve olumsuz sonuçların görülme olasılığı artmaktadır.

Yeterli titrasyon yapılabilmesi nedeniyle tek ajan uygulaması tercih edilmelidir. Uygulama yolu ve kullanılan ajan, her hasta için ayrı ayrı belirlenmelidir.

Kaynakça

American Academy of Pediatric Dentistry. (2024). Policy on school-entrance oral health examinations. In the reference manual of pediatric dentistry. *American Academy of Pediatric Dentistry*, 119-121. Retrieved from: https://www.aapd.org/media/policies_guidelines/p_schoolexms.pdf

Ashley, P. F., Chaudhary, M., & Lourenço-Matharu, L. (2018). Sedation of children undergoing dental treatment. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(12), 1-125. CD003877. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003877.pub5>

Australian and New Zealand College of Anaesthetists. (2014). PS09: Guidelines on sedation and/or analgesia for diagnostic and interventional medical, dental or surgical procedures. *Australian and New Zealand College of Anaesthetists*. Retrieved from: <https://www.conjoint.org.au/docs/PS09%20Sedation%20Guidelines%202014.pdf>

Baker, S., & Yagiela, J. A. (2006). Obesity: A complicating factor for sedation in children. *Pediatric Dentistry*, 28(6), 487-493. Retrieved from: <https://www.aapd.org/globalassets/media/publications/archives/pd-0005-baker.pdf>

Cantlay, K., Williamson, S., & Hawkings, J. (2005). Anaesthesia for dentistry. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*, 5(3), 71-75. <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mki020>

Casamassimo, P. S., Thikkurissy, S., Edelstein, B. L., & Maiorini, E. (2009). Beyond the dmft: The human and economic cost of early childhood caries. *Journal of the American Dental Association* (1939), 140(6), 650-657. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0250>

Casamassimo, P. S., Wilson, S., & Gross, L. (2002). Effects of changing U.S. parenting styles on dental practice: Perceptions of diplomates of the American Board of Pediatric Dentistry presented to the College of Diplomates of the American Board of Pediatric Dentistry 16th Annual Session, Atlanta, Ga, Saturday, May 26, 2001. *Pediatric Dentistry*, 24(1), 18-22. Retrieved from: <https://staging.aapd.org/globalassets/media/publications/archives/casamassimo1-02.pdf>

Collado, V., Faulks, D., Nicolas, E., & Hennequin, M. (2013). Conscious sedation procedures using intravenous midazolam for dental care in patients with different cognitive profiles: A prospective study of effectiveness and safety. *Plos One*, 8(8), e71240. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071240>

Coté, C. J., Wilson, S., American Academy of Pediatrics, & American Academy of Pediatric Dentistry. (2019). Guidelines for monitoring and management of pediatric patients before, during, and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures. *Pediatrics*, 143(6), 1-31, e20191000. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-1000>

Coté, C. J., Karl, H. W., Notterman, D. A., Weinberg, J. A., & McCloskey, C. (2000). Adverse sedation events in pediatrics: Analysis of medications used for sedation. *Pediatrics*, 106(4), 633-644. <https://doi.org/10.1542/peds.106.4.633>

Dionne, R. A., Yagiela, J. A., Coté, C. J., Donaldson, M., Edwards, M., Greenblatt, D. J., ... Wilson, S. (2006). Balancing efficacy and safety in the use of oral sedation in dental outpatients. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 137(4), 502-513. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0223>

Dosani, F. Z., Flaitz, C. M., Whitmire, H. C., Vance, B. J., & Hill, J. R. (2014). Postdischarge events occurring after pediatric sedation for dentistry. *Pediatric Dentistry*, 36(5), 411-416. Retrieved from:

<https://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/aapd/01641263/v36n5/s9.pdf?expires=1752669552&id=0000&titleid=75004753&checksum=77F45CF1B098029E3727E19075B31D07&host=https://www.ingentaconnect.com>

Eaton, J. J., McTigue, D. J., Fields, H. W., & Beck, M. (2005). Attitudes of contemporary parents toward behavior management techniques used in pediatric dentistry. *Pediatric Dentistry*, 27(2), 107-113. Retrieved from: <https://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/aapd/01641263/v27n2/s4.pdf?expires=1752669697&id=0000&titleid=75004753&checksum=18B0E7288B73C2C7EA5CDDE4189DECAB&host=https://www.ingentaconnect.com>

Folayan, M. O., Idehen, E. E., & Ojo, O. O. (2004). The modulating effect of culture on the expression of dental anxiety in children: A literature review. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 14(4), 241-245. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2004.00563.x>

Girdler, N. M., Hill, C. M., & Wilson, K. E. (2009). *Clinical Sedation in Dentistry* (1 st. ed.). Oxford:Wiley-Blackwell.

Golparvar, M., Saghaei, M., Sajedi, P., & Razavi, S. S. (2004). Paradoxical reaction following intravenous midazolam premedication in pediatric patients – a randomized placebo controlled trial of ketamine for rapid tranquilization. *Pediatric Anesthesia*, 14(11), 924-930. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2004.01349.x>

Gordon, D., Heimberg, R. G., Tellez, M., & Ismail, A. I. (2013). A critical review of approaches to the treatment of dental anxiety in adults. *Journal of Anxiety Disorders*, 27(4), 365-378. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2013.04.002>

Hitt, J. M., Corcoran, T., Michienzi, K., Creighton, P., & Heard, C. (2014). An evaluation of intranasal sufentanil and dexmedetomidine for pediatric dental sedation. *Pharmaceutics*, 6(1), 175-184. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics6010175>

Hosey, M. T. (2002). UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. Managing anxious children: The use of conscious sedation in paediatric dentistry. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 12(5), 359-372. <https://doi.org/10.1046/j.1365-263x.2002.03792.x>

Höhener, D., Blumenthal, S., & Borgeat, A. (2008). Sedation and regional anaesthesia in the adult patient. *British Journal of Anaesthesia*, 100(1), 8-16. <https://doi.org/10.1093/bja/aem342>

Malamed, S. F. (2003). Emergency medicine in pediatric dentistry: Preparation and management. *Journal of the California Dental Association*, 31(10), 749-755. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14626870/>

Malamed, Stanley F. (2010). *Sedation: A guide to patient management* (5th ed). St. Louis, Mo: Mosby Elsevier.

Marhofer, P., Glaser, C., Krenn, C. G., Grabner, C. M., & Semsroth, M. (1999). Incidence and therapy of midazolam induced hiccups in paediatric anaesthesia. *Paediatric Anaesthesia*, 9(4), 295-298. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9592.1999.00378.x>

O'Halloran, M. (2013). The use of anaesthetic agents to provide anxiolysis and sedation in dentistry and oral surgery. *The Australasian Medical Journal*, 6(12), 713-718. <https://doi.org/10.4066/AMJ.2013.1836>

Papineni, A., Lourenço-Matharu, L., & Ashley, P. F. (2014). Safety of oral midazolam sedation use in paediatric dentistry: A review. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 24(1), 2-13. <https://doi.org/10.1111/ipd.12017>

Rey, E., Delaunay, L., Pons, G., Murat, I., Richard, M. O., Saint-Maurice, C., & Olive, G. (1991). Pharmacokinetics of midazolam in children: Comparative study of intranasal and intravenous administration. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 41(4), 355-357. <https://doi.org/10.1007/BF00314967>

Silva, C. C., Lavado, C., Areias, C., Mourão, J., & Andrade, D. D. (2015). Conscious sedation vs general anesthesia in pediatric dentistry—A review. *Medical Express*, 2(1), 1-4. <https://doi.org/10.5935/MedicalExpress.2015.01.04>

Todd, D. W. (2013). Pediatric sedation and anesthesia for the oral surgeon. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 25(3), 467-478. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2013.03.009>

Uldum, B., Hallonsten, A.-L., & Poulsen, S. (2008). Midazolam conscious sedation in a large Danish municipal dental service for children and adolescents. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 18(4), 256-261. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2007.00902.x>

Walbergh, E. J., Wills, R. J., & Eckhert, J. (1991). Plasma concentrations of midazolam in children following intranasal administration. *Anesthesiology*, 74(2), 233-235. <https://doi.org/10.1097/00000542-199102000-00007>

Weinbroum, A. A., Szold, O., Ogorek, D., & Flaishon, R. (2001). The midazolam-induced paradox phenomenon is reversible by flumazenil. Epidemiology, patient characteristics and review of the literature. *European Journal of Anaesthesiology*, 18(12), 789-797. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2346.2001.00922.x>

Wide, B. U., Carlsson, V., Westin, M., & Hakeberg, M. (2013). Psychological treatment of dental anxiety among adults: A

systematic review. *European Journal of Oral Sciences*, 121(3 Pt 2), 225-234. <https://doi.org/10.1111/eos.12032>

Wilson, S. (2004). Pharmacological management of the pediatric dental patient. *Pediatric Dentistry*, 26(2), 131-136. Retrieved from: <https://www.aapd.org/globalassets/media/publications/archives/wilson-26-02.pdf>

Yasny, J. S., & Asgari, A. (2008). Considerations for the use of enteral sedation in pediatric dentistry. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 32(2), 85-93. <https://doi.org/10.17796/jcpd.32.2.20777386241103x8>

PERİ-İMLANTİTİSİN KOMPLEKS ETİYOLOJİSİ: MİKROBİYAL, BİYOMEKANİK VE KLİNİK FAKTÖRLER

OĞUZ ORHAN ÖZÜHANLI⁴

Giriş

Peri-implant hastalıklar, dental implantın kemik ile osteointegrasyonunu takiben, mikrobiyal kolonizasyon ve konak yanıtı arasındaki dengenin bozulmasıyla gelişmektedir.

Peri-implant mukoza, dental implantların çevresindeki yumuşak doku komponentlerini tanımlamakta olup, bu dokular implant çevresinde biyolojik sızdırmazlığı sağlayarak mikrobiyal invazyonu sınırlamada kritik rol oynamaktadır. Bu anatomik ve immünolojik bariyerin bütünlüğünün bozulması, ilk olarak peri-mukozitis şeklinde kendini gösteren inflamatuvar bir yanıtla sonuçlanmaktadır. Süreç kontrol altına alınmazsa, inflamasyon derin dokulara yayılmakta ve peri-implantitis olarak bilinen, kemik rezorpsiyonunun eşlik ettiği ilerleyici bir patolojiye dönüşebilmektedir. Moraschini ve ark. (2015) gerçekleştirdiği sistematik analizde, dental implantların 13,4 yıllık ortalama post-fonksiyonel yükleme süresi sonunda kümülatif sağkalım oranı

⁴ Uzm. Dt., Serbest Muayenehane, Orcid: 0000-0001-7167-1918

%94,6 $\pm$ 6, 15,7 yıllık sürenin ardından kümülatif başarı oranı ise %89,7 $\pm$ 10,2 olarak raporlanmıştır; bu bulgular implantların uzun vadede yüksek biyolojik sürdürülebilirlik ve klinik etkinlik sergilediğini göstermektedir.

Dental implant uygulamalarının sayısı, klinik başarının artması ve tedavi protokollerinin standardize edilerek daha öngörülebilir hale gelmesiyle birlikte yıllar içerisinde eksponansiyel bir artış göstermektedir. Bu eğilimin gelecekte de devam edeceği öngörülmektedir. Dolayısıyla, tedavi sürecinde karşılaşılabilecek komplikasyonların önlenmesi adına, implantolojideki temel biyolojik ilkelerin kavranması ve klinik karar süreçlerine entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde, biyomekanik yüklenmelerden kaynaklanan mekanik sorunlar ve konak cevabına bağlı biyolojik komplikasyonlar gelişebilmektedir (Pesce, Canullo & Grusovin, 2015; Derks, Schaller & Hakansson, 2016).

Peri-implantitis Tanı ve Yaygınlığı

İmplant çevresinin sağlıklı olarak değerlendirilmesi, peri-implant yumuşak dokularda herhangi bir klinik inflamasyon belirtisinin olmaması ile tanımlanmaktadır. Bu durum, peri-implant mukozanın karakteristik olarak mercan pembesi renkte ve sıkı kıvamda olması, sondlama sırasında kanama ya da süpürasyonun gözlenmemesi, sondlama derinliklerinde patolojik artış olmaması ve yalnızca erken dönem fizyolojik kemik remodelling süreciyle sınırlı bir marjinal kemik kaybının varlığı ile desteklenmektedir (Renvert & ark, 2018).

Peri-implant mukozitis ile etkilenen implantlarda, eritemli, ödemli, yumuşak ve parlak mukozal dokular gözlenmektedir. Tanısal olarak, sondlama sırasında kanama ve/veya süpürasyon varlığı ile birlikte sondlama derinliklerinde artış izlenmekte; ancak bu durum, restorasyonun yerleştirilmesini takip eden süreçte 2 mm'yi aşan

marjinal kemik kaybı olmaksızın gerçekleşmektedir (Renvert & ark, 2018).

Eğer peri-implant mukozitis erken dönemde tedavi edilmezse, inflamatuvar süreç progresyon göstererek, peri-implantitis adı verilen, peri-implant destek dokuların geri dönüşü olmayan yıkımıyla karakterize bir hastalık tablosuna evrilebilmektedir. Bu patolojide, peri-implant yumuşak dokular sondlama esnasında kanama ve/veya süpürasyon göstermekte; genellikle 6 mm veya daha fazla derinliğe ulaşan sondlama derinlikleri ile birlikte izlenmektedir. Klinik tabloya ek olarak, fizyolojik remodelling sınırlarını aşan ilerleyici marjinal kemik rezorpsiyonu da gözlenmektedir. Ancak, hastanın başlangıç radyografik kaydı mevcut değilse, implant platformunun 3 mm veya daha fazla apikalinde konumlanan kemik seviyeleri peri-implantitis açısından tanı koydurucu kabul edilmelidir (Berglundh, Armitage & Araujo, 2018; Schwarz & ark., 2018).

Peri-implantitisi Etkileyen Faktörler

Peri-implantitisi etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlere aşağıdakiler örnek gösterilebilmektedir (Fu & Wang, 2020):

- Hasta kaynaklı faktörler;
- İmplant tasarımına bağlı faktörler;
- İmplant uygulanacak alana bağlı faktörler;
- Üstyapı (protez) kaynaklı faktörler;
- Cerrah kaynaklı faktörler.

Hasta Kaynaklı Faktörler

Plak

Literatürde hem bireysel düzeyde yürütülen plak kontrol stratejilerinin (arayüz fırçaları, diş ipi, manuel diş fırçalama) hem de profesyonel düzeyde uygulanan mekanik temizlik yöntemlerinin (manuel ya da elektrikli aletlerle) peri-implant mukozal ve kemik dokulara yönelik inflamatuvar hastalıkların gelişimini anlamlı ölçüde azalttığı raporlanmıştır (Salvi & Ramseier, 2015; Schwarz, Becker & Sager, 2015). Ancak, plak eliminasyonuna yardımcı olarak kullanılan sistemik ve lokal antibiyotik ajanlar, antiseptikler ve hava abrazyon sistemlerinin, mekanik kontrolün etkinliğine anlamlı bir katkı sağlamadığı bildirilmiştir (Schwarz, Becker & Sager, 2015). Oral hijyen alışkanlıklarının peri-implantitis prevalansı üzerindeki etkisi, düzenli ağız bakımını sürdürmeyen bireylerde bu hastalığın gelişme olasılığının, ağız hijyenine dikkat eden bireylere kıyasla yaklaşık 3,8 kat daha yüksek olduğunu raporlamıştır (Serino & ark., 2012). Benzer şekilde, başka bir çalışmada da yetersiz plak kontrolü ile peri-implantitis arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğu gösterilmiştir (Schwarz & ark., 2018).

KontROLSÜZ Diabet

2015 yılı verilerine göre, Uluslararası Diyabet Federasyonu dünya genelinde 20-79 yaş arası 415 milyon yetişkinin, yani toplam nüfusun yaklaşık %8,8'inin diyabetik olduğunu bildirmiştir. Bu istatistikler, diabetes mellitusun küresel çapta artan prevalansını ve sağlık sistemleri üzerindeki yükünü açıkça yansıtmaktadır. Diyabetik bireylerde görülen kronik hiperglisemi, ağız ortamında immün fonksiyonlarda çeşitli bozulmalara yol açmakta; özellikle inflamatuvar yanıtın artması, oksidatif stres seviyelerinin yükselmesi, apoptoz mekanizmalarının aktive olması ve polimorfonükleer hücre fonksiyonlarının değişmesi ile karakterize edilmektedir (Casanova & ark., 2014). Bu süreçte, proinflamatuvar sitokinlerin aşırı üretimi,

periodontal dokulara zarar veren mikrobiyal uyarılara karşı oluşan patolojik yanıtla benzerlik göstermektedir. Bu hastalarda implant cerrahisi planlanırken, klinisyenlerin enfeksiyon riskini minimuma indirmek amacıyla uygun antibiyotik profilaksisini göz önünde bulundurması ve pre/post-operatif antiseptik uygulamalarını rutine dahil etmesi önerilmektedir (Mellado-Valero & ark., 2007). Bununla birlikte, bazı sistematik derlemelerde hiperglisemi ile peri-implantitis arasındaki ilişkinin tutarlı ve istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir. Bu bulgular, hipergliseminin peri-implant hastalıkların etiyopatogenezinde tek başına belirleyici bir faktör olmayabileceğini düşündürmektedir (Shi & ark., 2016; Schwarz & ark., 2018; Ting & ark., 2018).

Hiperglisemik durumun peri-implant dokular üzerindeki etkilerine ilişkin mevcut literatür, çelişkili bulgular içermektedir. Bu durumun, özellikle kontrollü ve kontrolsüz tip 2 diyabet olguları ile subjektif hasta beyanlarına dayalı glisemik kontrol düzeyleri arasındaki belirgin ayrım eksikliğinden kaynaklandığı öne sürülmektedir. Glisemik kontrolün standardize edilmemiş biçimde raporlanması, sistematik derlemelerdeki heterojenliğin temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Shi & ark., 2016; Schwarz & ark., 2018; Ting & ark., 2018). Bu bağlamda, diyabetik bireylerin peri-implant hastalıklara karşı duyarlılığını azaltmak amacıyla, sistemik metabolik kontrolün sağlanmasının yanı sıra yaşam tarzı modifikasyonları da büyük önem arz etmektedir. Klinik açıdan bakıldığında, hastaların aktif yaşam biçimini benimsemeleri, dengeli ve anti-inflamatuar beslenme düzeni oluşturmaları, düzenli tıbbi izleme süreçlerine katılmaları ve bireysel oral hijyen protokollerini etkili şekilde sürdürmeleri önerilmektedir. İyi glisemik kontrol sağlanan diyabetik bireylerde dental implant tedavisinin prognozuna ilişkin literatürde sunulan kanıtlar, bu hasta grubunda implant tedavisinin güvenli ve öngörülebilir olabileceğini göstermektedir. Literatürde yer alan prospektif ve retrospektif

alışmalar, bu hasta grubunda implantların sağkalım oranlarının %85,5 ile %100 arasında değiştiğini ortaya koymakta ve uygun sistemik kontrol sağlandığında diyabetin implant başarisını olumsuz yönde etkilemeyebileceğini göstermektedir. Ancak bu bulgular, implant başarisının sadece glisemik kontrol ile değil; aynı zamanda cerrahi teknik, protetik yükleme süresi ve peri-implant bakımın sürekliliği gibi çok faktörlü etmenlerle ilişkili olduğunu da ortaya koymaktadır. Diyabetin, özellikle de kontrol altında olmayan tip 2 diyabetin, peri-implantitis için bağımsız bir risk faktörü olup olmadığı henüz kesin olarak kanıtlanmamıştır. Mevcut kanıtlar, bu ilişkinin multifaktöriyel yapısını ve çalışma protokollerindeki metodolojik farklılıkları gözönünde bulundurarak değerlendirilmelidir. Daha homojen örneklemelerle, glisemik kontrol düzeylerinin objektif olarak ölçüldüğü ileriye dönük randomize kontrollü çalışmalar, bu konuda daha net çıkarımlar yapılmasına olanak sağlayacaktır (Dubey, Gupta & Singh, 2013).

Bruksizm

Çiğneme kaslarının uyanıklık ya da uyku evresinde sergilediği istemsiz motor aktivitelere bağlı olarak gelişen diş sıkma ve gıcırdatma alışkanlığıdır (Yıldız & Kahramanoğlu, 2015). Literatürde, bruksist bireylerin ortalama maksimum ısırma kuvvetlerinin fizyolojik sınırların 4 ila 7 kat üzerine çıkabildiği bildirilmektedir (Sülün & ark., 2011). Bu aşır yüklenmelerin implant ve çevresel yapılarda hem biyolojik hem de mekanik komplikasyonlara yol açabileceği bilinmektedir. Yıldız ve ark. (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, implant komplikasyonları biyolojik ve mekanik olarak iki alt başlıkta incelenmiştir. Biyolojik komplikasyonlar; peri-implantitis, mukozitis, fistül oluşumu, yumuşak doku hiperplazisi ve nihayetinde implant kaybı gibi durumları içermekte, protezi çevreleyen dokularda inflamasyonla karakterizedir. Mekanik komplikasyonlar ise genellikle bruksizme bağlı olarak implant, abutment ve protetik

süperstrüktürler üzerinde meydana gelen tekrarlayan ve eksen dışı oklüzal kuvvetlerin bir sonucu olup; vida gevşemesi, tutuculuğun kaybı ve yapısal kırılmalar gibi sorunları içermektedir (Vanlıoğlu, Özkan & Özkan, 2011). Bu bağlamda, bruksizmin biyomekanik komplikasyonlar için açık bir risk faktörü olduğu; biyolojik komplikasyonlar açısından ise potansiyel bir etken olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Yıldız & Kahramanoğlu, 2015). Nitekim, konuya ilişkin yapılan birden fazla sistematik derleme, bruksizm varlığında implant başarısızlığı oranlarının anlamlı şekilde arttığını ve komplikasyon prevalansının yükseldiğini ortaya koymaktadır (Chrcanovic, Albrektsson & Wennerberg, 2015; Zhou & Jinxia, 2016). Bruksist bireylerde, aşırı oklüzal kuvvetlerin yönetimi amacıyla restoratif planlamada anterior rehberliğin sağlanması, lateral kuvvetlerin dağılımının azaltılması, implant sayısının artırılması ve sert gece plağı uygulamaları önerilmektedir. Konservatif önlemlere dirençli olgularda botulinum toksini enjeksiyonları da alternatif bir tedavi yöntemi olarak literatürde yer bulmaktadır (Asutay & ark., 2017).

Periodontitis Geçmişi

Periodontal hastalık nedeniyle diş kaybı yaşamış bireylerin sıklıkla implant destekli protetik tedavilere yönlendirilmeleri, bu hasta popülasyonunun peri-implant hastalıklara karşı daha yatkın olabileceği hipotezini doğurmaktadır (Heitz-Mayfield, 2018). Bu bağlamda yapılan bir sistematik derlemede, en az beş yıl fonksiyon gören dental implantların uzun dönem klinik performansı incelenmiş ve periodontitise bağlı diş eksikliklerinin restore edildiği vakalarda, peri-implantitis insidansı ile marjinal kemik kaybı oranlarının anlamlı düzeyde yüksek olduğu bildirilmiştir (Schou & ark., 2006). Benzer şekilde, sağlıklı periodontal dokulara sahip bireyler ile geçmişte generalize agresif periodontitis tanısı almış hastalara yerleştirilen implantların on yıllık bir sürede takip edildiği uzun dönemli bir çalışmada, sağlıklı bireylerde tüm implantların başarıyla

ağızda kaldığı ve ortalama marjinal kemik kaybının yalnızca 0,1 mm olduğu rapor edilmiştir. Buna karşın, agresif periodontitis geçmişi olan bireylerde iki implantın kaybedildiği, iki implantın ise uyku moduna alındığı; ayrıca, bu bireylerde daha fazla diş kaybının gözlemlendiği bildirilmiştir (Mengel, Behle & Flores-de-Jacoby, 2007). Bu bulgular ışığında, geçmiş periodontal hastalık öyküsünün, peri-implant yumuşak doku inflamasyonu ve marjinal kemik yıkımı ile karakterize peri-implant hastalıkların gelişiminde anlamlı bir predispozan faktör olduğu yönünde çok sayıda çalışma mevcuttur (Ferreira & ark., 2006; Daubert & ark., 2015; Renvert & Polyzois, 2015). Bu nedenle, periodontal öyküsü olan bireylerde implant planlamasında yüksek risk stratejileri ve yakın takip protokolleri önerilmektedir.

Genetik

Peri-implant hastalıkların patogeneğinde yalnızca mikrobiyal yük değil, konak yanıtını belirleyen genetik faktörlerin de önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Genetik yapının, bireyin hastalığa yatkınlığını belirlemenin yanı sıra, mevcut bir hastalığın şiddetini ve klinik seyrini şekillendiren önemli bir belirleyici olduğu kabul edilmektedir (Lindhe, Wennström & Berglundh, 2008). Kronik inflamatuvar süreçlerde, özellikle periodontitis ve peri-implantitis gibi durumlarda, konak bağışıklık cevabı interlökinler gibi proinflamatuvar mediatörler aracılığıyla düzenlenmektedir. Bu mediatörler arasında interlökin-1 (IL-1) ailesi, inflamasyonun düzenlenmesinde kilit rol oynamaktadır (Dinarello, 1994; Salcetti & ark., 1997). Laine ve ark. (2006) dental implant taşıyan 120 hastayı içeren çalışmada, IL-1 reseptör antagonisti (IL-1RN) gen polimorfizminin peri-implantitis gelişimi ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Ancak bu bulgu literatürde tutarlılık göstermemiştir. Lachmann ve ark. (2007) tarafından destekleyici periodontal tedavi gören bireylerde yapılan bir çalışmada, IL-1 genotipi ile peri-implantitis varlığı arasında anlamlı bir ilişki saptanamamıştır.

Benzer şekilde, Fourmouis ve Vlachos (2019), çok sayıda genetik varyantı kapsayan analizlerinde peri-implantitis ile anlamlı korelasyonlar tespit edememiştir. Bu çelişkili bulgular, genetik polimorfizmlerin peri-implant hastalıklar açısından doğrudan ve belirleyici bir risk faktörü olarak değerlendirilmesini engellemektedir. Günümüzde genetik yatkınlık, multifaktöriyel etiyoloji içerisinde potansiyel bir risk faktörü olarak ele alınmakta olup, daha net sonuçlar için büyük ölçekli, prospektif genetik çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Osteoporoz

Osteoporoz, kemik mineral yoğunluğunun azalması ve kemik mikromimarisindeki bozulmalarla karakterize, sistemik bir iskelet hastalığıdır. Bu durum, kemik kırılabilirliğinde artışa ve sonuç olarak kırık riskinde belirgin yükselmeye neden olabilmektedir. Osteoporozun etiyolojisinde genetik yatkınlık, hormonal dengesizlikler (özellikle östrojen eksikliği), yaşlanma, beslenme bozuklukları ve fiziksel aktivite düzeyleri gibi multifaktöriyel unsurlar rol oynamaktadır (Lazner & ark., 1999). Osteoporozun periodontal hastalıklar ve dental implant başarısızlıkları açısından potansiyel bir risk faktörü olduğu uzun süredir öne sürülmektedir. Bununla birlikte, günümüzde osteoporotik bireylerde dental implant başarısını belirleyen en önemli etkenlerden biri, sadece sistemik kemik yoğunluğu değil, aynı zamanda implant yerleştirilen bölgedeki lokal alveolar kemik kalitesidir. Nitekim bazı araştırmalar, periferik kemik yoğunluğundan bağımsız olarak implant yuvasındaki trabeküler yapının dental implant stabilitesi açısından daha anlamlı bir belirteç olduğunu vurgulamaktadır (Choukroun & ark., 2006).

Kemik fizyolojisini etkileyen sistemik durumların, implant sağkalımını olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, osteoporozun spesifik olarak peri-implantitis

gelişimine neden olduğuna dair epidemiyolojik kanıtlar henüz netlik kazanmamıştır. Yapılan bazı çalışmalar osteoporotik hastalarda peri-implant hastalık prevalansının arttığına işaret etmekle birlikte, bu bulgular tutarlı değildir ve nedensellik ilişkisi ortaya koyulamamıştır (Alani & Bishop, 2014; Konstantinidis & ark, 2015). Sonuç olarak, osteoporoz dental implant tedavisinde dikkatle ele alınması gereken sistemik bir durumdur. Ancak osteoporozun peri-implantitis gelişimi üzerindeki etkisini açıkça ortaya koyan, uzun dönemli ve yüksek kalitede prospektif çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Sigara

Sigara kullanımı pek çok sistemik hastalığın etiyopatogenezinde kritik rol oynadığı gibi, oral mukozal ve periodontal dokular üzerinde de doğrudan toksik etkiler göstermektedir. Tütün dumanında bulunan nikotin, karbon monoksit ve diğer kimyasallar, oral dokuların mikrosirkülasyonunu bozarak hem sert hem de yumuşak doku hemodinamiğini olumsuz etkiler. Bu durum, peri-implant dokuların vaskülarizasyonunu azaltarak yara iyileşmesini geciktirmekte ve enfeksiyon riskini artırmaktadır (Çiftçi & ark., 2013). Levin ve ark. (2008) retrospektif kohort çalışmasında, mevcut ve geçmişte sigara içme alışkanlığı olan bireylerde, implant çevresindeki marjinal kemik kaybı oranlarının anlamlı düzeyde arttığı bildirilmiştir. Bulgular, sigara kullanımının implant çevresi dokularda yıkıcı inflamatuvar süreçleri tetikleyebileceğini ve implant sağkalımını olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir.

Alkol

Alkol tüketimi peri-implant dokular üzerinde benzer şekilde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Kronik alkol kullanımı, karaciğerde K vitamini ve protrombin sentezini baskılayarak hemostatik mekanizmaları bozmaktadır. Ayrıca alkol, nötrofil fonksiyonları üzerinde de immünosupresif etki göstererek hücrelerin

adezyon, mobilizasyon ve fagositoz aktivitelerini zayıflatmakta; bu da inflamatuvar yanıtta yetersizliğe neden olmaktadır. Aynı zamanda alkol, folat ve diğer B vitaminleri başta olmak üzere çeşitli mikronutrientlerin emilimini engelleyerek doku iyileşmesini sekteye uğratmaktadır (Drake, Hunt & Koch, 1995). Dolayısıyla hem sigara hem de alkol kullanımı, peri-implant sağlık üzerinde doğrudan ve dolaylı yollarla risk faktörü olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

İmplantla İlgili Faktörler

İmplant Yüzey Karakteristiği

Dental implant yüzeylerinin, ilk nesil işlenmiş yüzeylerden günümüzde yaygın olarak kullanılan pürüzlendirilmiş yüzey tasarımlarına evrilmesi; erken dönem yara iyileşmesinde osseointegrasyonun hızlanmasına, implantların hemen yerleştirilmesine ve erken yüklenmesine olanak sağlamıştır. Yüzey pürüzlülüğünün implant sağkalımına etkisini inceleyen uzun dönemli çalışmalar, implantların doğru şekilde yerleştirildiği ve düzenli bakımlarının sağlandığı durumlarda, ortalama 1,01 mm'lik marjinal kemik kaybı eşliğinde %98,4'lük yüksek implant sağkalım oranı bildirmiştir (De Bruyn, Christiaens & Doornewaard, 2017). Yapılan meta-analizler, orta derecede pürüzlü implant yüzeyleri ile minimal pürüzlü yüzeyler arasında ortalama marjinal kemik kaybı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark (1,01 mm'ye karşı 0,86 mm) olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, geçmiş periodontitis öyküsü, sistemik hastalık varlığı ve sigara kullanımı gibi karıştırıcı değişkenler, yüzey pürüzlülüğünden daha baskın şekilde peri-implantitis riskini etkilediği düşünülmektedir (Renvert, Lindahl & Persson, 2012; Doornewaard, Christiaens & De Bruyn, 2017). Güncel tarihli bir meta-analiz, orta derecede pürüzlü yüzeye sahip implantların, hem implant düzeyinde (%5,4) hem de hasta düzeyinde (%5,9) daha düşük peri-implantitis prevalansı ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Rakic, Galindo-Moreno & Monje, 2018).

Tüm bu bulgulara rağmen, literatürde farklı sonuçlara ulaşan çalışmalar da mevcuttur (Abrahamsson & Berglundh, 2009; De Bruyn, Christiaens & Doornewaard, 2017; Doornewaard, Christiaens & De Bruyn, 2017). Bununla birlikte, maruziyete açık pürüzlü yüzeylerin yüksek düzeyde plak retansiyonuna yatkın olduğu ve peri-implantitis açısından önemli bir risk oluşturduğu yönündeki görüş genel kabul görmektedir (Quirynen & ark., 2007). Bu nedenle, peri-implantitisin önlenmesinde temel yaklaşım; uygun hasta seçimi, tedavi planlaması, cerrahi ve protetik uygulamaların titizlikle yürütülmesi ve düzenli idame tedavilerinin aksatılmadan sürdürülmesidir. Ayrıca, bakteriyel kontaminasyonu azaltmak amacıyla 0,5–1 mm uzunluğunda pürüzsüz boyun segmentine sahip implantların tercih edilmesi önerilmektedir. İmplant yüzey özelliklerinin peri-implantitis için belirgin bir risk faktörü veya gösterge olup olmadığı hala tartışmalıdır. Bununla birlikte, ağız ortamına maruz kalan pürüzlü yüzeylerin yüksek düzeyde plak retansiyonu eğilimi göstermesi, bu yüzeylerin mikrobiyal kolonizasyona karşı daha savunmasız olduğu açıkça ortaya konulmuştur (Fu & Wang, 2020).

İmplant Boyun Tasarımı

Dental implantın boyun tasarımı, zaman içerisinde işlenmiş yüzeylerden, pürüzlü, mikroyivli, lazerle mikro dokulandırılmış ya da yivli yüzeylere doğru evrilmiştir. Benzer şekilde, bağlantı sistemleri de konvansiyonel uçtan uca bağlantı tasarımlarından “platform switching” konseptine geçiş göstermiştir. Bu evrimsel süreç, peri-implant doku stabilitesinin optimizasyonuna yönelik bir arayışın sonucudur. Pürüzlendirilmiş titanyum yüzeylerin osseointegrasyonu artırdığı, krestal kemik seviyesinde stres dağılımını dengelediği ve dolayısıyla peri-implant marjinal kemik korunmasına katkı sağladığı birçok çalışma ile desteklenmektedir (Botos & ark., 2011; Guarnieri & ark., 2018). Sistematik derleme ve meta-analizler, implant boyunlarının özellikle kret altına

yerleştirildiğinde, işlenmiş yüzeylere kıyasla anlamlı şekilde daha az marjinal kemik kaybına neden olduğunu göstermektedir (Chen & ark., 2017; Messias, Nicolau & Guerra, 2019). “Platform switching” uygulamaları da marjinal kemik korunması açısından olumlu etkiler göstermiş, ancak yumuşak doku kalınlığının krestal remodelling üzerindeki belirleyici rolü de vurgulanmıştır (Atieh, Ibrahim & Atieh, 2010; Linkevicius & ark., 2015). Bu bulgular, metodolojik heterojenlik nedeniyle dikkatle yorumlanmalıdır, zira tespit edilen kemik seviyesi farklılıkları (0,43–0,77 mm) klinik olarak sınırlı anlam taşımaktadır. Özellikle ön estetik bölgelerde “platform switching”, pürüzlü boyunlu implantlar tercih edilirken, periodontal açıdan riskli bireylerde işlenmiş veya minimal pürüzlü boyunlu implantlar daha az peri-implantitis prevalansı ve kemik kaybı ile ilişkilendirilmektedir (Rokn, Aslroosta & Akbari, 2017; Raes & ark., 2018). Mevcut veriler implant boyun ve platform tasarımının peri-implantitis açısından potansiyel bir risk belirleyicisi olabileceğini düşündürmektedir; ancak bu ilişkinin nedenselliği ve klinik etkisi, daha ileri derecede kontrollü çalışmalara ihtiyaç duymaktadır.

Titanyum Çözünme Ürünleri

Titanyum esaslı dental implantların biyomekanik ve kimyasal stabilitesi, uzun dönem başarı oranlarında belirleyici bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, bazı lokal ve sistemik faktörler, implant yüzeyinden çözünmüş titanyum partiküllerinin peri-implant dokulara salınımı indükleyebilmektedir. Bu durum; cerrahi yerleştirme sırasında oluşan mikro zararlar, diş profilaksisi esnasındaki iatrojenik aşınmalar, implant-abutment bağlantısındaki tribokorozyon, korozyona yatkın yüzey modifikasyonları ve özellikle peri-implantitis gibi inflamatuvar süreçlerde belirginleşmektedir (Fretwurst & ark., 2018). Söz konusu titanyum partikülleri, immün sistem tarafından potansiyel olarak yabancı cisim olarak algılanarak inflamatuvar yanıtı tetikleyebilmekte ve makrofaj aktivasyonu, sitokin salınımı ile doku yıkımına katkıda

bulunabilmektedir (Gittens & ark., 2011; Mouhyi, Dohan Ehrenfest& Albrektsson., 2012). Moleküler mikrobiyom analizleri, bu parçacıkların yalnızca dokusal düzeyde değil, aynı zamanda lokal mikrobiyotanın bileşimini de değiştirdiğini göstermektedir. Örneğin, RNA dizileme teknikleriyle yapılan analizlerde, Prevotella ve Haemophilus gibi konvansiyonel mikroorganizmaların baskılanarak, Veillonella türlerinin kolonizasyonunun arttığı gösterilmiştir (Daubert & ark., 2018). Kesitsel klinik çalışmalarda, peri-implantitisli vakalarda submukozal plakta belirgin düzeyde daha yüksek titanyum (0,85 µg vs. 0,07 µg) tespit edilmiştir ancak bu korelasyonun nedenselliği halen tartışmalıdır (Safioti & ark., 2017; Daubert & ark., 2018). Mevcut literatür, titanyum çözünme ürünleri ile peri-implant hastalıklar arasında güçlü bir nedensel ilişki kurmak için yetersizdir. Alternatif materyal araştırmaları bağlamında, zirkonyum esaslı implantların daha düşük çözünme eğiliminde olduğu; “platform switching” tasarımının da titanyum salımını yaklaşık 10 kat azalttığı tespit edilmiştir (Alrabeah & ark., 2018). Ayrıca zirkonyum implantların histolojik olarak benzer kemik-implant temas yüzeyine sahip olduğu, dört yıllık takipte ortalama %76,5 oranında BIC (bone-to-implant contact) sağladığı raporlanmıştır (Kohal & ark., 2016). Bununla birlikte, bu sonuçların genellenebilmesi için prospektif, randomize kontrollü insan çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Mombelli, Hashim & Cionca, 2018).

İmplant Uygulanacak Alanla İlgili Faktörler

Yumuşak Doku Fenotipi

Peri-implant yumuşak doku fenotipi, mukozal kalınlık ve keratinize yapışık mukoza genişliği gibi morfolojik parametrelerden oluşmakta olup, peri-implant doku stabilitesinin korunmasında önemli bir biyolojik rol oynamaktadır. Doğal diş çevresindeki yumuşak doku davranışlarından elde edilen bilgiler, peri-implant

mukozanın da “kalın” ve “ince” fenotip şeklinde sınıflandırılabileceğini göstermektedir. Son dönem literatür, özellikle 2 mm’den kalın mukozaya sahip bölgelerde yerleştirilen implantlarda, ince dokuya sahip bölgelerle karşılaştırıldığında krestal kemik kaybının 2 ila 5 kat daha az olduğunu ortaya koymaktadır (Choukroun & ark., 2006; Alani & Bishop, 2014). Çeşitli sistematik derlemeler, yumuşak doku kalınlığının artmasının marjinal kemik seviyesinin korunmasında pozitif etkisi olduğunu bildirmektedir. Bu çalışmalarda, kalın fenotipe sahip bölgelerde ortalama 0,8 mm daha fazla kemik yüksekliği kaydedilmiştir (Lazner & ark., 1999; Lee, Fu & Wang, 2011; Konstantinidis & ark., 2015). Periodontal ligamentin yokluğu nedeniyle implant çevresinde yara iyileşmesi sınırlı vaskülariteye dayanmakta olup, bu bağlamda kalın yumuşak dokuların sunduğu artmış vasküler destek, iyileşme sürecini optimize etmektedir (Lee, Fu & Wang, 2011). Keratinize mukoza varlığı ise uzun yıllardır tartışmalı bir konudur. Schou ve ark. (1992) çalışması, yeterli oral hijyenin sağlandığı koşullarda keratinize mukozanın peri-implant sağlık için mutlak gereklilik olmadığını öne sürmektedir. Bununla birlikte birçok klinik çalışma 2 mm veya daha geniş keratinize mukoza varlığının, hastaların ağız hijyeni sürdürmede daha az rahatsızlık yaşamasını sağladığını; bu durumun da plak birikimi, mukozal inflamasyon, sondalama derinliği ve krestal kemik rezorpsiyonunu azalttığını göstermektedir (Tolman & Laney, 1992; Watanabe & ark., 2002; Bouri, Bissada & Al-Zahrani, 2008; Geurs & Philip, 2010; Chrcanovic, Albrektsson & Wennerberg, 2017). Peri-implant yumuşak doku fenotipi, sadece estetik değil aynı zamanda biyolojik stabilite açısından da implant başarısını belirleyen anahtar parametrelerden biridir.

Retrograd Peri-implantitis ve Endodontik Kaynaklı Riskler

Retrograd peri-implantitis, implant fikstürü çevresinde sınırlı bir periapikal radyolüseni varlığı ile karakterize edilen, klinik olarak inflamasyon bulguları gösterebilen ya da asemptomatik

seyredebilme potansiyeli olan bir patolojik durumdur. Bu lezyon tipi, implantın marjinal bölgelerinde sağlıklı kemik desteği bulunmasına rağmen apikal bölgede radyografik kemik yıkımı ile karakterizedir ve genellikle erken implantasyon dönemlerinde ortaya çıkmaktadır. Bu durumun etiyopatogenezinde özellikle bitişik dişlerden kaynaklanan persistan endodontik enfeksiyonların rolü ön plana çıkmaktadır. Retrograd peri-implantitisin en sık komşu dişlerde mevcut olan endodontik patolojilerin implant bölgesine yayılımı sonucu ortaya çıktığı bildirilmiştir (Schwarz & ark., 2018). Bu bağlamda enfekte bir dişin çekimi sonrasında aynı bölgeye implant yerleştirilmesi durumunda, %8,2 ila %13,6 oranında peri-apikal radyolüsens geliştiği ve bu durumun endodontik kaynaklı enfeksiyonun implantla kontaminasyonu ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Bu klinik gözlem, söz konusu riskin yaklaşık 7,2 kat arttığını göstermektedir (Linkevicius & ark., 2011). Retrograd peri-implantitis gelişiminde persistan endodontik enfeksiyonların belirgin bir risk faktörü olduğu yönünde kuvvetli bilimsel kanıtlar mevcuttur. Bu nedenle, endodontik geçmişi olan bölgelerde implant planlaması yapılırken dikkatli klinik ve radyografik değerlendirme şarttır. Debridman yeterliliği, zamanlama stratejisi ve enfeksiyon kontrolü gibi faktörler peri-apikal komplikasyonların önlenmesinde temel rol oynamaktadır (Fu & Wang, 2020).

Protetik Faktörler

İmplant Üstü Restorasyonlarda Siman Fazlalığı

Simante implant üstü restorasyonların en belirgin dezavantajlarından biri, restorasyonun yerleştirilmesi esnasında peri-implant mukozaya sızabilen ve klinik olarak fark edilmeden kalan artık siman materyalidir. Linkevicius ve ark. (2011) yaptığı çalışmada, siman kalıntılarının yalnızca %7,5 ila %11,3'ünün rutin klinik veya radyografik muayenelerle tespit edilebildiği göstermiştir. Bu düşük tespit oranı, siman partiküllerinin çoğunlukla mukozal

doku altına gizlenmiş olması ve kullanılan siman türlerinin radyodensitelerinin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır (Wadhvani & ark., 2010). Artık siman, yalnızca yabancı bir cisim reaksiyonu oluşturan inert bir madde değildir; aynı zamanda bakteriyel plağın kolonizasyonuna elverişli bir yüzey oluşturarak inflamatuvar süreci tetiklemektedir. Bu nedenle simante restorasyonların %81’inde peri-implant mukozada iltihabi bulgular gözlemlenmektedir (Wilson, 2009). Tespit edilemeyen siman miktarının artışı, özellikle implant platformunun derin (apikal) yerleştirildiği durumlarda ve içbükey çıkış profiline sahip abutmentlerle birlikte daha belirgin hale gelmektedir (Linkevicius, Vindasiute & Puisys, 2013; Sancho-Puchades, Crameri & Ozcan, 2017). Bu durum, siman artığının lokalizasyonunu daha kompleks hale getirerek uzaklaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Daha da önemlisi, periodontal olarak duyarlı bireylerde bu olumsuz etkiler daha şiddetlidir. Yapılan retrospektif bir çalışmada, periodontal hastalık öyküsü olan bireylerde simante restorasyonların %100’ü ortalama iki yıl içinde peri-implantitise neden olmuştur. Buna karşılık, periodontal olarak sağlıklı bireylerde bu oran %8,8 ile sınırlı kalmıştır (Linkevicius & ark., 2013). Bu konuyla ilgili yapılan başka bir sistematik derlemede, peri-implantitisle ilişkili simante restorasyonların %33 ila %100’ünde artık siman tespit edilmiştir. Bu bulgular, simante restorasyonların peri-implantitis gelişimi açısından ciddi bir risk olduğunu ve özellikle uygun restoratif protokollerin hayati önem taşıdığını ortaya koymuştur (Staubli & ark., 2017). Bu bağlamda önerilen klinik stratejiler şunlardır:

- Gerektiğinde vida tutuculu restorasyonlara öncelik verilmesi;
- Simantasyon işleminin yumuşak doku olgunlaşması tamamlandıktan sonra yapılması;

- Kron kenarlarının mukozal seviyeyle uyumlu hale getirilmesi;
- Erken dönemde dikkatli klinik kontrollerin gerçekleştirilmesidir (Staubli & ark., 2017).

Ayrıca, kullanılan siman türü de artık simanın çıkarılabilirliğini etkileyen önemli bir faktördür. Literatürde çinko fosfat simanın titanyum yüzeylerden çıkarılmasının, özellikle reçine esaslı simanlara kıyasla daha kolay olduğu bildirilmiştir (Behr, Spitzer & Preis, 2014; Sancho-Puchades, Crameri & Ozcan, 2017). Bu durum, özellikle siman kalıntısı riskinin yüksek olduğu olgularda siman seçiminde klinik karar verme sürecine yön verebilir. İmplant üstü restorasyonlarındaki artık siman varlığının, peri-implantitisin gelişimi için güçlü ve kanıtlanmış bir risk faktörü olduğu açıkça ortaya konmuştur. Klinik başarıyı maksimize etmek adına siman kontrolü, restoratif tasarım ve hasta seçimi gibi faktörlerin bütüncül bir yaklaşım ile ele alınması gereklidir (Fu & Wang, 2020).

Aşırı Konturlu Protetik Yapılar

İmplant üstü restorasyonların morfolojisi, peri-implant yumuşak doku sağlığı üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Özellikle restorasyonun çıkış profili, plak birikimi ve mekanik temizlenebilirlik açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, restoratif konturun çıkış açısı ve çıkış profili, peri-implant hastalıkların gelişiminde potansiyel risk göstergeleri olarak değerlendirilmektedir. Katafuchi ve ark. (2018) gerçekleştirdiği kesitsel bir radyografik analiz çalışmasında, çıkış açısı 30°'nin üzerinde olan restorasyonların daha dar açılı restorasyonlara göre anlamlı derecede daha yüksek oranda peri-implantitis ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (%31'e karşı %15; $P = 0.04$). Bu fark, özellikle pürüzlü yüzeyli implantlarla birlikte gözlemlendiğinde daha da belirginleşmektedir. Aşırı konturlu restorasyonlar genellikle implantın hatalı bir konumda yerleştirilmesini telafi etmek amacıyla

tasarlanmaktadır. Ancak bu yaklaşım, özellikle implant platformunun palatinal veya lingual yerleşimli olduğu durumlarda hastaların oral hijyen sağlamasını zorlaştırabilmektedir. Çıkış profili fazla genişletildiğinde, peri-implant mukozanın altındaki bölgelerde plak kontrolü sınırlanmakta; bu da inflamasyonun kalıcılığını ve şiddetini artırabilmektedir. Bu nedenle restoratif planlamada implantın protetik olarak yönlendirilmiş bir konuma yerleştirilmesi, ideal olarak 30°'den düşük çıkış açıları ile sınırlı kalması önerilmektedir. Bu hem mekanik temizlik erişimini kolaylaştırmakta hem de yumuşak doku bütünlüğünü desteklemektedir (Jepsen, Berglundh & Genco, 2015). Ayrıca restorasyon tasarımında şu özelliklerin gözetilmesi klinik başarı açısından önem arz eder:

- Doğal diş konturlarını taklit eden, biyolojik uyumlu bir çıkış profili;
- Dişler arası temizlik için yeterli genişlikte embraşür alanları;
- Hastanın bakım becerilerine uygun, erişilebilir yüzey morfolojisi (Jepsen, Berglundh & Genco, 2015).

Restoratif morfolojinin özellikle çıkış profili ve çıkış açısının aşırı konturlu olması, peri-implantitisin gelişimi açısından orta düzeyde kanıtlanmış bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle cerrahi ve protetik planlama sürecinde biyolojik ve hijyenik erişim kriterleri göz önünde bulundurulmalı, restoratif konturlar fonksiyon ve estetik kadar peri-implant sağlık açısından da optimize edilmelidir (Fu & Wang, 2020).

İnterproksimal Açıklık ve Aşırı Oklüzal Yükleme

İmplant destekli restorasyonların uzun dönem başarısında oklüzal yükleme ve interproksimal temasların stabilitesi önemli parametreler arasında yer almaktadır. Ancak insanlarda aşırı oklüzal yüklemenin etkilerini doğrudan incelemek etik sınırlamalar

nedeniyle mümkün olmadığından, mevcut kanıtlar esasen retrospektif ve gözlemsel çalışmalara dayanmaktadır. Bu durum bulguların plak kontrolü, bireysel hijyen alışkanlıkları ve bakım protokolleri gibi değişkenlerle karışmasına neden olmuştur (Chambrone, Chambrone & Lima, 2010; Chang, Chronopoulos & Mattheos, 2013). Bazı çalışmalarda, aşırı oklüzal yüklenmeye maruz kalan implantların peri-implantitis gelişme riskinin 18,7 kat arttığı bildirilmektedir (Canullo, Tallarico & Radovanovic, 2016). Ayrıca, insan vaka serilerinde, aşırı oklüzal yüklenmeye bağlı osseointegrasyon kaybının yük ortadan kaldırıldığında geri döndüğü yani reosseointegrasyonun mümkün olduğu ortaya konmaktadır (Mattheos & ark., 2013; Merin, 2014). Hayvan modeli çalışmalarında, aşırı oklüzal yükleme altında inflamasyon varlığının peri-implant marjinal kemik kaybını hızlandırdığı ancak mukozal sağlığı doğrudan etkilemediği belirlenmiştir (Heitz-Mayfield, Schmid & Weigel, 2004; Kozlovsky, Tal & Laufer 2007). Sistemik derlemelerde de benzer şekilde özellikle mevcut peri-implant inflamasyonun varlığında aşırı oklüzal yüklemenin kemik kaybı ile pozitif ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Chambrone, Chambrone & Lima, 2010; Fu, Hsu & Wang, 2012; Naert, Duyck & Vandamme, 2012).

Aşırı oklüzal yüklenmeye neden olan faktörlerden biri de interproksimal temas kaybıdır. İmplant kronları ile bitişik doğal dişler arasındaki interproksimal temasların zamanla açılması, özellikle eksantrik oklüzal temasların oluşmasına neden olabilmektedir. İmplantüstü restorasyonlarda interproksimal açıklık maksillada %18–66, mandibulada ise %37–54 oranında gözlemlenmiştir (Varthis, Tarnow & Randi, 2019). Dişler periodontal ligament sayesinde yaşam boyu fizyolojik olarak koronal ve mezial yönde hareket edebilirken, implantlar ankilotik yapıları nedeniyle alveolar kemikte hareketsizdir. Bu farklılık zamanla interproksimal temasların kaybına ve dolayısıyla yiyecek

impaksiyonuna neden olabilmektedir. Söz konusu impaksiyonlar ise hem bitişik dişlerde hem de implant çevresinde subkrestal defektlerin gelişimini tetikleyebilmektedir (Wei & ark., 2008; Koori & ark., 2010; Jeong & Chang, 2015). Ayrıca çiğneme kuvvetlerinin mezial yüzeylerdeki aşındırıcı etkisi, bu dişlerin mezial yönde hareketine yol açarak interproksimal boşlukların açılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu fenomen, implant restorasyonu yapılan bireylerin yaklaşık %43'ünde gözlenmiştir (Kaidonis & ark., 2008; Koori & ark., 2010). Bu bağlamda, şu önlemler peri-implant sağlığın korunmasına katkı sağlayabilir (Varthis, Tarnow & Randi, 2019):

- İmplant restorasyonlarında düzenli olarak oklüzal temasların değerlendirilmesi ve gerekirse oklüzal düzeltme yapılması;
- Gerektiğinde interproksimal temasların yeniden kurulabilmesi açısından vida tutuculu restorasyon tercih edilmesi;
- Oklüzal splint kullanımıyla diş arkındaki stabilitenin desteklenmesi;
- Doğru oklüzal kontakların sağlanarak eksantrik yüklerin minimize edilmesi.

Oklüzal aşırı yükleme ve interproksimal temas kaybı, peri-implantitis açısından muhtemel risk faktörleri olarak değerlendirilmekle birlikte bu ilişkiyi destekleyen kanıtlar sınırlı düzeydedir. Özellikle inflamasyonla birlikte olduğunda bu etki belirginleşmekte dolayısıyla klinik izlemde bu parametrelerin dikkatle değerlendirilmesi önerilmektedir.

Cerrahin Deneyimi

İmplant uygulamalarında cerrahın klinik deneyimi, uzun dönemli başarı oranları üzerinde etkili bir faktör olarak

değerlendirilmektedir. Bazı çalışmalar, cerrahın cerrahi ve protetik becerilerinin artmasının, komplikasyon oranlarını azaltarak tedavi sonuçlarını olumlu yönde etkilediğini ve implant başarısını artırdığını ortaya koymuştur (Preiskel & Tsolka, 1995; Chrcanovic, Albrektsson & Wennerberg, 2017). Preiskel ve Tsolka (1995) tarafından bildirilen veriler hem cerrahi hem de protetik tecrübenin, implant tedavisi sonuçları üzerinde doğrudan belirleyici olduğunu vurgulamaktadır. Ancak bu görüş, tüm çalışmalarda tutarlı şekilde desteklenmemektedir. Örneğin, Cosyn ve ark. (2016) çok değişkenli analizlere dayanan çalışmasında, cerrahın deneyiminin implant sağkalımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir. Bu durum implant başarısının yalnızca cerrahi beceriye değil, aynı zamanda hasta ile ilgili çeşitli sistemik ve lokal faktörlere de bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim Chrcanovic ve ark. (2017) tarafından yapılan kapsamlı bir sistematik derleme ve meta-analizde, cerrahın deneyimi implant başarısı açısından önemli bir unsur olarak belirtilmiş olmakla birlikte; bruksizm varlığı, antidepresan kullanımı, implantın uygulandığı anatomik bölge, implantın uzunluğu, implant sistemi ve kemik kalitesi gibi hasta ve implantla ilişkili diğer faktörlerin de başarısızlık oranları üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğu gösterilmiştir. Cerrahın deneyimi, implant tedavisinin başarısında önemli bir bileşen olarak değerlendirilebilir. Ancak her cerrahın deneyimini objektif ve standart şekilde ölçmek güçtür. Bu nedenle, cerrahın yetkinliği kadar hasta spesifik faktörler ve implant protokolüne ilişkin değişkenler de klinik sonuçların belirlenmesinde dikkate alınmalıdır.

İmplantların alveolar kemik içindeki 3 boyutlu (uzaysal) yerleşimi, restoratif başarının uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından hayati bir öneme sahiptir. İmplantın doğru konumlandırılması yalnızca restorasyonun fonksiyonel verimliliğini ve estetik uyumunu değil; aynı zamanda peri-implant sert ve

yumuşak dokuların stabilitesini, mukozal çıkış profilini, protetik konturun fizyolojik uyumunu ve oklüzal kuvvetlerin implanta etkisini doğrudan etkiler. Ayrıca implantın pozisyonu, çıkarılabilir vidalı restorasyonların uygulanabilirliğini ve en önemlisi etkili bir oral hijyenin sağlanmasını kolaylaştırarak peri-implant mukozal inflamasyonun önlenmesinde temel rol oynamaktadır (Lang & Berglundh, 2011; Jepsen & ark., 2015; D'Haese & ark., 2017).

İmplantın Anatomik Yapılarla Olan İlişkisi

İmplantın anatomik yapılarla olan ilişkisi; örneğin kortikal kemik sınırları, komşu dişler, sinüs boşluğu veya mandibular kanal gibi oluşumlarla olan mesafesi hem biyolojik genişliğin korunmasını hem de protetik restorasyonun sağlıklı bir şekilde planlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu açıdan implant cerrahisinin restoratif yaklaşımlarla entegre bir biçimde planlanması, restoratif odaklı yerleştirme ilkesinin temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte implantın hatalı konumlandırılması, örneğin aşırı bukkal, lingual, mesial ya da distal yerleşim, yalnızca fizyolojik sert ve yumuşak doku sınırlarının ihlal edilmesine yol açmakla kalmaz; aynı zamanda peri-implant bölgedeki temizlik erişimini zorlaştırarak plak birikimi ve inflamasyon riskini artırmaktadır. Bu durum kötü konturlu ve aşırı çıkıntılı restorasyonların ortaya çıkmasına neden olarak peri-implant mukozitisin peri-implantitise ilerlemesini kolaylaştırabilmektedir. Literatürde yanlış konumlandırılmış implantların peri-implantitise yol açma olasılığı oldukça yüksek bulunmuş olup, bu durumun olasılık oranı %48,2 olarak bildirilmiştir (Canullo ve ark., 2016). Dolayısıyla hem cerrahi hem de protetik açıdan dikkatli bir planlama yapılması; üç boyutlu görüntüleme ve bilgisayar destekli rehber teknolojilerinin kullanılması implantların doğru konumlandırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu yaklaşımlar, restoratif başarının yanı sıra peri-implant doku sağlığının korunmasını da desteklemektedir (Kroger & ark., 2018).

Plak birikimi, peri-implant dokuların sağlığını tehdit eden temel etmenlerden biri olup özellikle submukozal mikrobiyal disbiyozu derinleştirerek bölgenin inflamatuvar yanıt eşiğini düşürmektedir. Peri-implantitis lezyonlarının şiddetinin submukozal mikrobiyal disbiyoz düzeyiyle anlamlı şekilde ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Kroger & ark., 2018). Bu bulgu yalnızca mekanik temizlikle değil, aynı zamanda doğru implant konumlandırması ve biyolojik uyumla sağlanabilecek bir oral çevre stabilitesinin gerekliliğini vurgulamaktadır (Kroger & ark., 2018).

Son yıllarda dijital teknolojilerdeki ilerlemeler, implant cerrahisinin doğruluk ve hassasiyetini önemli ölçüde artırmıştır. Artık implantlar restoratif hedeflerle uyumlu şekilde, yani protez yönlendirmeli olarak yerleştirilebilmekte; bu da uzun vadeli fonksiyon, estetik ve doku stabilitesi ağısından kritik avantajlar sunmaktadır (D’Haese ve ark., 2017). Dijital iř akışları sayesinde hastaların ağız iči dijital taramaları konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) verileri ile üç boyutlu olarak entegre edilerek, sanal implant planlaması geręekleřtirilebilmekte ve ardından frezelenmiş ya da üç boyutlu (3B) baskı yöntemiyle üretilmiş cerrahi kılavuzlar aracılığıyla implant yerleştirme işlemi yüksek doğrulukla tamamlanabilmektedir. Üstelik bu süreçler çođu zaman tek bir klinik ziyarette geręekleřtirilebilmektedir. Cerrahi teknikler, rastgele yapılan uygulamalara kıyasla, statik (önceden üretilmiş kılavuzlarla) veya dinamik (geręek zamanlı navigasyon sistemleriyle) uygulamalar implant yerleştirme yaklaşımlarında daha düşük hata payı ile geręekleřtirilebilmektedir. Tam yönlendirilen ve flepsiz cerrahiler, minimal invaziv doğaları sayesinde hasta morbiditesini azaltmakta ve postoperatif iyileşme sürecini hızlandırmaktadır. Bu uygulamalar, hasta memnuniyetinde belirgin artış sağlamaktadır (D’Haese ve ark., 2017). Yapılan sistematik derlemelere göre bilgisayar destekli cerrahilerle yerleştirilen implantlar, en az apikal sapma ve ağısal sapma ile en yüksek konumlandırma doğruluğunu

sunmaktadır (Bover-Ramos ve ark., 2018). Ancak bu protokolün kendi içinde bazı teknik sınırlılıkları mevcuttur. Görüntülerin elde edilmesi, dijital verilerin üst üste bindirilmesi ve cerrahi kılavuzların üretimi sırasında meydana gelebilecek hata kaynakları nihai implant pozisyonunu olumsuz etkileyebilmektedir. Yapılan çalışmalarda bu tür sapmaların hem statik hem dinamik rehberli cerrahi sistemlerde gözlemlenebileceği ve klinik doğruluğun bu tür teknik hatalardan etkilenebileceği bildirilmiştir (Farley & ark., 2013; Vercruyssen, Coucke & Naert, 2015).

Dental implantların uzun dönemli fonksiyonel başarısı ve peri-implant dokuların biyolojik bütünlüğünün sürdürülebilirliği, implantın alveoler kemik içindeki üç boyutlu konumlandırılmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda teknolojik gelişmeler ışığında geliştirilen yönlendirilmiş cerrahi yaklaşımlar, implant yerleşiminin hem doğruluğunu artırmış hem de uygulama sürecini standardize etme potansiyeli sunmuştur. Yakın dönemde gerçekleştirilen randomize kontrollü bir çalışma, kısmen dişsiz hastalarda uygulanan üç farklı implant yerleştirme yöntemini (tam kılavuzlu, pilot dril kılavuzlu ve rastgele cerrahileri) mekansal doğruluk açısından karşılaştırmıştır. Çalışmada, tam kılavuzlu cerrahilerin ortalama 0,97 mm'lik apikal sapma ile en yüksek doğruluk düzeyine sahip olduğu gösterilmiştir. Bu değer pilot dril kılavuzlu cerrahide 1,43 mm, rastgele cerrahilerde ise 2,11 mm olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Zaman yönetimi açısından bakıldığında tedavi planlamasına harcanan süre tam kılavuzlu cerrahi için ortalama 21,40 dakika, pilot dril kılavuzlu için 23,73 dakika olarak raporlanmıştır. Her iki yöntemin de rastgele cerrahiye kıyasla yaklaşık 18 dakikalık operasyon süresi tasarrufu sağladığı görülmüştür. Bu veriler yalnızca cerrahi doğruluğu değil, aynı zamanda zaman-maliyet verimliliğini de değerlendiren kapsamlı bir analiz sunmaktadır (Younes, Cosyn & De Bruyckere 2018; Younes & ark., 2019). Kapsayıcı bir değerlendirme sunan sistematik

derlemeler ve meta-analizler de bu bulgularla paralellik göstermektedir. Statik kılavuzlar kullanılarak gerçekleştirilen 20 klinik çalışmanın meta-analizinde, giriş ve apikal noktalarda sırasıyla 1,2 mm ve 1,4 mm ortalama lineer hata; ayrıca 3,5°'lik açısal sapma tespit edilmiştir. Bu değerler, statik cerrahi rehberlerin implant yerleştirme doğruluğunda klinik açıdan anlamlı bir avantaj sunduğunu desteklemektedir (Tahmaseb & ark., 2018). Bu durum teknolojinin yalnızca bir yardımcı araç değil, aynı zamanda klinik standardizasyon sağlayan bir rehber sistem olarak konumlanmasını da mümkün kılmaktadır (Jorba-García & ark., 2019).

Dinamik yönlendirme teknolojileri, implant yerleştirme sırasında gerçek zamanlı geri bildirim sağlayarak operatörün cerrahi alanla sürekli etkileşim içinde kalmasına olanak tanımaktadır. Dinamik yönlendirme teknolojileri, özellikle kompleks anatomik yapıların bulunduğu bölgelerde cerrahi yönlendirmeyi optimize etmektedir. Ancak bu sistemlerin kullanım zorlukları ve yüksek teknik hassasiyet gereksinimi nedeniyle ileri düzey eğitim gerektirdiği literatürde sıkça vurgulanan bir sınırlılıktır (Mandelaris, Stefanelli & DeGroot, 2018).

Bir implantın 3B olarak hatalı konumlandırılması, yalnızca protetik başarısızlık riskini değil aynı zamanda çevre dokularda inflamatuvar reaksiyon gelişme olasılığını da anlamlı düzeyde artırmaktadır. Özellikle çıkış profili, temizlenebilirlik ve yük iletim yönü gibi parametrelerin olumsuz etkilenmesi implant çevresinde plak retansiyonunu kolaylaştırarak peri-implantitis gelişimine zemin hazırlamaktadır. Dolayısıyla yüksek doğrulukla planlanmış ve uygulanmış yönlendirilmiş cerrahilerin, sadece mekanik değil aynı zamanda biyolojik komplikasyonları önlemede de önemli bir rol oynadığı güncel literatür tarafından güçlü bir şekilde desteklenmektedir (Fu & Wang, 2020).

Kaynakça

Abrahamsson, I., & Berglundh, T. (2009). Effects of different implant surfaces and designs on marginal bone-level alterations: A review. *Clinical Oral Implants Research*, 20(Suppl. 4), 207–215. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01783.x>

Alani, A., & Bishop, K. (2014). Peri-implantitis. Part 2: Prevention and maintenance of peri-implant health. *British Dental Journal*, 217(6), 289–297. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.809>

Alrabeah, G. O., Knowles, J. C., & Petridis, H. (2018). Reduction of tribocorrosion products when using the platform-switching concept. *Journal of Dental Research*, 97(9), 995–1002. <https://doi.org/10.1177/0022034518765751>

Asutay, F., Atalay, Y., Asutay, H., & Acar, A. H. (2017). The evaluation of the clinical effects of botulinum toxin on nocturnal bruxism. *Pain Research and Management*, 2017, 6264146. <https://doi.org/10.1155/2017/6264146>

Atieh, M. A., Ibrahim, H. M., & Atieh, A. H. (2010). Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Periodontology*, 81(10), 1350–1366. <https://doi.org/10.1902/jop.2010.100232>

Behr, M., Spitzer, A., Preis, V., et al. (2014). The extent of luting agent remnants on titanium and zirconia abutment analogs after scaling. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(5), 1185–1192. <https://doi.org/10.11607/jomi.3523>

Berglundh, T., Armitage, G., Araujo, M. G., et al. (2018). Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(Suppl. 20), S286–S291. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12957>

Botos, S., Yousef, H., Zweig, B., Flinton, R., & Weiner, S. (2011). The effects of laser microtexturing of the dental implant collar on crestal bone levels and peri-implant health. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 26(3), 492–498. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/51236884_The_Effects_of_Laser_Microtexturing_of_the_Dental_Implant_Collar_on_Crestal_Bone_Levels_and_Pen-implant_Health

Bouri, A. J., Bissada, N., Al-Zahrani, M., et al. (2008). Width of keratinized gingiva and the health status of the supporting tissues around dental implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23(2), 323–326. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/5308081_Width_of_kerat_inized_gingiva_and_the_health_status_of_the_supporting_tissues_around_dental_implants

Bover-Ramos, F., Vina-Almunia, J., Cervera-Ballester, J., Penarrocha-Diago, M., & Garcia-Mira, B. (2018). Accuracy of implant placement with computer-guided surgery: A systematic review and meta-analysis comparing cadaver, clinical, and in vitro studies. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(1), 101–115. <https://doi.org/10.11607/jomi.5556>

Canullo, L., Tallarico, M., Radovanovic, S., et al. (2016). Distinguishing predictive profiles for patient-based risk assessment and diagnostics of plaque induced, surgically and prosthetically triggered peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*, 27(10), 1243–1250. <https://doi.org/10.1111/clr.12738>

Casanova, L., Hughes, F. J., & Preshaw, P. M. (2014). Diabetes and periodontal disease: A two-way relationship. *British Dental Journal*, 217(8), 433–437. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.907>

Chambrone, L., Chambrone, L. A., & Lima, L. A. (2010). Effects of occlusal overload on peri-implant tissue health: A systematic review of animal-model studies. *Journal of Periodontology*, 81(10), 1367–1378. <https://doi.org/10.1902/jop.2010.100176>

Chang, M., Chronopoulos, V., & Mattheos, N. (2013). Impact of excessive occlusal load on successfully-osseointegrated dental implants: A literature review. *Journal of Investigative Clinical Dentistry*, 4(3), 142–150. <https://doi.org/10.1111/jicd.12036>

Chen, Z., Zhang, Y., Li, J., Wang, H. L., & Yu, H. (2017). Influence of laser-microtextured surface collar on marginal bone loss and peri-implant soft tissue response: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Periodontology*, 88(7), 651–662. <https://doi.org/10.1902/jop.2017.160805>

Choukroun, J., Diss, A., Simonpieri, A., Girard, M., Schoeffler, O., Dohan, S. L., Dohan, A. J., Mouhyi, J., & Dohan, D. M. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part IV: Clinical effects on tissue healing. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(3), e56–e60. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.011>

Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2015). Bruxism and dental implants: A meta-analysis. *Implant Dentistry*, 24(5), 505–516. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000298>

Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2017). Bone quality and quantity and dental implant failure: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Prosthodontics*, 30(3), 219–237. <https://doi.org/10.11607/ijp.5142>

Çiftçi, Ö., Günday, M., Çalışkan, M., Güllü, H., Güven, A., & Müderrisoğlu, H. (2013). Light cigarette smoking and vascular

function. *Acta Cardiologica*, 68(3), 255–261. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/251876807_Light_cigarette_smoking_and_vascular_function

D’Haese, J., Ackhurst, J., Wismeijer, D., De Bruyn, H., & Tahmaseb, A. (2017). Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontology 2000*, 73(1), 121–133. <https://doi.org/10.1111/prd.12175>

Daubert, D. M., Weinstein, B. F., Bordin, S., Leroux, B. G., & Flemming, T. F. (2015). Prevalence and predictive factors for peri-implant disease and implant failure: A cross-sectional analysis. *Journal of Periodontology*, 86(3), 337–347. <https://doi.org/10.1902/jop.2014.140438>

Daubert, D., Pozhitkov, A., McLean, J., & Kotsakis, G. (2018). Titanium as a modifier of the peri-implant microbiome structure. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 20(6), 945–953. <https://doi.org/10.1111/cid.12676>

De Bruyn, H., Christiaens, V., Doornewaard, R., et al. (2017). Implant surface roughness and patient factors on long-term peri-implant bone loss. *Periodontology 2000*, 73(1), 218–227. <https://doi.org/10.1111/prd.12177>

Derks, J., Schaller, D., Hakansson, J., et al. (2016). Effectiveness of implant therapy analyzed in a Swedish population: Prevalence of peri-implantitis. *Journal of Dental Research*, 95(1), 43–49. <https://doi.org/10.1177/0022034515608832>

Dinarello, C. A. (1994). The biological properties of interleukin-1. *European Cytokine Network*, 5(6), 517–531. Retrieved from: <https://scispace.com/papers/the-biological-properties-of-interleukin-1-34hgl6iepo>

Doornewaard, R., Christiaens, V., De Bruyn, H., et al. (2017). Long-term effect of surface roughness and patients’ factors on crestal

bone loss at dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 19(2), 372–399. <https://doi.org/10.1111/cid.12457>

Drake, C. W., Hunt, R. J., & Koch, G. G. (1995). Three-year tooth loss among Black and White older adults in North Carolina. *Journal of Dental Research*, 74(2), 675–680. <https://doi.org/10.1177/00220345950740020801>

Dubey, R. K., Gupta, D. K., & Singh, A. K. (2013). Dental implant survival in diabetic patients: Review and recommendations. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 4(2), 142–150. <https://doi.org/10.4103/0975-5950.127642>

Farley, N. E., Kennedy, K., McGlumphy, E. A., & Clelland, N. L. (2013). Split-mouth comparison of the accuracy of computer-generated and conventional surgical guides. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(2), 563–572. <https://doi.org/10.11607/jomi.3025>

Ferreira, S. D., Silva, G. L., Cortelli, J. R., Costa, J. E., & Costa, F. O. (2006). Prevalence and risk variables for peri-implant disease in Brazilian subjects. *Journal of Clinical Periodontology*, 33(12), 929–935. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2006.01001.x>

Fourmouzis, I., & Vlachos, M. (2019). Genetic risk factors for the development of periimplantitis. *Implant Dentistry*, 28(2), 103–114. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000874>

Fretwurst, T., Nelson, K., Tarnow, D. P., Wang, H. L., & Giannobile, W. V. (2018). Is metal particle release associated with peri-implant bone destruction? An emerging concept. *Journal of Dental Research*, 97(3), 259–265. <https://doi.org/10.1177/0022034517740560>

Fu, J. H., Hsu, Y. T., & Wang, H. L. (2012). Identifying occlusal overload and how to deal with it to avoid marginal bone loss around implants. *European Journal of Oral Implantology*, 5(Suppl), S91–S103. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/230571486_Identifying_occlusal_overload_and_how_to_deal_with_it_to_avoid_marginal_bone_loss_around_implants

Fu, J. H., & Wang, H. L. (2020). Breaking the wave of peri-implantitis. *Periodontology* 2000, 84(1), 145–160. <https://doi.org/10.1111/prd.12335>.

Geurs, N. C., & Philip, J. (2010). Soft tissue considerations in implant site development. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 22(3), 387–405. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2010.04.001>

Gittens, R. A., Olivares-Navarrete, R., Tannenbaum, R., Boyan, B. D., & Schwartz, Z. (2011). Electrical implications of corrosion for osseointegration of titanium implants. *Journal of Dental Research*, 90(12), 1389–1397. <https://doi.org/10.1177/0022034511408428>

Guarnieri, R., Grande, M., Zuffetti, F., & Testori, T. (2018). Incidence of peri-implant diseases on implants with and without laser-microgrooved collar: A 5-year retrospective study carried out in private practice patients. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(2), 457–465. <https://doi.org/10.11607/jomi.6178>

Heitz-Mayfield, L. J. A. (2008). Peri-implant diseases: Diagnosis and risk indicators. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8 Suppl.), 292–304. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01275.x>

Heitz-Mayfield, L. J. A., Schmid, B., Weigel, C., et al. (2004). Does excessive occlusal load affect osseointegration? An experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*, 15(3), 259–268. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01019.x>

Jeong, J. S., & Chang, M. (2015). Food impaction and periodontal/peri-implant tissue conditions in relation to the embrasure dimensions between implant-supported fixed dental prostheses and adjacent teeth: A cross-sectional study. *Journal of Periodontology*, 86(12), 1314–1320. <https://doi.org/10.1902/jop.2015.150322>

Jepsen, S., Berglundh, T., Genco, R., et al. (2015). Primary prevention of peri-implantitis: Managing peri-implant mucositis. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(Suppl 16), S152–S157. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12369>

Jorba-García, A., Figueiredo, R., González-Barnadas, A., Camps-Font, O., & Valmaseda-Castellón, E. (2019). Accuracy and the role of experience in dynamic computer guided dental implant surgery: An in-vitro study. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 24(1), e76–e83. <https://doi.org/10.4317/medoral.22785>

Kaidonis, J. A. (2008). Tooth wear: The view of the anthropologist. *Clinical Oral Investigations*, 12(Suppl 1), S21–S26. <https://doi.org/10.1007/s00784-007-0154-8>

Katafuchi, M., Weinstein, B. F., Leroux, B. G., Chen, Y. W., & Daubert, D. M. (2018). Restoration contour is a risk indicator for peri-implantitis: A cross-sectional radiographic analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(2), 225–232. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12829>

Kohal, R. J., Schwindling, F. S., Bachle, M., & Spies, B. C. (2016). Peri-implant bone response to retrieved human zirconia oral implants after a 4-year loading period: A histologic and

histomorphometric evaluation of 22 cases. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 104(8), 1622–1631. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.33512>

Konstantinidis, I. K., Kotsakis, G. A., Gerdes, S., & Walter, M. H. (2015). Cross-sectional study on the prevalence and risk indicators of peri-implant diseases. *European Journal of Oral Implantology*, 8(1), 75–88. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/273150818_Cross-sectional_study_on_the_prevalence_and_risk_indicators_of_peri-implant_diseases

Koori, H., Morimoto, K., Tsukiyama, Y., & Koyano, K. (2010). Statistical analysis of the diachronic loss of interproximal contact between fixed implant prostheses and adjacent teeth. *International Journal of Prosthodontics*, 23(6), 535–540. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/49732400_Statistical_Analysis_of_the_Diachronic_Loss_of_Interproximal_Contact_Between_Fixed_Implant_Prostheses_and_Adjacent_Teeth

Kozlovsky, A., Tal, H., Laufer, B. Z., Leshem, R., Rohrer, M. D., Weinreb, M., & Artzi, Z. (2007). Impact of implant overloading on the peri-implant bone in inflamed and non-inflamed peri-implant mucosa. *Clinical Oral Implants Research*, 18(5), 601–610. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01374.x>

Kröger, A., Hülsmann, C., Fickl, S., Spinell, T., Hüttig, F., Kaufmann, F., Heimbach, A., Hoffmann, P., Enkling, N., Renvert, S., Schwarz, F., Demmer, R. T., Papapanou, P. N., Jepsen, S., & Kebschull, M. (2018). The severity of human peri-implantitis lesions correlates with the level of submucosal microbial dysbiosis. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(12), 1498–1509. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13023>

Lachmann, S., Kimmerle-Müller, E., Axmann, D., Scheideler, L., Weber, H., & Haas, R. (2007). Associations between peri-implant crevicular fluid volume, concentrations of crevicular inflammatory mediators, and composite IL-1A -889 and IL-1B +3954 genotype: A cross-sectional study on implant recall patients with and without clinical signs of peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*, 18(2), 212–223. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01322.x>

Lang, N. P., Berglundh, T., & Working Group 4 of Seventh European Workshop on Periodontology. (2011). Periimplant diseases: Where are we now?—Consensus of the Seventh European Workshop on Periodontology. *Journal of Clinical Periodontology*, 38(Suppl 11), 178–181. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01674.x>

Lazner, F., Gowen, M., Pavasovic, D., Kola, I. (1999). Osteopetrosis and osteoporosis: Two sides of the same coin. *Human Molecular Genetics*, 8(10), 1839–1846. <https://doi.org/10.1093/hmg/8.10.1839>

Lee, A., Fu, J. H., & Wang, H. L. (2011). Soft tissue biotype affects implant success. *Implant Dentistry*, 20(3), 182–187. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3182181d3d>

Lefever, D., Van Assche, N., Temmerman, A., Teughels, W., & Quirynen, M. (2013). Aetiology, microbiology and therapy of periapical lesions around oral implants: A retrospective analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 40(3), 296–302. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12045>

Levin, L., Hertzberg, R., Har-Nes, S., & Schwartz-Arad, D. (2008). Long-term marginal bone loss around single dental implants affected by current and past smoking habits. *Implant Dentistry*, 17(4), 422–429. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31818c4a24>

Lindhe, J., Wennström, L., & Berglundh, T. (2008). The mucosa at teeth and implants. In J. Lindhe, N. P. Lang, & T. Karring (Eds.), *Clinical Periodontology and Implant Dentistry* (5th ed., pp. 69–85). Copenhagen: Munksgaard.

Linkevicius, T., Puisys, A., Steigmann, M., Vindasiute, E., & Linkeviciene, L. (2015). Influence of vertical soft tissue thickness on crestal bone changes around implants with platform switching: A comparative clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 17(6), 1228–1236. <https://doi.org/10.1111/cid.12222>

Linkevicius, T., Puisys, A., Vindasiute, E., Linkeviciene, L., & Apse, P. (2013). Does residual cement around implant-supported restorations cause peri-implant disease? A retrospective case analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 24(11), 1179–1184. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02570.x>

Linkevicius, T., Vindasiute, E., Puisys, A., & Peciuliene, V. (2011). The influence of margin location on the amount of undetected cement excess after delivery of cement-retained implant restorations. *Clinical Oral Implants Research*, 22(12), 1379–1384. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.02119.x>

Linkevicius, T., Vindasiute, E., Puisys, A., et al. (2013). The influence of the cementation margin position on the amount of undetected cement: A prospective clinical study. *Clinical Oral Implants Research*, 24(1), 71–76. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02453.x>

Mandelarlis, G. A., Stefanelli, L. V., & DeGroot, B. S. (2018). Dynamic navigation for surgical implant placement: Overview of technology, key concepts, and a case report. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 39(9), 614–621; quiz 622. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/328199536_Dynamic_Navigation_for_Surgical_Implant_Placement_Overview_of_Technology

gy_Key_Concepts_and_a_Case_ReportDynamic_Navigation_for_Surgical_Implant_Placement_Overview_of_Technology_Key_Concepts_and_a_Case_

Mattheos, N., Schitteck Janda, M., Zampelis, A., & Chronopoulos, V. (2013). Reversible, non-plaque-induced loss of osseointegration of successfully loaded dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, 24(3), 347–354. <https://doi.org/10.1111/clr.12009>

Mellado-Valero, A., Ferrer Garcia, J. C., Herrera Ballester, A., & Labaig Rueda, C. (2007). Effects of diabetes on the osseointegration of dental implants. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 12(1), E38–E43. Retrieved from: <https://scielo.isciii.es/pdf/medicorpa/v12n1/09.pdf>

Mengel, R., Behle, M., & Flores-de-Jacoby, L. (2007). Osseointegrated implants in subjects treated for generalized aggressive periodontitis: 10-year results of a prospective, long-term cohort study. *Journal of Periodontology*, 78(12), 2229–2237. <https://doi.org/10.1902/jop.2007.070201>

Merin, R. L. (2014). Repair of peri-implant bone loss after occlusal adjustment: A case report. *Journal of the American Dental Association*, 145(10), 1058–1062. <https://doi.org/10.14219/jada.2014.65>

Messias, A., Nicolau, P., & Guerra, F. (2019). Titanium dental implants with different collar design and surface modifications: A systematic review on survival rates and marginal bone levels. *Clinical Oral Implants Research*, 30(1), 20–48. <https://doi.org/10.1111/clr.13389>

Mombelli, A., Hashim, D., & Cionca, N. (2018). What is the impact of titanium particles and biocorrosion on implant survival

and complications? A critical review. *Clinical Oral Implants Research*, 29(Suppl. 18), 37–53. <https://doi.org/10.1111/clr.13305>

Moraschini, V., Poubel, L. A., Ferreira, V. F., & Barboza, E. S. (2015). Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 44(3), 377–388. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.10.023>

Mouhyi, J., Dohan Ehrenfest, D. M., & Albrektsson, T. (2012). The peri-implantitis: Implant surfaces, microstructure, and physicochemical aspects. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14(2), 170–183. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2009.00244.x>

Naert, I., Duyck, J., & Vandamme, K. (2012). Occlusal overload and bone/implant loss. *Clinical Oral Implants Research*, 23(Suppl 6), 95–107. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02550.x>

Pesce, P., Canullo, L., Grusovin, M. G., de Bruyn, H., Cosyn, J., & Pera, P. (2015). Systematic review of some prosthetic risk factors for periimplantitis. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(3), 346–350. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.04.002>

Preiskel, H. W., & Tsolka, P. (1995). Treatment outcomes in implant therapy: The influence of surgical and prosthodontic experience. *International Journal of Prosthodontics*, 8(3), 273–279. Retrieved from: <https://www.quintessence-publishing.com/anz/en/article/847928/the-international-journal-of-prosthodontics/1995/03/treatment-outcomes-in-implant-therapy-the-influence-of-surgical-and-prosthodontic-experience>

Quirynen, M., Abarca, M., Van Assche, N., Nevins, M., & van Steenberghe, D. (2007). Impact of supportive periodontal

therapy and implant surface roughness on implant outcome in patients with a history of periodontitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 34(9), 805–815. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2007.01106.x>

Raes, M., D'Hondt, R., Teughels, W., Coucke, W., & Quirynen, M. (2018). A 5-year randomized clinical trial comparing minimally with moderately rough implants in patients with severe periodontitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(6), 711–720. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12901>

Rakic, M., Galindo-Moreno, P., Monje, A., Radovanovic, S., Wang, H. L., Cochran, D., Sculean, A., & Canullo, L. (2018). How frequent does peri-implantitis occur? A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 22(4), 1805–1816. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2276-y>

Renvert, S., & Polyzois, I. (2015). Risk indicators for peri-implant mucositis: A systematic literature review. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(Suppl. 16), S172–S186. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12346>

Renvert, S., Lindahl, C., & Persson, G. R. (2012). The incidence of peri-implantitis for two different implant systems over a period of thirteen years. *Journal of Clinical Periodontology*, 39(12), 1191–1197. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12017>

Renvert, S., Persson, G. R., Pirih, F. Q., & Camargo, P. M. (2018). Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(Suppl. 20), S278–S285. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0588>

Rokn, A., Aslroosta, H., Akbari, S., Najafi, H., Zayeri, F., & Hashemi, K. (2017). Prevalence of peri-implantitis in patients not participating in well-designed supportive periodontal treatments: A

cross-sectional study. *Clinical Oral Implants Research*, 28(3), 314–319. <https://doi.org/10.1111/clr.12800>

Safioti, L. M., Kotsakis, G. A., Pozhitkov, A. E., Chung, W. O., & Daubert, D. M. (2017). Increased levels of dissolved titanium are associated with peri-implantitis—A cross-sectional study. *Journal of Periodontology*, 88(5), 436–442. <https://doi.org/10.1902/jop.2016.160524>

Salcetti, J. M., Moriarty, J. D., Cooper, L. F., Smith, F. W., Collins, J. G., Socransky, S. S., & Offenbacher, S. (1997). The clinical, microbial, and host response characteristics of the failing implant. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 12(1), 32–42. Retrieved from: <https://www.scribd.com/document/381779014/Article-002>

Salvi, G. E., & Ramseier, C. A. (2015). Efficacy of patient-administered mechanical and/or chemical plaque control protocols in the management of peri-implant mucositis: A systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(Suppl. 16), S187–S201. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12321>

Sancho-Puchades, M., Crameri, D., Özcan, M., Sailer, I., Jung, R. E., Hämmerle, C. H. F., & Thoma, D. S. (2017). The influence of the emergence profile on the amount of undetected cement excess after delivery of cement-retained implant reconstructions. *Clinical Oral Implants Research*, 28(12), 1515–1522. <https://doi.org/10.1111/clr.13020>

Schou, S., Holmstrup, P., Hjorting-Hansen, E., & Lang, N. P. (1992). Plaque-induced marginal tissue reactions of osseointegrated oral implants: A review of the literature. *Clinical Oral Implants Research*, 3(4), 149–161. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1992.030401.x>

Schou, S., Holmstrup, P., Worthington, H. V., & Esposito, M. (2006). Outcome of implant therapy in patients with previous tooth loss due to periodontitis. *Clinical Oral Implants Research*, 17(Suppl. 2), 104–123. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01347.x>

Schwarz, F., Becker, K., & Sager, M. (2015). Efficacy of professionally administered plaque removal with or without adjunctive measures for the treatment of peri-implant mucositis: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(Suppl. 16), S202–S213. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12349>

Schwarz, F., Derks, J., Monje, A., & Wang, H. L. (2018). Peri-implantitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(Suppl. 20), S246–S266. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12954>

Shi, Q., Xu, J., Huo, N., Cai, C., & Liu, H. (2016). Does a higher glycemic level lead to a higher rate of dental implant failure? A meta-analysis. *Journal of the American Dental Association*, 147(11), 875–881. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2016.06.011>

Staubli, N., Walter, C., Schmidt, J. C., Weiger, R., & Zitzmann, N. U. (2017). Excess cement and the risk of peri-implant disease—a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 28(10), 1278–1290. <https://doi.org/10.1111/clr.12954>

Tahmaseb, A., Wu, V., Wismeijer, D., Coucke, W., & Evans, C. (2018). The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 29(Suppl 16), 416–435. <https://doi.org/10.1111/clr.13346>

Ting, M., Craig, J., Balkin, B. E., & Suzuki, J. B. (2018). Peri-implantitis: A comprehensive overview of systematic reviews. *Journal of Oral Implantology*, 44(3), 225–247. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-16-00122>

Tolman, D. E., & Laney, W. R. (1992). Tissue-integrated prosthesis complications. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 7(4), 477–484.

Vanlıoğlu, B., Özkan, Y. K., & Özkan, Y. (2011). İmplant destekli restorasyonlarda oklüzyon. *Journal of Dentistry Atatürk University*, 4, 49–56. <https://10.0.59.207/selcukdentj.1070533>

Varthis, S., Tarnow, D. P., & Randi, A. (2019). Interproximal open contacts between implant restorations and adjacent teeth. Prevalence—causes—possible solutions. *Journal of Prosthodontics*, 28(2), e806–e810. <https://doi.org/10.1111/jopr.12980>

Vercruyssen, M., Coucke, W., Naert, I., et al. (2015). Depth and lateral deviations in guided implant surgery: An RCT comparing guided surgery with mental navigation or the use of a pilot-drill template. *Clinical Oral Implants Research*, 26(11), 1315–1320. <https://doi.org/10.1111/clr.12460>

Wadhwani, C., Hess, T., Faber, T., Pineyro, A., & Chen, C. S. (2010). A descriptive study of the radiographic density of implant restorative cements. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 103(5), 295–302. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60062-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60062-5)

Watanabe, F., Hata, Y., Mataga, I., & Yoshie, S. (2002). Retrieval and replacement of a malpositioned dental implant: A clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(3), 255–258. <https://doi.org/10.1067/mpr.2002.128035>

Wei, H., Tomotake, Y., Nagao, K., & Ichikawa, T. (2008). Implant prostheses and adjacent tooth migration: Preliminary retrospective survey using 3-dimensional occlusal analysis. *International Journal of Prosthodontics*, 21(4), 302–304. Retrieved from: <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/849032/the-international-journal-of-prosthodontics/2008/04/short-communication-implant-prostheses->

and-adjacent-tooth-migration-preliminary-retrospective-survey-using-3-dimensional-occlusal-analysis

Wilson, T. G. Jr. (2009). The positive relationship between excess cement and peri-implant disease: A prospective clinical endoscopic study. *Journal of Periodontology*, 80(9), 1388–1392. <https://doi.org/10.1902/jop.2009.090115>

Yıldız, K., & Kahramanoğlu, E. (2015). Bruksizm ve implant başarısı: Literatür derleme. *Cumhuriyet Dental Journal*, 19(2), 172–180. <https://doi.org/10.7126/cdj.58140.5000091620>

Younes, F., Cosyn, J., De Bruyckere, T., et al. (2018). A randomized controlled study on the accuracy of free-handed, pilot-drill guided and fully guided implant surgery in partially edentulous patients. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(6), 721–732. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12897>

Younes, F., Eghbali, A., De Bruyckere, T., Cleymaet, R., & Cosyn, J. (2019). A randomized controlled trial on the efficiency of free-handed, pilot-drill guided and fully guided implant surgery in partially edentulous patients. *Clinical Oral Implants Research*, 30(2), 131–138. <https://doi.org/10.1111/clr.13399>

Zhou, Y., & Gao, J. (2016). Does bruxism contribute to dental implant failure? A systematic review and meta-analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 18(2), 410–420. <https://doi.org/10.1111/cid.12300>

DİŞ HEKİMLİĞİNDE MULTİDİSİPLİNER YAKLAŞIMLAR 1

