ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIM VE MATERYALLER: 21. YÜZYIL PERSPEKTİFİ



Editör
EMİN CANER TÜMEN

BİDGE

2

BİDGE Yayınları

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIM VE MATERYALLER: 21. YÜZYIL PERSPEKTİFİ 2

Editör: EMİN CANER TÜMEN

ISBN: -

1. Baskı
Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL
Yayınlama Tarihi: 2025-06-25
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

YEŞİL DOKUNUŞ: KENEVİRİN ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDEKİ GELECEĞİ 1
NEVRA KARAMÜFTÜOĞLU, NUPELDA ÇAĞIRAN GÖRGİN, NESRİN KORKMAZ

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KÖK HÜCRELERİN GELECEĞİ: ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ İÇİN YENİ UFUKLAR 27
ZEYNEP ÖZTÜRK, BEYZA NUR ÇELİKKAYA

PEDODONTİDE BİYOMİMETİK REJENERASYON VE AKILLI RE-MİNERALİZASYON SİSTEMLERİ: MOLEKÜLER DÜZEYDE ONARIMIN GELECEĞİ 53
CEREN KAPLAN

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: BİLGİSAYAR KONTROLLÜ LOKAL ANESTEZİ UYGULAMALARI 75
ARZU KOÇKANAT

ÜÇ BOYUTLU YAZICILAR VE ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIM ALANLARI 101
MAKBULE BUSE DÜNDAR SARI, NİSA NUR BELGEMEN

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKA 134
SERAP GÜLÇİN ÇETİN

KÜÇÜK HASTALARDA BÜYÜK KONFOR: ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE RUBBER DAM KULLANIMI 151
EMİN CANER TÜMEN, HASAN SAİD ŞENER

AFET SONRASI ÇOCUKLARDA DİŞ HEKİMİ KORKUSU VE DAVRANIŞ YÖNETİMİ YAKLAŞIMLARI 191
EZGİ EROĞLU ÇAKMAKOĞLU, AYŞE GÜNAY, ELİF BİLGİN

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜR UYGULAMASI 200
BELEN ŞİRİNOĞLU ÇAPAN, SİNEM BİRANT

PEDODONTİDE MİNİMAL İNVAZİV YAKLAŞİMLAR, HALL TEKNİK 248
MARYAM NEZHAT ÇAKAR

MODERN DİŞ HEKİMLİĞİNDE SESSİZ DEVRİM: CAM İYONOMER SİMANLAR 265
MERVE GÜNGÖR, BUKET AYNA

TRAVMATİK DİŞ KAYBI YAŞAMIŞ ÇOCUKLARDA PSİKOSOSYAL REHABİLİTASYON VE KLİNİK TEDAVİ YAKLAŞIMLARI 323
BÜŞRA TEKİN

ÖN GRUP SÜT DİŞLERİNDE GÜNCEL RESTORASYONLAR 338
FATMA SARAÇ

ÇOCUKLARDA ALIŞKANLIK KIRICI VE KORUYUCU TEDAVİLER 351
EBRU AKLEYİN, ŞUHEDA ERGÜN

ÇOCUKLARDA GÖRÜLEN ODONTOJENİK KİSTLER 372
ENES BARDAKÇI, HATİCE TAŞTI

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE YER TUTUCULAR 406
GÜLDESTE AYDIN, MEHMET SİNAN DOĞAN

PEDİATRİK YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE SIK GÖZLENEN AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI SORUNLARI 426
İSMET REZANİ TOPTANCI, MUHAMMET ASENA

CHAPTER 1

YEŞİL DOKUNUŞ: KENEVİRİN ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDEKİ GELECEĞİ

Nevra KARAMÜFTÜOĞLU[1]
Nesrin KORKMAZ[2]
Nupelda ÇAĞIRAN GÖRGİN[3]

Giriş

Sürdürülebilir Diş Hekimliği Kavramı

Günümüzde sağlık hizmetlerinin çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan sürdürülebilir olması, toplum sağlığının geleceği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, diş hekimliği de yalnızca bireysel ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin sunumu değil; aynı zamanda doğal kaynakların etkin kullanımı, atık üretiminin azaltılması ve ekolojik dengeyi gözeten yenilikçi malzeme teknolojilerinin geliştirilmesi gibi sürdürülebilirlik ilkeleriyle

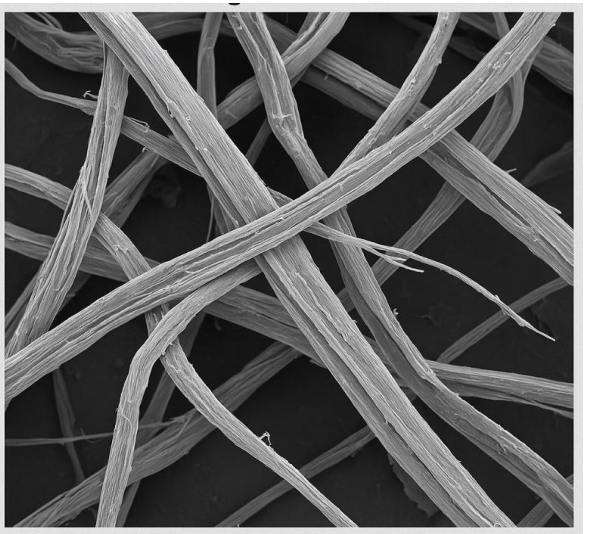
[1] Dr. Öğr. Üyesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0002-5045-5551, nvrserbest@hotmail.com
[2] Doç. Dr., Bozok Üniversitesi Kenevir Enstitüsü, Temel Bilimler ve Sağlık Bölümü, Orcid: 0000-0002-7896-1042, nesrinokumus@gmail.com
[3] Arş. Gör., Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0009-0004-4041-8556, nupeldacagiran@gmail.com

yeniden şekillenmektedir (Pichler & ark., 2019: 1-8; Stoto, Atchison, & Dausey, 2019). Geleneksel dental materyallerin üretim süreçlerinde yüksek enerji tüketimi, toksik yan ürünler ve biyolojik olarak parçalanamayan artıkların oluşması gibi sorunlar, sürdürülebilir yaklaşımların önemini artırmaktadır (Hovorka, Labajo, & Auerbach, 2012:59-72; Brundtland, 1987: 291-294; Kuşçu ve ark., 2025: 1-11). Bu nedenle, doğadan elde edilen, biyobozunur ve çevre dostu özellikler taşıyan alternatif malzemelerin araştırılması, yeşil diş hekimliği uygulamalarının temelini oluşturmaktadır (Dangelico & Vocalelli, 2017: 1263-1279; Uzzell & Moser, 2006: 1-4; Faruk & ark., 2012: 1552–1596; [a]Korkmaz & ark., 2024:167; [b]Korkmaz& ark., 2024: 159).

Kenevir Bitkisinin Tarihçesi ve Modern Uygulamalara Entegrasyonu

Kenevir (*Cannabis sativa L.),* insanlık tarihinin en eski tarım bitkilerinden biridir ve tekstilden tıbba kadar birçok alanda kullanılmıştır. Çin tıbbında yaklaşık 2000 yıl önce dengeleyici ve tedavi edici özellikleri nedeniyle tercih edilen kenevir, antik Hindistan'da analjezik ve antispazmodik etkileriyle Ayurveda uygulamalarında yer almıştır (Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022:613-631). Batı tıbbında ise 19. yüzyılda O'Shaughnessy ve Moreau gibi hekimler tarafından tanıtılmış, 20. yüzyılda ise Δ9-tetrahidrokannabinol (THC) ve kannabidiol (CBD) gibi aktif bileşenleri izole edilmiştir. 2018 yılında çıkarılan ABD Tarım Yasası (Farm Bill), %0.3'ten az THC içeren kenevirin üretimini ve tıbbi amaçlarla kullanılmasını yasallaştırarak CBD'nin yasal çerçevede değerlendirilmesini sağlamıştır (Kolen, 2020: 1-14; Small & Marcus, 2002; 284–326; Crini & ark., 2020: 1451–1466) (Şekil 1).

Şekil 1. Kenevirin lifsel yapısını gösteren bir SEM görüntüsü



Modern diş hekimliği alanında kenevir türevleriyle yapılan çalışmalar artış göstermektedir. Özellikle CBD'nin analjezik, antienflamatuvar ve antimikrobiyal özellikleri, dental uygulamalarda potansiyel terapötik ajan olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır ((Lowe & ark., 2021: 1-20); (Chrepa & ark., 2024: 235–242). Ayrıca, kenevir liflerinin doğal, biyobozunur ve yüksek dayanımlı yapısı, cam iyonomer simanlar (GIC) ve polimetil metakrilat (PMMA) gibi dental materyallerin mekanik performansını artırmak amacıyla kompozit formülasyonlara entegre edilmesini mümkün kılmaktadır.

Neden Çocuk Diş Hekimliği?

Çocuk diş hekimliği, biyolojik, psikolojik ve davranışsal olarak özel ihtiyaçlara sahip bireylerle çalışma gerekliliği nedeniyle dental bilimler içinde ayrı bir uzmanlık alanı olarak konumlanmaktadır. Çocukların ağız ve diş sağlığı, yalnızca bireysel iyilik hâlini değil; aynı zamanda genel sağlık, büyüme, beslenme ve yaşam kalitesini doğrudan etkilemektedir. Ayrıca, çocuk hastaların

tedaviye uyumlarının sınırlı olması, dental anksiyete düzeylerinin yüksekliği ve davranışsal regülasyon ihtiyacı, daha etkili, güvenli ve minimal invaziv yöntemlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır (Bertoldi & ark., 2024: 1120–1134).

Bu bağlamda, kenevir temelli ürünlerin çocuk diş hekimliğinde kullanımı, multidisipliner bir yenilik alanı olarak dikkat çekmektedir. Özellikle kenevirin aktif bileşeni olan kannabidiol (CBD), analjezik, antienflamatuvar ve anksiyolitik özellikleri sayesinde hem tedavi hem de davranış yönetimi açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) gibi nörogelişimsel farklılık gösteren çocuklarda, dental işlemler sırasında yaşanan stres ve uyumsuzluk sorunlarının azaltılmasında CBD destekli ajanların fayda sağlayabileceği klinik olarak rapor edilmiştir ((Bertoldi & ark., 2024: 1120–1134); (Chrepa & ark., 2024: 235–242).

Ayrıca, çocuklara yönelik dental materyallerin biyouyumlu, toksik etkisi düşük ve çevre dostu olması, hem sistemik güvenliği sağlamak hem de çocuklara erken yaşta sürdürülebilirlik bilinci kazandırmak açısından önem taşımaktadır. Kenevir kaynaklı lifler ve nanoparçacıklar, cam iyonomer simanlar ve rezin esaslı materyallerde kullanıldığında; yüzey kalitesi, mikrosertlik ve biyolojik dayanıklılık gibi özelliklerde anlamlı iyileşmeler sağladığı görülmektedir (Kuşçu & ark., 2025:1-11; Baysan & ark., 2025:14-19; Pichler & ark., 2019: 1-8).

Öte yandan, yeşil sentezle elde edilen kenevir bazlı nanoparçacıklar örneğin TiO_2 veya kitosan toksik solvent kullanılmadan üretildiği için çevresel etkileri minimize edilmekte ve özellikle pediyatrik restoratif materyallerde güvenle kullanılabilecek alternatifler sunmaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca çocuğun biyolojik güvenliğini değil; aynı zamanda dental çevrelerinkarbon ayak izini azaltarak ekolojik sorumluluk bilincini de güçlendirmektedir (Iravani, 2011: 2638–2650 ; Verma & ark., 2022: 1-19).

Sonuç olarak, kenevir temelli ajanların çocuk diş hekimliğinde kullanımı, sadece yenilikçi tedavi yaklaşımlarına değil; aynı zamanda davranışsal regülasyon, biyoaktivite ve ekolojik denge ekseninde bütüncül bir sağlık yaklaşımına katkı sağlamaktadır. Ancak bu potansiyelin kliniğe yansıması için kontrollü çalışmalar, etik değerlendirmeler ve ebeveyn onam süreçlerinin dikkatle yapılandırılması gerekmektedir.

Kenevirin Biyolojik ve Kimyasal Özellikleri

Fitokimyasal Bileşenleri: CBD, Lignin, Selüloz ve Flavonoidler

Kenevir bitkisi (*Cannabis sativa L.),* binlerce yıldır çeşitli kültürlerde hem tıbbi hem de endüstriyel amaçlarla kullanılan fitokimyasal açıdan zengin bir bitkidir. Kenevirin içeriğinde en dikkat çeken bileşiklerden biri, psikoaktif olmayan bir kanabinoid olan kannabidiol (CBD)'dir. CBD; anksiyolitik, antienflamatuvar, analjezik ve antikonvülsan etkileri nedeniyle modern tıpta ve özellikle diş hekimliğinde alternatif tedavi arayışlarında öne çıkmaktadır ((Lowe & ark., 2021: 1-20; (Chrepa; 2024: 235–242; Palmieri, Laurino, & Vadalà, 2019: 2083–2090).

Endüstriyel kenevirin lifi yapısında selüloz (yaklaşık %70–74), lignin ve pektin gibi doğal polimerler bulunur. Bu bileşenler, kenevirin hem sürdürülebilir kompozit üretiminde hem de dental materyallerin fiziksel dayanıklılığını artırmada kullanılmasını mümkün kılar (Kuşçu & ark., 2025: 1-11). Ayrıca flavonoidler, antioksidan ve immünomodülatör özellikleriyle dikkat çeker ve CBD ile birlikte sinerjik etki göstererek anti inflamatuvar kapasiteyi artırabilir (Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022: 613–631).

Antibakteriyel ve Antienflamatuar Etkiler

Kenevir bitkisi ve türevleri, özellikle CBD içeriği sayesinde güçlü antibakteriyel ve anti inflamatuar etkilere sahiptir. Diş çürüğü ve periodontal hastalıkların etiyopatogenezinde yer alan bakterilere

karşı yapılan çalışmalarda, CBD'nin ağız florasını dengeleyici ve plak oluşumunu azaltıcı etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Lowe & ark., 2021: 1-20). Bir çalışmada, CBD ve cannabigerol (CBG) içeren ağız gargaralarının, ticari markalı antiseptik ürünlere göre dental plak içerisindeki bakteri yükünü daha etkili azalttığı gösterilmiştir (Lowe, & ark., 2021: 1-20)

Ayrıca, CBD'nin diş çevresi dokularındaki enflamatuvar yanıtları baskılayarak gingivit ve periodontitis gibi hastalıkların kontrolünde potansiyel faydalar sağladığı öne sürülmüştür. Endokannabinoid sistemin ağız mukozasında ve periodontal dokularda yer alan reseptörler aracılığıyla bu süreçleri düzenlediği düşünülmektedir (Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022: 613-631; Lowe & ark., 2021: 1-20).

Çocuk Hastalarda Güvenlik Profili

Pediatrik hasta grubunda CBD kullanımının güvenliği, özellikle epilepsi tedavisinde onaylanan Epidiolex® örneği üzerinden değerlendirilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri

Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration-FDA), 2018 yılında CBD içeren bu ilacı Lennox-Gastaut ve Dravet sendromlarının tedavisi için onaylamıştır (Kolen, 2020: 1-14). Bu onay, CBD'nin pediatrik yaş grubunda sistemik kullanımı için bir güvenlik referansı oluşturmakla birlikte, dental uygulamalarda topikal ya da lokal kullanımın henüz geniş ölçekli çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

OSB olan çocuk hastalarda yapılan çalışmalar, CBD'nin anksiyete, hiperaktivite ve irritabilite gibi semptomlar üzerinde yatıştırıcı etki gösterdiğini, böylece dental tedavilere uyumu artırabileceğini ortaya koymuştur (Bertoldi & ark. 2024: 1120–1134). Bununla birlikte, CBD'nin yan etkileri arasında nadiren görülen sedasyon, iştah azalması, karaciğer enzimlerinde yükselme

gibi etkiler bildirilmiş olsa da, dental prosedürlerde kullanılan lokal dozların bu düzeylere ulaşmadığı ifade edilmektedir.

Sonuç olarak, kenevirin fitokimyasal yapısı ve biyolojik etkileri, özellikle CBD'nin anti inflamatuvar ve antibakteriyel özellikleriyle birlikte değerlendirildiğinde; biyouyumlu, sürdürülebilir ve çocuk hasta grubunda kullanılabilir potansiyel dental materyallerin geliştirilmesinde değerli bir kaynak sunmaktadır.

Kenevirin Diş Hekimliği ve Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanımı

Kenevir Bazlı Biyomalzemeler: Kompozitler ve Biyofilm Önleyici Ajanlar

Son yıllarda kenevir bitkisinden elde edilen doğal liflerin ve fitokimyasal bileşenlerin biyomalzeme teknolojilerine entegrasyonu, diş hekimliği alanında da önemli uygulamalara kapı aralamıştır. Kenevir lifi; biyolojik olarak parçalanabilir yapısı, yüksek selüloz içeriği, mekanik dayanımı ve düşük yoğunluğu sayesinde kompozit yapılar için çevre dostu bir takviye malzemesi olarak öne çıkmaktadır (Kuşçu & ark., 2025: 1-11).

Cam iyonomer siman (CIS) sistemlerine ham ya da saflaştırılmış kenevir lifi ilavesiyle yapılan çalışmalarda, özellikle %1 konsantrasyonda lif takviyesinin, esneklik dayanımı ve yüzey pürüzlülüğü gibi özelliklerde anlamlı iyileşme sağladığı görülmüştür. SEM analizleri, liflerin çatlak hatlarını destekleyerek matris içinde yapısal stabiliteyi artırdığını göstermiştir. Ayrıca, PMMA esaslı protez kaide materyallerine eklenen kenevir liflerinin, özellikle su emilimini anlamlı düzeyde azalttığı ve bu sayede mikrobiyal biyofilm gelişimini baskıladığı gösterilmiştir. Bu durum, hem işlenmemiş hem de lignin ve pektin gibi bileşenleri uzaklaştırılmış lif formları için geçerli bulunmuştur (Baysan & ark., 2025: 14-19).

Ancak, aynı çalışmada PMMA materyalinin kırılma dayanımı ve akrilik dişe bağlantısı üzerinde kenevir lifinin anlamlı bir etkisinin bulunmadığı rapor edilmiştir. Bu da kenevirin bazı fiziksel parametreleri iyileştirirken, mekanik dayanım açısından daha fazla geliştirme gerektirdiğini göstermektedir (Baysan & ark., 2025: 14-19).

CBD'nin biyofilm inhibisyonundaki rolü de ayrı bir önem taşımaktadır. Geleneksel antiseptik ajanlarla karşılaştırmalı çalışmalarda, düşük konsantrasyonlu CBD içeren gargaraların ağız içi bakteriyel koloni oluşumunu diğer ticari ürünlerden daha etkili şekilde azalttığı gösterilmiştir (Lowe & ark., 2021: 1-20).

Ayrıca, CBD'nin periodontal terapi, kemik rejenerasyonu ve genel oral tedavilerde potansiyel bir ajan olarak araştırıldığı; bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğunlukla hayvan modelleri ve hücre kültürlerinde gerçekleştirildiği ve henüz klinik çalışmaların bulunmadığı vurgulanmıştır (David & ark., 2022: 193).

Rezin Matrikslerde veya Dolgu Malzemelerinde Kullanımı

Kenevirin sadece lifsel katkı maddesi olarak değil, aynı zamanda aktif biyolojik ajan olarak rezin matriks yapılarında kullanımı da araştırılmaktadır. Özellikle yeşil sentezle elde edilen kenevir kaynaklı titanyum dioksit (TiO_2) nanoparçacıklar, dental rezin modifikasyonlarında dolgu hacmini artırmakla kalmayıp, yüzey mikrosertliği ve mekanik dayanımı da olumlu yönde etkilemektedir (Kuşçu & ark., 2025: 1-11).

Kenevirle sentezlenen TiO_2 nanoparçacıklar, yüksek fenolik içeriği sayesinde geleneksel sentetik yöntemlere kıyasla daha biyouyumlu ve çevre dostu olup, sürdürülebilir restoratif malzeme geliştirme açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Bu nanoparçacıkların cam iyonomer simanlara %1 ve %3 oranında eklendiği çalışmalarda, mikrosertlik ve eğilme direncinde anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Ancak %5 düzeyinde agregasyon

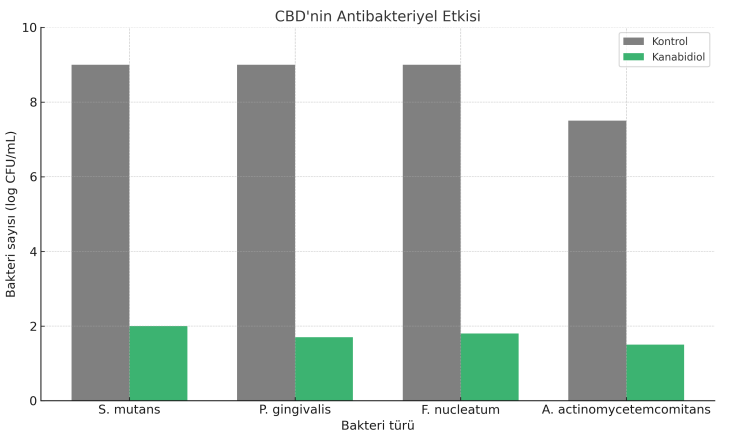
eğilimlerinin gözlemlenmesi, optimal dozun dikkatle belirlenmesini gerekli kılmaktadır (Elbatanony & El Shahawi, 2024: 109).

CBD'nin doğrudan kemik dokusunu etkileyen biyolojik aktiviteleri, kemik hücrelerinde diferansiyasyon ve rejenerasyon süreçlerini desteklemesiyle de dikkat çekmektedir. Yapılan preklinik çalışmalarda, 3–10 mg/kg doz aralığında uygulanan CBD'nin kemik iyileşmesini desteklediği, bazı çalışmalarda ise anti-enflamatuvar ve analjezik etkileriyle periodontal tedavilere yardımcı olduğu belirlenmiştir (David & ark., 2022: 193).

Antibakteriyel Etkiler Üzerine Çalışmalar

Kenevir türevlerinin diş hekimliğindeki kullanımına yönelik artan ilgide, bu bileşiklerin antibakteriyel etkileri baş rol oynamaktadır. CBD, hem Gram (+) hem de Gram (-)oral patojenlere karşı geniş spektrumlu aktivite göstermektedir. Çeşitli çalışmalarda, CBD'nin Streptococcus mutans, Fusobacterium nucleatum ve Porphyromonas gingivalis gibi yaygın oral bakteriler üzerinde bakteri büyümesini inhibe edici etkiler ortaya konmuştur (Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022: 613-631; Lowe & ark., 2021: 1-20) (Şekil 2).

Şekil 2. CBD'nin antibakteriyel etkisi



Ayrıca, CBD'nin diş eti dokusunda TNF-α ve IL-1β gibi pro-enflamatuvar sitokinleri baskıladığı ve periodontal inflamasyonu azaltmada etkili olabileceği ileri sürülmektedir. Bu özellikleriyle CBD, periodontal tedavi yaklaşımlarında destekleyici ajan olarak değerlendirilmeye başlanmıştır (Chrepa & ark., 2024: 235–242).

Çocuk Diş Hekimliğinde Kenevir Kullanımı

Kenevir temelli biyomalzemeler, son yıllarda çocuk diş hekimliği alanında da yenilikçi uygulamalara ilham kaynağı olmaktadır. Özellikle CBD içeren ajanlar, yalnızca materyal performansını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda çocuk hastaların tedaviye uyum süreçlerinde davranışsal regülasyon sağlayıcı etki göstermektedir. OSB (Otizm Spektrum Bozukluğu) olan bireylerde, dental işlemlerde gözlenen anksiyete, hiperaktivite ve iletişim güçlükleri gibi zorlukların, CBD'nin anksiyolitik ve sedatif etkileriyle hafifletilebildiği literatürde belirtilmiştir (Bertoldi & ark., 2024: 1120–1134).

Çocuk hastalar için geliştirilen CIS ve rezin esaslı materyallere kenevir lifleri veya yeşil sentezli nanoparçacıkların eklenmesi, yalnızca mekanik dayanım değil; aynı zamanda biyouyumluluk, toksik etkilerin azaltılması ve florür salınımı gibi pedodontik açıdan kritik parametrelerde olumlu etkiler sağlamaktadır (Kuşçu & ark., 2025: 1-11). Bu sayede EÇÇ (Erken Çocukluk Çağı Çürükleri) tedavisinde daha güvenli, uzun ömürlü ve çevresel olarak sürdürülebilir çözümler geliştirilebilmektedir.

Özellikle CBD'nin biyofilm oluşumunu baskılayıcı etkisi, çocukluk döneminde sık görülen çürüklerin mikrobiyal nedenlerini hedeflemesi açısından dikkat çekicidir. Streptococcus mutans gibi kariyojenik bakterilere karşı gösterdiği etkili inhibitör aktivite, topikal ürünler (diş macunu, gargara, fissür örtücü laklar) içerisinde kullanım potansiyelini desteklemektedir (Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022: 613-631; Lowe & ark., 2021: 1-20).

Ayrıca, pulpa tedavilerinde kullanılan geleneksel ajanlara alternatif olarak, CBD ve kenevir temelli nanoparçacıklarla desteklenmiş biyomateryaller, hem inflamasyonu baskılayıcı hem de reparatif dentin oluşumunu destekleyici nitelikte olabilir (Chrepa, & ark., 2024: 235–242). Bu durum, özellikle süt dişlerinde yapılan vital amputasyon ve indirekt pulpa örtüleri gibi işlemlerde biyolojik etkili, toksik olmayan ve çevre dostu alternatiflere duyulan ihtiyaca yanıt niteliğindedir.

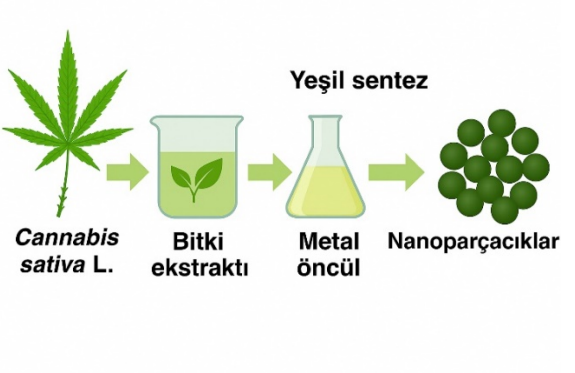
Çocuk diş hekimliğinde kenevir türevli ajanların kullanımı, sadece restoratif uygulamalar değil; aynı zamanda koruyucu diş hekimliği, davranış yönetimi ve biyolojik uyumluluk açısından yeni bir paradigma sunmaktadır. Ancak bu potansiyelin klinik pratiğe yansıması, daha fazla preklinik ve kontrollü insan çalışmalarıyla desteklenmelidir.

Yeşil Nanoteknoloji ve Kenevir: Cam İyonomer Simanlarda Uygulama Örnekleri

Kenevirden Yeşil Sentezle Elde Edilen Nanopartiküller

Yeşil nanoteknoloji, çevre dostu sentez yöntemleriyle nano-ölçekli materyallerin üretimini hedefleyen yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu alanda, bitkisel kaynaklı ekstraktlarla sentezlenen biyojenik metal oksit nanoparçacıklar, sürdürülebilir diş hekimliği uygulamalarında büyük ilgi görmektedir. Kenevir bitkisi, içerdiği zengin fenolik bileşenler, antioksidanlar ve karbon temelli yapılar sayesinde titanyum dioksit (TiO_2) gibi nanoparçacıkların yeşil sentezinde oldukça elverişli bir biyolojik kaynak sunmaktadır (Verma & ark., 2022: 1-19) (Şekil 3).

Şekil 3. Yeşil sentez akış şeması



Söz konusu yeşil sentez yöntemi, toksik kimyasalların kullanımını ortadan kaldırmakta; enerji verimliliğini artırmakta ve sürdürülebilir üretimi desteklemektedir. Ayrıca kenevir, lifsel yapısı ve hücresel duvarında bulunan flavonoid, selüloz ve lignin gibi bileşenler sayesinde nanoparçacıkların indirgenmesi ve stabilizasyonunda aktif rol oynar (Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022: 613-631).

Biyoaktivite, Mikrosertlik ve Yüzey Özellikleri Üzerine Etkileri

Kenevirden elde edilen TiO_2 nanoparçacıkların GIC entegrasyonu, bu materyallerin çeşitli fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Özellikle düşük konsantrasyonlarda (%1–3) kullanılan TiO_2 nanoparçacıklar, GIC'nin mikrosertlik değerlerini anlamlı şekilde artırmakta; böylece aşınma direncini ve uzun ömürlülüğünü geliştirmektedir (Kuşçu & ark., 2025: 1-11).

Mikrosertlik testlerinde gözlemlenen bu iyileşme, nanoparçacıkların homojen dağılması ve GIC matrisine daha iyi entegre olmasıyla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca yüzey pürüzlülüğü analizlerinde de, 1% TiO_2 eklenen gruplarda pürüzsüz ve bütünlüklü yüzey morfolojileri elde edildiği, buna karşın %5 gibi yüksek

oranlarda agregasyon ve mikroyapısal bozulmalar gözlemlendiği rapor edilmiştir (Elbatanony & El Shahawi, 2024: 109).

Biyoaktivite açısından değerlendirildiğinde, yeşil sentezli nanoparçacık içeren GIC'lerin, florür salınım kapasitesinde azalma olmadan hücre dostu bir ortam sunduğu ve sitotoksik etkiler göstermediği vurgulanmaktadır. Bu durum, söz konusu nanoparçacıkların hem restoratif uygulamalarda hem de atravmatik restoratif tedavi (ART) protokollerinde güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

Cam İyonomer Simanlarla Etkileşimleri

Cam iyonomer simanlar, asetik asit ve polialkenoat matrislerinin metal iyonları ile reaksiyonu sonucunda sertleşen iyonomer yapıdadır. Bu yapının nanoparçacıklarla etkileşimi, siman yapısında önemli mikro yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Yeşil sentezli TiO_2 nanoparçacıklar, GIC matrisinde boşluklara entegre olarak çatlak propagasyonunu önlemekte, iyon değişim bölgelerinde fiziksel bir bariyer işlevi görerek çatlak oluşumunu geciktirmektedir (Elbatanony & El Shahawi, 2024: 109).

Ayrıca SEM-EDX analizlerinde, nanoparçacıkların GIC içinde düzgün dağılım gösterdiği ve cam partiküller ile yüzey bağlarının arttığı görülmüştür. Bu durum, GIC'nin morfolojik stabilitesini artırırken aynı zamanda klinik dayanıklılığını da desteklemektedir (Kuşçu & ark., 2025: 1-11).

Sonuç olarak, kenevir bitkisi kaynaklı yeşil sentezli nanoparçacıkların GIC sistemlerine entegrasyonu, hem fiziksel hem de biyolojik açıdan iyileştirilmiş restoratif materyallerin geliştirilmesinde önemli bir adımı temsil etmektedir. Bu yaklaşım, çevre dostu üretim süreçleriyle sürdürülebilir diş hekimliği kavramını somutlaştırırken, aynı zamanda çocuk hastalarda güvenli ve dayanıklı materyal kullanımı açısından da önemli bir katkı sunmaktadır.

Pediatrik Endikasyonlar: Klinik Uygulamalar ve Potansiyel Alanlar

Erken Çocukluk Çağı Çürükleri için Koruyucu Yaklaşımlar

Erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ), özellikle 0–5 yaş aralığındaki çocuklarda hızla ilerleyen ve tedavi edilmediğinde sistemik etkiler doğurabilen, multifaktöriyel bir hastalıktır. Geleneksel florürlü ajanlara alternatif olarak geliştirilen doğal bileşenli koruyucu sistemler, EÇÇ yönetiminde hem biyouyumluluk hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Stoto, Atchison, & Dausey, 2019: 453–461).

Bu bağlamda CBD, çürüğe neden olan bakteriler üzerinde antibakteriyel etkiler göstermesi nedeniyle EÇÇ'ye karşı koruyucu ajan olarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, CBD'nin Streptococcus mutans gibi kariyojenik mikroorganizmaların üreme ve biyofilm oluşturma kapasitelerini baskıladığı, bu sayede çürük oluşumunu önleyebileceği bildirilmiştir (Lowe, & ark., 202: 1-20; Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022: 613-631).

Ayrıca, CBD'nin florürle kombinasyon halinde veya tek başına yerleştirildiği topikal uygulamaların, diş minesinde remineralizasyonu teşvik edebileceği yönünde bulgular elde edilmiştir. Bu durum, EÇÇ'nin önlenmesine yönelik ağız ortamında mikrobiyal dengenin yeniden sağlanması için yeni fırsatlar sunmaktadır.

Kenevir Kökenli Ajanların Pediatrik Pulpa Tedavilerinde Potansiyeli

Pediyatrik pulpa tedavilerinde (vital amputasyonlar, direkt veya indirekt pulpa örtüleri) kullanılan materyallerin biyouyumlu, antienflamatuvar ve enfeksiyon kontrolü sağlayıcı nitelikte olması gerekmektedir.

Geleneksel ajanlara (formokrezol, MTA, kalsiyum hidroksit) alternatif olarak CBD ve yeşil sentezli nanoparçacıklar içeren doğal içerikler, bu kriterleri karşılayabilecek potansiyele sahiptir.

CBD'nin inflamatuvar yanıtları düzenleyici etkisi sayesinde, pulpa doku bütünlüğünü koruyarak reparatif dentin oluşumunu uyarabileceği ifade edilmiştir (Chrepa, & ark., 2024: 235-242); (Bertoldi, & ark., 2024: 1120–1134). Özellikle otizm spektrum bozukluğu gibi eşlik eden sistemik koşullarda CBD, hem davranış yönetimini kolaylaştırıcı hem de lokal tedavi etkinliğini artırıcı etkiler gösterebilir.

Ek olarak, kenevirden yeşil sentezle elde edilen TiO_2 ya da chitosan nanoparçacıkları, pulpa üzerindeki sitotoksik etkileri minimal olan materyallerle kombine edildiğinde, pulpaya komşu bölgelere antimikrobiyal ve mineralizan destek sağlayabilir (Cibim & ark., 2017: 1-11)

Lak Uygulamaları, Koruyucu Restorasyonlar

CBD'nin formülasyonlara dahil edildiği diş macunu, gargara, lak ve rezin bazlı ajanlar geliştirilmiş olup, bu ürünlerin çocuklarda kullanımına dair ön veriler umut vericidir. Özellikle süt azı dişlerinin fissür bölgelerine uygulanan CBD içeren koruyucu laklar, mikroorganizma kolonizasyonunu azaltarak çürük önleyici etki sağlayabilir (Kolen, 2020: 1-14; Lowe & ark.,2021: 1-20).

Cam iyonomer simanlarla yapılan kombine uygulamalarda, kenevir katkılı nanoparçacıkların restoratif malzemelerin adezyonuna ve marjinal sızıntının azaltılmasına katkı sağladığı gözlemlenmiştir (Kuşçu & ark., 2025: 1-11). Bu özellikleriyle, ART gibi minimal invaziv yöntemlerin desteklenmesinde CBD'nin ve yeşil nanoparçacıkların kullanımı, hem çevreci hem de çocuk dostu uygulamalar sunmaktadır.

CBD ve kenevir türevli biyomalzemelerin çocuk diş hekimliğinde önleyici, tedavi edici ve davranış yönetimine yardımcı olarak kullanımı, pediatrik dental bakımda yenilikçi bir paradigma değişikliğine işaret etmektedir. Bu alandaki preklinik ve klinik çalışmaların artırılması, materyal güvenliğini ve uzun vadeli etkinliği ortaya koymada kritik öneme sahiptir.

Toksikolojik Değerlendirme ve Biyouyumluluk

İn Vitro ve İn Vivo Güvenlik Verileri

Kenevir türevli biyomalzemelerin diş hekimliğinde kullanılabilirliği açısından en kritik aşamalardan biri toksikolojik güvenlik değerlendirmeleridir. İn vitro çalışmalarda, CBD'nin ve kenevir kaynaklı yeşil sentezli TiO_2 nanoparçacıkların hücre kültürlerinde sitotoksik etkiler göstermediği, özellikle düşük dozlarda fibroblast proliferasyonunu desteklediği bildirilmiştir (Cibim & ark., 2017: 1-11)

Ayrıca, in vivo hayvan çalışmaları da CBD'nin inflamasyonu baskılayıcı ve yara iyileşmesini hızlandırıcı etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur (Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022: 613-631). Bu özellikler, CBD'nin oral mukozal dokularla teması halinde irritatif ya da toksik etki oluşturma riskinin oldukça düşük olduğunu göstermektedir.

Çocuk Hastalarda Risk Değerlendirmesi

Pediatrik hastalar açısından en önemli konulardan biri farmakolojik bileşenlerin dozajı ve sistemik absorpsiyon düzeyidir. FDA tarafından onaylanan Epidiolex® ilacı, CBD'nin sistemik kullanımına dair önemli güvenlik verileri sunmakta; yan etkilerinin ise doza bağımlı olarak sedasyon, iştah azalması ve nadiren karaciğer enzim artışı şeklinde görüldüğünü göstermektedir (Kolen, 2020: 1-11).

Ancak dental materyallerde lokal/topikal kullanım söz konusu olduğunda sistemik geçişin son derece sınırlı olduğu ve bu nedenle çocuklarda güvenli kullanım potansiyelinin yüksek olduğu düşünülmektedir (Bertoldi &ark., 2024: 1120–1134).

Regülasyonlar ve Görüşler

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority-EFSA), CBD'nin gıda takviyesi olarak değerlendirilmesinde halen yeterli veri bulunmadığını belirtmiştir. Ancak topikal kullanım için sınırlı toksisite riski olduğuna dair ön değerlendirmeler yapılmaktadır.

FDA, yalnızca belirli formülasyonlardaki CBD türevlerine onay vermiş olup, kozmetik ve dental ürünlerde kullanımına ilişkin standartlar hâlen gelişme aşamasındadır (FDA, 2024). Avrupa İlaç Ajansı (European Medicines Agency-EMA) ise çocuk hastalarda CBD kullanımını destekleyen klinik araştırmalara odaklanılması gerektiğini vurgulamaktadır (Palmieri, Laurino, & Vadalà, 2019: 2083–2090).

Sürdürülebilirlik ve Ekolojik Kazanımlar

Karbon Ayak İzi, Enerji Tüketimi ve Toksik Atık Azaltımı

Yeşil nanoteknoloji uygulamaları, geleneksel sentetik nanoparçacık üretim yöntemlerine kıyasla çok daha düşük enerji tüketimi ve karbon emisyonu sağlamaktadır. Kenevirden elde edilen nanoparçacıkların sentezi sırasında zararlı kimyasal reaktifler kullanılmamakta, bu da toksik atık oluşumunu önemli ölçüde azaltmaktadır (Kuşçu & ark., 2025: 1-11).

Kenevir liflerinin doğrudan kompozit materyallere entegrasyonu, enerji yoğun sentetik fiber üretiminin yerini alarak çevresel yükü minimuma indirir. Ayrıca, kenevirin biyobozunur özelliği, materyallerin yaşam döngüsü sonunda doğaya zarar vermeden ayrışmasını sağlar.

Kenevirin Ekolojik Üretim Avantajları

Kenevir bitkisi, kısa sürede yüksek biyokütle verimi sağlayabilmesi, pestisit gerektirmemesi ve toprak restorasyon kapasitesiyle tarımsal açıdan sürdürülebilir bir bitkidir. CO_2 yakalama kapasitesi yüksek olan bu bitki, hektar başına ortalama 15 ton karbon absorbe edebilir, bu da onu iklim dostu biyomalzeme üretimi için ideal hale getirir (Abidi, Alghamdi, & Derefinko, 2022: 613-631; Small & Marcus, 2002: 284–326 ;Crini & ark., 2020: 1451–1466).

Gelecek Perspektifi ve Öneriler

Çocuk Diş Hekimliğinde Kenevire Dayalı Araştırma ve Geliştirme İhtiyaçları

Kenevir bitkisi, fitokimyasal zenginliği, sürdürülebilir üretim avantajları ve biyoaktif özellikleri sayesinde çocuklara yönelik dental uygulamalarda dikkat çekici bir inovasyon alanı sunmaktadır. Özellikle CBD, lignin, selüloz ve flavonoidler gibi bileşenlerin dental biyomalzemelerle olan fizikokimyasal uyumu, salınım profilleri ve stabiliteleri detaylı biçimde karakterize edilmelidir. Bu tür karakterizasyonlar, hem materyal dayanıklılığı hem de kontrollü biyolojik etki açısından belirleyici öneme sahiptir.

Nanoteknoloji temelli yeşil sentez yöntemleriyle elde edilen kenevir bazlı nanoparçacıkların (örneğin TiO_2, chitosan), diş sert dokuları ve pulpal yapılarla olan biyolojik etkileşimleri, doku rejenerasyonuna katkıları ve uzun dönem biyouyumlulukları hayvan modellemeleriyle desteklenmeli; ardından etik kurul onaylı insan klinik çalışmalarına geçilmelidir. CBD'nin periodontal tedavide anti-inflamatuar ve osteoindüktif etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu bileşiğin dental uygulamalarda potansiyelini ortaya koymaktadır (David & ark., 2022: 193).

Çocuk diş hekimliği pratiğinde kullanılabilecek CBD içeren laklar, yapıştırıcı sistemler, koruyucu ajanlar ve vital pulpa tedavi materyalleri için formülasyon optimizasyonları, dozaj belirlemeleri ve salınım kontrolü açısından sistematik deneysel protokoller geliştirilmeli ve valide edilmelidir. CBD'nin *Streptococcus mutans* ve *Porphyromonas gingivalis* gibi oral patojenlere karşı antibakteriyel etkileri, dental materyallerde kullanım potansiyelini desteklemektedir.

Klinik Araştırma Eksiklikleri ve Çözüm Önerileri

Mevcut literatür, CBD'nin antimikrobiyal ve anti inflamatuar özelliklerini güçlü biçimde desteklemektedir. Ancak, özellikle pediatrik popülasyonda doğrudan kontrollü klinik çalışmalara yönelik ciddi bir eksiklik söz konusudur. Çocuk hastalarda CBD içeren dental ürünlerin kullanımı kapsamında, farmakokinetik, farmakodinamik ve sistemik etki profillerinin belirlenmesine yönelik Faz I-II düzeyinde klinik çalışmalar ivedilikle planlanmalıdır. Bu tür erken dönem klinik veriler, hem biyogüvenlik sınırlarının hem de optimum terapötik doz aralıklarının netleştirilmesinde temel rol oynayacaktır.

Ayrıca, kenevir türevlerinin farklı formülasyon ve dozaj varyantlarının çocuk hastalar üzerinde oluşturabileceği potansiyel advers etkilerin sistematik bir şekilde değerlendirilmesi, etik kurul onaylı öncü pilot çalışmalarla başlamalıdır. Bu süreci takiben, randomize kontrollü klinik deneyler, uzun dönemli kohort izlem çalışmaları ve hasta/ebeveyn memnuniyeti odaklı niteliksel analizler ile veri tabanı güçlendirilmelidir. Özellikle OSB olan çocuklarda CBD'nin dental uygulamalardaki etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu alandaki bilgi boşluğunu doldurmaya yönelik önemli adımlar atmaktadır.

Türkiye özelinde, T.C. Sağlık Bakanlığı, TÜBİTAK ve üniversiteler aracılığıyla desteklenen akademik projeler

kapsamında, çocuk diş hekimliğinde bitkisel kökenli materyallerin etkinlik ve güvenlik düzeylerinin test edilmesi büyük önem arz etmektedir. Literatürdeki en belirgin boşluklardan biri, CBD içeren dental materyallerin randomize kontrollü klinik deneylerle henüz test edilmemiş olması ve farklı konsantrasyonlara bağlı doz-yanıt ilişkilerinin açık biçimde ortaya konmamış olmasıdır.

Bu bağlamda, üniversite-sanayi iş birlikleri çerçevesinde yapılandırılacak multidisipliner araştırma projeleri, hem ulusal bilimsel kapasiteyi güçlendirecek hem de CBD'nin çocuk diş hekimliği uygulamalarındaki yerini bilimsel temele dayalı biçimde belirleyecektir. Gerek moleküler biyoloji, farmasötik teknoloji ve dental malzeme bilimleri; gerekse pediatrik klinik bilimlerin eşgüdümünde yürütülecek bu projeler, kanıta dayalı pediatrik biyomalzeme geliştirme sürecine ciddi katkılar sunacaktır.

Etik, Yasal ve Sosyal Yönler

Kenevir temelli biyomalzemelerin diş hekimliğinde kullanımı, yalnızca bilimsel değil, aynı zamanda etik ve hukuki boyutlarıyla da dikkatle değerlendirilmelidir. Özellikle CBD gibi psikoaktif olmayan bileşenlerin dahi pediatrik uygulamalarda toplum algısı, ebeveyn rızası, dini/kültürel duyarlılıklar gibi sosyal etmenlerle örtüşmesi önem arz etmektedir.

EMA, FDA ve EFSA gibi kurumlar tarafından CBD’nin çocuklar üzerindeki etkilerine dair yürütülen güvenlik değerlendirmeleri sınırlıdır ve ürün onaylarında sıkı regülasyonlar söz konusudur. Bu nedenle etik kurallar çerçevesinde geliştirilecek rehber protokoller, hem hasta güvenliğini sağlamada hem de toplum nezdinde kabul edilebilirliği artırmada temel rol oynayacaktır. Kenevir bitkisinin "uyarıcı madde" olarak kamuoyunda taşıdığı algı, tıbbi ve dental kullanım alanlarının gelişimini etik ve sosyal açıdan tartışmalı hale getirmektedir. Bu nedenle, toplum temelli bilgilendirme kampanyaları, etik kurulların

rehberliğinde yapılmalı ve CBD kullanımına dair doğru, bilimsel bilgiler halkla paylaşılmalıdır.

Ayrıca, çocuk hastalarda kullanım öncesinde ebeveyn bilgilendirme formlarının standardize edilmesi ve etik kurullardan izin alınması zorunludur. Yasal zeminde ise FDA ve EMA gibi kurumların açıklamaları yakından izlenmeli ve materyal geliştirme süreçleri bu yönergelere uygun yapılandırılmalıdır.

Sonuç

Kenevir bitkisi, fitokimyasal zenginliği, biyolojik aktivite potansiyeli ve sürdürülebilir üretim avantajları ile çocuk diş hekimliğinde yenilikçi uygulamalara kapı aralayan doğal bir kaynak olarak dikkat çekmektedir. Özellikle CBD başta olmak üzere lignin, selüloz, flavonoid gibi fitokimyasal bileşenlerin antiinflamatuar, antibakteriyel ve rejeneratif etkileri, hem koruyucu hem de tedavi edici pediatrik diş uygulamalarında değerli biyofonksiyonlar sunmaktadır.

Bu bağlamda, kenevir bazlı biyomalzemelerin, özellikle cam iyonomer simanlar, rezin esaslı materyaller ve lak sistemleri içerisinde kullanımına yönelik öncü araştırmalar umut verici sonuçlar vermekte; mikrosertlik artışı, yüzey kalitesinin iyileştirilmesi ve biyouyumlu doku etkileşimleri gibi kazanımlar rapor edilmektedir. Ayrıca, yeşil sentez yöntemleri ile elde edilen TiO_2 ve kitosan gibi kenevir kaynaklı nanoparçacıkların, çevresel toksisiteyi azaltma ve karbon ayak izini küçültme potansiyelleri, bu malzemelerin sadece klinik değil, aynı zamanda ekolojik açıdan da tercih edilir hâle gelmesini sağlamaktadır.

Bununla birlikte, bu umut verici potansiyelin klinik gerçekliğe dönüşebilmesi için pek çok yönüyle geliştirilmiş, disiplinler arası yaklaşımlara dayalı kanıta dayalı araştırma ve ürün geliştirme faaliyetlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Fitokimyasalların dental materyallerle fizikokimyasal etkileşimi, biyolojik salınım

profili ve stabilite özelliklerinin karakterizasyonu, malzeme güvenliği ve etkinliği açısından belirleyicidir. Ayrıca, çocuk hastalarda kullanım için formüle edilecek kenevir temelli ürünlerin biyouyumluluğu, optimal doz aralıkları, uzun dönem sistemik etkileri ve toksikolojik profilleri, hem etik hem de bilimsel açıdan titizlikle değerlendirilmelidir.

Mevcut veriler, CBD'nin pediatrik hasta grubunda kullanımına dair randomize kontrollü klinik çalışmaların oldukça sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, uluslararası otoritelerin düzenlemelerinde yer alan ihtiyatlı yaklaşımları anlamlı kılmakta; ancak aynı zamanda bu alanda daha güçlü bilimsel veri üretme gereğini vurgulamaktadır. Bu nedenle, pediatrik kullanım öncesinde ebeveyn onam süreçlerinin etik yönergelerle desteklenmesi, klinik protokollerin netleştirilmesi ve toplum temelli bilgilendirme stratejilerinin oluşturulması büyük önem taşımaktadır.

Geleceğe dönük olarak, kenevir temelli ajanların çocuk diş hekimliğinde etkin, güvenli ve kabul edilebilir biçimde kullanılabilmesi; malzeme bilimi, farmasötik teknoloji, moleküler biyoloji ve klinik diş hekimliğinin entegrasyonu ile mümkün olacaktır. Bu bağlamda, üniversite-sanayi iş birliklerine dayalı, sürdürülebilir ve etik araştırma vizyonu ile şekillenecek projeler; çocukların ağız ve diş sağlığını iyileştirmenin ötesinde, diş hekimliğinde ekolojik sorumluluk bilincini de pekiştirecek yeni bir paradigma sunacaktır.

Kaynakça

Abidi, A. H., Alghamdi, S. S., & Derefinko, K. (2022). A critical review of cannabis in medicine and dentistry: A look back and the path forward. Clinical and Experimental Dental Research, 8(3), 613–631.

[a]Korkmaz, N., D. Kısa, Y. Ceylan, E., Güçlü, F, Şen, "Biogenic synthesis of silica nanoparticles from industrial hemp waste for sustainable applications: Characterization and potential environmental benefits" Inorganic Chemistry Communications, 112750, 2024.

Baysan, F. D., Kuşçu, S., Korkmaz, N., & Çelebi, N. (2025). Evaluation of the effects of hemp fiber addition on fracture strength, acrylic tooth bonding and water absorption of polymethyl methacrylate. Selcuk Dental Journal, 12(1), 14–19.

Bertoldi, A. K. C., Neto, W. B., Arevalo, A. C. C., Santos, B. S. S., & de Souza Nunes, F. (2024). The use of cannabidiol in pediatric dentistry patients with autism spectrum disorder: Integrative review. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, 6(6), 1120–1134.

[b]Korkmaz, N., D. Kısa, Y. Ceylan, E., Güçlü, F, Şen, A. Karadağ, "Biological Synthesis of CeO2 Nanoparticles from Hemp Leaf Extract: Evaluation of Antibacterial, Anticancer and Enzymatic Activities", Inorganic Chemistry Communications, 2024, 159 (2024) 111797.

Brundtland, G. H. (1987). Our common future—Call for action. *Environmental conservation*, *14*(4), 291-294.

Chrepa, V., Villasenor, S., Mauney, A., Kotsakis, G., & Macpherson, L. (2024). Cannabidiol as an alternative analgesic for acute dental pain. Journal of Dental Research, 103(3), 235–242.

Cibim, D. D., Saito, M. T., Giovani, P. A., Borges, A. F. S., Pecorari, V. G. A., & Gomes, O. P. et al. (2017). Novel nanotechnology of TiO_2 improves physical-chemical and biological properties of glass ionomer cement. International Journal of Biomaterials, 2017, 7123919.

Crini, G., Lichtfouse, E., Chanet, G., & Morin-Crini, N. (2020). Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and biocomposites: A review. Environmental Chemistry Letters, 18, 1451–1466. https://doi.org/10.1007/s10311-020-00999-z

Dangelico, R. M., & Vocalelli, D. (2017). "Green Marketing": An analysis of definitions, strategy steps, and tools through a systematic review of the literature. *Journal of Cleaner production*, *165*, 1263-1279.

David, C., Elizalde-Hernández, A., Barboza, A. S., Cardoso, G. C., Santos, M. B., & Moraes, R. R. (2022). Cannabidiol in dentistry: A scoping review. Dentistry Journal, 10(10), 193.

Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012). Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. Progress in Polymer Science, 37(11), 1552–1596. https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2012.04.003

Elbatanony, M. M., & El Shahawi, A. M. (2024). *Evaluation of some mechanical and optical properties of modified glass ionomer cement with TiO_2 and SiO_2 nanoparticles*. **Bulletin of the National Research Centre**, 48(1), 109.

Hovorka, D. S., Labajo, E., & Auerbach, N. (2012). Information systems in environmental sustainability: of cannibals and forks. In *Green business process management: Towards the sustainable enterprise* (pp. 59-72). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Iravani, S. (2011). Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green Chemistry, 13(10), 2638–2650.

Kolen, D. (2020). Dentistry in the new world of CBD. Substance.

Kuşçu, S., Baysan, F. D., Korkmaz, N., Kuşçu, A. İ., & Karadağ, A. (2025). Enhancing mechanical properties of glass-ionomer cement with hemp fiber: A sustainable approach for dental restorations. BMC Oral Health, 25(1), 369.

Lowe, H., Toyang, N., Steele, B., Bryant, J., Ngwa, W., & Nedamat, K. (2021). The current and potential application of medicinal cannabis products in dentistry. Dentistry Journal, 9(9), 106.

Palmieri, B., Laurino, C., & Vadalà, M. (2019). Cannabis derivatives in the treatment of skin disorders: A systematic review. Phytotherapy Research, 33(8), 2083–2090. https://doi.org/10.1002/ptr.6413

Pichler, P. P., Jaccard, I. S., Weisz, U., & Weisz, H. (2019). International comparison of health care carbon footprints. Environmental Research Letters, 14(6), 064004. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab19e1

Small, E., & Marcus, D. (2002). Hemp: A new crop with new uses for North America. In Trends in new crops and new uses (pp. 284–326). ASHS Press.

Stoto, M. A., Atchison, C., & Dausey, D. J. (2019). Public health systems and health security: The critical need for sustainability. Health Security, 17(6), 453–461. https://doi.org/10.1089/hs.2019.0040

Uzzell, D., & Moser, G. (2006). Environment and quality of life. European Review of Applied Psychology, 56(1), 1–4.

Verma, V., Al-Dossari, M., Singh, J., Rawat, M., Kordy, M. G., & Shaban, M. (2022). A review on green synthesis of TiO_2 NPs: Photocatalysis and antimicrobial applications. Polymers, 14(7), 1444.

CHAPTER 2

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KÖK HÜCRELERİN GELECEĞİ: ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ İÇİN YENİ UFUKLAR

Beyza Nur ÇELİKKAYA[1]
Zeynep ÖZTÜRK[2]

Giriş

Kök hücre biyolojisi, rejeneratif tıp ve diş hekimliğinin önemli bir parçası haline gelmiştir. Dental kök hücreler arasında süt dişinden elde edilen kök hücreler en az travma ile ya da hiç travma olmadan elde edilen hücrelerdir. Bu kök hücrelerin çeşitli diş dokularında bulunabilmesi, etik kısıtlamaların daha az olması ve minimal invaziv doğası nedeniyle dikkat çekmektedir.

Dental orijinli çeşitli dokular, minimal travma ile sonuçlanan minimal invaziv süreç ile hücreler açısından zengin, kolayca bulunabilen bir kök hücre tedarik etmektedir. Kök hücrelerin

[1] Araştırma Görevlisi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, 0009-0004-3593-269X, byznrclkky06@gmail.com

[2] Doktor Öğretim Üyesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, 0000-0003-1791-1401, dt.zeynepozturk@gmail.com

indüklenmesi sadece diş hekimliğinde kullanılan çeşitli biyolojik olmayan materyallerin kullanımını ortadan kaldırmakla kalmayacak, aynı zamanda ana dokunun kendisine çok yakın yapılar da oluşturacaktır. Bu hücreler, pulpa rejenerasyonu, dentin onarımı, ortodontik destek, kraniyofasiyal anomalilerin düzeltilmesi ve periodontal dokuların yenilenmesi gibi çok yönlü tedavi olanakları sağlamaktadır.

Düşmüş veya çekilmiş süt dişlerinin diş pulpasından kök hücre elde etmenin diğer dişlere göre daha uygun ve dolayısıyla daha üstün olduğunu belirtmek gerekir. Dental kök hücreler, rejenerasyon ve kök hücre temelli tedaviler geliştirmek için kullanılabileceğinden, pedodontistlerin süt dişlerinden elde edilen kök hücreler hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları gerekir.

Kök Hücre

Kök hücreler, birçok farklı hücre tipine farklılaşma potansiyeline sahip, olgunlaşmamış, özelleşmemiş hücrelerdir. Vücuttaki konumları ve üretebilecekleri hücre tipleri açısından çeşitlilik gösterirler. (Slack, 2008)

Bu ilkel hücreler bölünme yeteneğine sahiptir ve nispeten uzun süreler boyunca özelleşmeden kalırlar. Daha sonra, gerekli sinyaller mevcut olduğunda, proliferasyon adı verilen sürekli çoğalma süreci tetiklenir. (Laci Aboud vd., 2007)

Bir hücrenin kök hücre olarak adlandırılabilmesi için kendi kendini kopyalayabilen ve en az iki farklı hücre tipine farklılaşabilen hücreler olarak her iki koşulu da sağlaması gerekir. (Avcı, 2022)

Dental Kök Hücreler

Dental kök hücreler, diş dokularına erişimin kolaylığı, etik ve yasal kısıtlamalara tabi olmamaları nedeniyle araştırmacılar tarafından yoğun ilgi görmektedir. Bu araştırmalarda, ortodontik nedenlerle çekilen dişler, 20 yaş dişleri, süpernumere dişler,

ortognatik cerrahi sırasında alınan alveol kemik parçaları ve doğal süreçte dökülen süt dişleri gibi çeşitli dental materyaller kullanılmaktadır. (Miura vd., 2003)

Dental kaynaklı kök hücre araştırmaları dental dokuların rejenerasyonu ve diğer vücut dokularının yenilenmesi alanlarında ilerleme göstermektedir. (Ulmer vd., 2010a)

Diş formasyonu, epitelyal ve mezenkimal olmak üzere iki temel kök hücre popülasyonunu içerir. Bu hücreler, diş gelişiminin yanı sıra dentin-pulpa rejenerasyonu ve saç, tükürük bezi, pankreas gibi organların morfogenezinde önemli rol oynar. (Brar & Toor, 2012a)

Dental epitelyal kök hücreler

Embriyonel oral epitelin odontogenezi tetiklemesiyle, diş minesinin oluşumu epitelyal kök hücrelerden kaynaklanan ameloblastlar tarafından sağlanır. Bu epitelyal hücreler, odontogenez sırasında bulunan tek ektodermal kökenli hücrelerdir ve diş sürdükten sonra kaybolurlar. İnsan dental epitelyal kök hücreleri hakkında henüz yeterli bilgi bulunmamaktadır. (Bluteau vd., 2008)

Dental mezenkimal hücreler

Dental mezenkimal kök hücreler, periodontal ligament, dental folikül, alveolar kemik iliği ve dental pulpanın perivasküler bölgelerinde bulunan kök hücrelerdir. Bu hücreler, hücre tabanlı yenileyici tedavilerde önemli bir potansiyel kaynak olarak değerlendirilmektedir. (Brar & Toor, 2012b)

Diğer mezenkimal kök hücreler gibi dental mezenkimal kök hücreler de kemik, kıkırdak, yağ dokusu, iskelet kası ve bağ dokusu stroması gibi mezenkimal kökenli dokulara farklılaşabilme kapasitesine sahiptir. (Brar & Toor, 2012b; Ulmer vd., 2010b)

Elde edilen kaynağa göre dental mezenkimal kök hücreler dental pulpa kök hücreleri (DPSC-Ortodontik nedenlerle çekilmiş dişlerden ve çekilmiş üçüncü azı dişlerinden elde edilen pulpa), periodontal ligament kaynaklı kök hücreler (PDLSCs), diş eti kaynaklı mezenkimal kök hücreler(GMSC), insan süt dişlerinden elde edilen kök hücreler (SHED), süt dişlerinden elde edilen olgunlaşmamış diş pulpası kök hücreleri (IDPSC), diş folikülü kök hücreleri (DFSC), diş germ progenitör hücreleri(TGPC), apikal papilladan kök hücreler (SCAP) şeklinde sıralanabilir (Chopra vd., 2013; Kerkis & Caplan, 2012; Rodríguez-Lozano vd., 2012; Ulmer vd., 2010b)

Dental pulpa kök hücreleri (DPSCs)

Ektomezenkimal kökenli dental pulpa kök hücreleri (DPSC'ler), üçüncü molar dişin yetişkin dental pulpasından izole edilen ilk DSC türüdür. DPSC'nin baskın morfolojisi fibroblast benzeri olmasına rağmen farklı DPSC popülasyonlarının varlığı nedeniyle, muhtemelen DPSC'lerin nöral krest veya mezenkimal kökenine bağlı olarak çeşitli morfolojiler görülebilir. (Gronthos vd., 2000)

İnsan süt dişlerinden elde edilen kök hücreler (SHEDs)

Süt dişlerinden daimi dişlere geçiş, daimi dişlerin gelişimi ve sürmesi ile süt dişlerinin rezorpsiyonu ve kaybının koordinasyon içinde ilerlediği eşsiz ve dinamik bir süreçtir. Etik açıdan herhangi bir engel oluşturmadan, doğal bir süreçle dökülen süt dişleri, kök hücre araştırmalarında değerli bir kaynak olarak kullanılabilir. (Miura vd., 2003)

Ek olarak, düşen süt dişlerinden kök hücre izole etmek diğer doğum sonrası kök hücre kaynaklarına göre daha zahmetsiz ve uygun maliyetlidir. Çünkü burada invaziv ve ağrılı prosedürlere gerek yoktur. (Suchánek vd., 2010)

Kök hücreler kendi kökenlerindeki hücrelere farklılaşma eğilimindedir. Dental kökenli hücreler nöral krest kökenlidir ve in vivo olarak nöral hücrelere farklılaşabilir. Bu yüzden DPSC'lerin diğer mezenkimal kök hücrelere göre daha fazla nöral farklılaşma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. (Govindasamy vd., 2010) Fakat SHED'ler ve DPSC'ler aynı kökenden gelmelerine rağmen, farklılaşma eğilimlerinde farklılıklar gözlenmiştir. (Govindasamy vd., 2010; Miura vd., 2003) SHED'lerin DPSC'lere göre kendi kökenindeki hücrelere farklılaşma eğiliminin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Ancak, DPSC'lerde daha yüksek nöroepitelyal kök hücre belirteçleri bulunmuştur. Bu sebeple DPSC'lerin nörolojik hastalıklar için kullanımı üzerinde durulmuştur. (Govindasamy vd., 2010)

Apikal papilla kaynaklı kök hücreler

Apikal papilla, gelişmekte olan daimi dişlerin kökünün apeksinde bulunan gevşek bağ dokusudur (Sedgley & Botero, 2012)ve pulpadan farklıdır. (Sonoyama vd., 2008) Dental pulpaya kıyasla, apikal papilla daha zengin bir mezenkimal SC kaynağı içerir. (Sonoyama vd., 2006) Diş gelişimi ve kron oluşumu sırasında, dental papilla dental pulpaya dönüşür. Aslında, SCAP diş oluşumunun belirli bir aşamasında izole edilir. Dental papilla ile farklılaşmış dental pulpa arasında hücreden zengin bir bölge bulunmaktadır.(Huang vd., 2008) SCAP'de in vivo dentin benzeri yapılar oluşturmak için güçlü bir odontojenik potansiyel bulunmaktadır. DPSC'ler onarıcı dentin üreten bir odontoblast kaynağı olmasına rağmen, SCAP'ın kök dentin oluşumuna katkıda bulunan birincil odontoblastların SC kaynağı olarak hizmet ettiği varsayılmaktadır. (Sonoyama vd., 2008)

Periodontal ligament kaynaklı kök hücreler

Periodontal ligament (PDL) dişleri alveolar kemiğe bağlayan yumuşak bir bağ dokusudur. PDL, dişlerin desteklenmesi ve beslenmesinde önemli bir rol oynar ve periodontal dokuların homeostazını korur ve rejenerasyonunu sağlar.(Bartold vd., 2000) PDLSC'ler, enzimatik sindirim veya in vitro kültür yoluyla izole edilen, sementum / PDL benzeri yapılar oluşturma yeteneğine sahip multipotent SC'lerdir. (Seo vd., 2004)

PDLSC'ler, periodonsiyumun yenilenmesine neden oldukları periodontal defektlerin iyileştirilmesinde başarıyla kullanılmıştır. (Hasegawa vd., 2005)

Diş folikülü progenitör/kök hücreleri

Dental folikül, kondanse ektomezenkimal bir kitledir. Diş oluşumu sırasında ve diş sürmesinden önce, dental folikül gelişmekte olan diş germlerini çevreler. Dental folikül progenitör/SC'leri üçüncü molar dişten izole edilmiştir. (Morsczeck vd., 2005)

DFPC'ler kondrositlere, adipositlere ve nöron hücrelerine,(Morsczeck vd., 2008; Yao vd., 2008) periodontal ligamente (PDL), osteoblastlara, sementoblastlara ve fibroblastlara yüksek bir farklılaşma potansiyeline sahiptir. (Morsczeck vd., 2005)

Diş germi progenitör hücreleri

Diş germi progenitör hücreleri (TGPC'ler), diş gelişiminin çan evresinde üçüncü molar diş germinin mezenkimal dokusundan izole edilen ve yüksek proliferasyon oranları ve stabil iğ şeklindeki morfolojileri ile tanımlanan multipotent SC'lerin bir popülasyonudur. (Ikeda vd., 2008)

Nondental Kök Hücreler

Oral mukoza kaynaklı kök hücreler, tükürük bezi kaynaklı kök hücreler, alveolar kemik kaynaklı mezenkimal kök hücreler, eksozom bunlar arasındadır. (Chopra vd., 2013)

Kök Hücrenin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları

SC terapisi, farklı tıp alanlarında, özellikle de diş hekimliği ve rejeneratif tıp alanında yeni bir strateji olarak hizmet vermektedir. Dental ve nondental SC'ler, sinir sistemi yaralanmaları, (Nosrat vd., 2001) kalp enfarktüsler ve kas distrofisi bozuklukları (Gandia vd., 2008) gibi çeşitli hastalıkların hasarlarını iyileştirmek ve kemik dokusunu yenilemek için klinik uygulamalarda kullanılmak üzere mevcut SC kaynakları olarak hizmet vermektedir. (d'Aquino vd., 2008; Graziano vd., 2008) Son zamanlarda, diş hekimliğinde SC tedavisi daha fazla dikkat çekmiştir. (Khazaei vd., 2016)

DSC'ler pulpanın yenilenmesi, hasarlı dentinin onarılması ve periodontal hastalıkların tedavisi için kullanılabilir. DSC'lerin ve mevcut dolgu malzemelerinin birlikte uygulanması, yakın gelecekte ağız dokuları oluşturma hedefine ulaşmamızı sağlayabilir. Diş gelişimi ve onarımının moleküler prensiplerinin anlaşılması, doku mühendisliği ve biyomateryallerde gelişen teknolojilerden yararlanarak rejeneratif diş hekimliğinin temelini oluşturmaktadır. DSC'ler karmaşık diş dokularının oluşturulmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Doku mühendisliği yoluyla rejeneratif diş tedavilerinin kullanılabilirliği, endodonti ve protez tedavilerinin yanı sıra implant cerrahisi gibi mevcut diş prosedürleriyle ilişkili zorlukları hafifletebilir. (Çevik vd., 2024)

Rejeneratif Diş Hekimliği

Rejeneratif diş hekimliği, kök hücreleri, biyoaktif molekülleri ve iskeleleri, diş hekimliğinin temeli olan doku

mühendisliği ile birleştiren rejeneratif tıbbın hızla gelişen bir dalıdır. (Granz & Gorji, 2020)

Rejeneratif diş hekimliği, rejeneratif endodonti ve diş onarımı, rejeneratif periodontoloji, diş dokusu kaynaklı kök hücreler ve bunların uygulama alanları olan alveolar kemik, dentin-pulpa kompleksi, periodonsiyum ve ağız boşluğu ile ilişkili diğer dokuların rejenerasyonunu içerir. (Granz & Gorji, 2020; Tollemar vd., 2016)

Kök hücreler, kendilerini yenileme, çoğalma ve farklı hücre türlerine dönüşebilme özellikleri ile hasarlı dokuların onarımı için önemli bir potansiyele sahiptir. Bu özelliklerin yanı sıra, kolay erişilebilir olmaları, bol miktarda temin edilebilmeleri ve hem otolog hem de allojenik alıcılara güvenli ve etkili bir şekilde nakledilebilmeleri, kök hücrelerin rejeneratif tıp alanında yaygın kullanımına imkânı sunmaktadır. (Fortier, 2005)

Rejeneratif endodonti (Dentin-pulpa kompleksi rejenerasyonu)

Pulpa-doku mühendisliğinin temel amacı, iltihaplanmış veya nekrotik pulpa dokusunun yerine sağlıklı, fonksiyonel ve dentin oluşturabilen yeni bir doku yerleştirmektir. Bu teknikte, farklılaşmamış hücreler biyolojik olarak çözünebilen bir iskele üzerinde in vitro olarak yerleştirilir. Hücrelerin çoğalması, göç etmesi ve farklılaşması sağlanarak, bu hücrelerin özel hücre tiplerine dönüşmesi teşvik edilir. Elde edilen yapı in vivo olarak implante edilir ve işlevsel dokunun şekillenmesi ve olgunlaşması sağlanır. (Tziafas, 2004) Nekrotik bir dişte dentin rejenerasyonu, geleneksel endodontik tedaviye alternatif olarak uygulanabilir. (Harumi Miyagi vd., 2010) Bu süreçte, morfogenetik sinyallerin, iskele tasarımının ve kök hücrelerin yenilenmesi için uygun hücrelerin belirlenmesi konularının anlaşılması büyük önem taşır. (Morsczeck vd., 2009)

Bir çalışmada, allojenik insan göbek kordonu kaynaklı mezenkimal kök hücreler, plazma türevi biyomateryallerle birlikte apikal lezyonlu kalıcı dişlerde kullanılmıştır. 12 aylık takip

sürecinde, dokularda artan vaskülarizasyon ve hassasiyet ile birlikte tedavinin etkinliği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, allojenik kök hücrelerin endodontik tedavilerde güvenli ve etkili bir seçenek olabileceğini ortaya koymuştur. (Xuan vd., 2018)

Klinik uygulamalarda, enfekte nekrotik pulpa tedavisi için rejeneratif endodontik yöntemler arasında en sık kullanılanı, pulpa revaskülarizasyonunun sağlanmasına yönelik tedavilerdir. Bu yöntemde, kanal içi uygun ilaçlar ve antiseptiklerle temizlik yapıldıktan sonra kanama indüksiyonu ile rejeneratif bir niş oluşturulur (Wei vd., 2022). Oluşan kan pıhtısı, kök hücrelerin, makrofajların ve fibroblastların tutunması için iskele görevi görürken, sert doku birikimi dentin duvarlarını güçlendirmeye yardımcı olur. Sürecin ilerleyen aşamalarında, pulpa revaskülarizasyonunu desteklemek amacıyla doğal veya sentetik biyomateryaller kullanılmaya başlanmıştır. Kollajen bazlı iskeleler uygulanmış ve kök kanalına trombositten zengin fibrin (PRF) yerleştirilerek kök hücrelerin yerleşmesi, tutunması ve çoğalması teşvik edilmiştir. Ayrıca, PRF'nin içerdiği büyüme faktörlerinin anjiyogenezi artırdığı gözlemlenmiştir. (Arshad vd., 2021)

Periodonsiyum rejenerasyonu

Periodonsiyumu oluşturan alveolar kemik, periodontal ligament (PDL), dişeti dokusu ve sementumun yenilenmesi ve onarılması sürecine periodontal rejenerasyon denir. (Tomokiyo vd., 2019) Alveolar kemik ve bağ dokusu gibi dişi destekleyen yapılardaki kayıp, yetişkinlik dönemindeki erken diş kayıplarının en önemli nedenidir. (Kwon vd., 2021; Tomokiyo vd., 2019) Periodontal tedavide amaç, periodonsiyumun etkilenen yumuşak ve sert doku bileşenlerini orijinal yapı ve işlevlerine geri döndürmektir. Cerrahi olmayan, cerrahi periodontal debridman, otolog/allojenik kemik grefti, trombositten zengin plazma uygulaması gibi birçok tedavi yöntemi uygulanmış olsa da sınırlı iyileşmeye neden

olmuştur. (Sheikh vd., 2017) Bu sebeple periodontal tedavide onarıcı yaklaşım yerini rejeneratif yaklaşıma bırakmıştır. (Woo vd., 2021)

İçerdiği büyüme faktörleri ile PRF yaygın olarak kullanılan ve kabul gören bir tedavi seçeneği haline gelmiştir. PRF uygulamalarının cerrahi debridman sonrası kemik grefti ile birlikte klinik ataşman seviyelerinde ve radyolojik kemik greftlerinde anlamlı iyileşmeye yol açtığı bildirilmiştir. (Miron vd., 2021)

Yapılan bir çalışmada, otolog insan periodontal ligament kök hücreleri çekilmiş üçüncü molar dişten izole edilmiştir. Bu hücreler kemik grefti materyali veya jelatin iskeleler ile karıştırılmış ve cerrahi debonding işlemini takiben periodontal defektlere nakledilmiştir. İşlem sonrasında uzun süreli takipte, diş hareketliliği, klinik ataşman kaybı ve kemik yoğunluğu açısından olumlu sonuçlar elde edilmiştir. (Shalini & Vandana, 2018)

Seo ve ark. (Seo vd., 2004) HPDL dokusunun periodontal dokuyu yenilemek için kullanılabilecek kök hücreler içerip içermediğini incelemişlerdir. Gömülü 3. azı dişlerinden elde edilen periodontal ligament dokusu, bazı mezenkimal kök hücrelere özgü antijenleri dışa vurabilecek klonojenik, hızlı çoğalan hücreler içeriyordu. Ayrıca, söz konusu hücreler taşıyıcı matriks olarak hidroksiapatit/trikalsiyum fosfat tozu ile karıştırılıp bağışıklık sistemi baskılanmış farelere implante edildiğinde, Sharpey liflerine benzeyen yoğun kolajen liflerine bitişik ince bir sement tabakası ile doğal periodontal ligamente benzeyen sement/periodontal ligament benzeri yapıların oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu yöntemlerle ilgili en önemli sorun, yeniden canlandırılan herhangi bir periodonsiyumun çiğneme sırasında uzun süre boyunca bütünlüğünü ve işlevini ne ölçüde koruyacağıdır. Şiddetli periodontitis için şu anda mevcut olan tedaviler yetersizdir ve eksikliklerine rağmen yakın gelecekte, özellikle de DSC'ye dayalı yeni tedaviler bağlamında, çalışmaların önemli bir odağı haline gelmeleri muhtemeldir. (Volponi vd., 2010)

Temporamandibuler eklem rejenerasyonu

Enflamatuar, dejeneratif hastalıklar veya travma nedeniyle TME eklemi hasar görebilir veya eklem diski yer değiştirebilir. Kıkırdak dokunun zayıf kan akımı ve düşük iyileşme potansiyeli nedeniyle tedavisi çok zordur. (Cui vd., 2017; Gauer & Semidey, 2015)

TME dejenerasyonun klinik aşamalarına bağlı olarak fizyoterapi, oklüzal splintler, NSAI'ler, artrosentez gibi cerrahi olmayan prosedürlerin yanı sıra eklem replasmanı gibi cerrahi tedavi seçenekleri de uygulanabilir. Bu tedavilerin belirtileri hafifletip hasarı durdurucu etkileri olsa da dejeneratif kıkırdağı onarma ya da eklem fonksiyonlarını geri kazandırma gibi etkileri yoktur. (Gauer & Semidey, 2015; Köhnke vd., 2021) Kök hücreler, kendini yenileme ve farklılaşma özellikleri nedeniyle son yıllarda rejeneratif tıp ve doku mühendisliği alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. MKH'lerin diferansiye olma potansiyellerinden ve immünomodülatör etkilerinden TME rahatsızlıklarının tedavisinde kıkırdak rejenerasyonu sağlamak için yararlanılması planlanarak kapsamlı çalışmalar yapılmış ve ilerlemeler kaydedilmiştir. (Fortier, 2005; Wieckiewicz vd., 2015)

MKH' ler adipoz doku, kemik iliği, kas, plasenta, süt dişleri gibi çok sayıda dokudan elde edilmektedir. Güncel olarak kemik iliği ve göbek kordonu kaynaklı MKH'ler kıkırdak rejenerasyonunda daha çok tercih edilmektedir. (De Riu vd., 2019; Fortier, 2005)

Bir araştırmada kemik iliği kaynaklı MKH'ler TME eklem dejenerasyonu hayvan modelinde uygulanmış ve ağrının hafiflediği, ağız açma ve çiğneme etkinliğinin arttığı gözlenmiştir. (Cui vd., 2017; Zhang vd., 2017)

Bir başka araştırmada, süt dişi kaynaklı MKH'lerin kondral kıkırdak ve kondral altı kemik rejenerasyonunu uyardığı, kıkırdak

yıkımını ve inflamasyonunu ise engellediği gösterilmiştir. (Ogasawara vd., 2020; Zhang vd., 2017)

Alveolar kemik rejenerasyonu

En sık görülen oral ve kraniyofasiyal kemik defekti nedenleri konjenital ve travmadır. Genel olarak alveoler kemik defektlerinin tedavisinde altın standart otolog kemik greftleridir. Ancak kullanım alanının sınırlı olması, rezorpsiyon, çevre bölgenin morbiditesi, deformite, enfeksiyon ve kemik greftinin reddi önemli dezavantajları arasındadır. (Hollý vd., 2021)

Günümüzde kemik doku mühendisliği ve kök hücre temelli tedavilerin kombinasyonu kemik augmentasyon tekniklerine önemli bir alternatif haline gelmiştir. Bu konudaki araştırmalar hızla artmaktadır. (Fernandez de Grado vd., 2018; Paz vd., 2018)

Biyoaktif moleküller, osteojenik hücreler (kök hücreler ve progenitör hücreler) ve biyouyumlu iskelelerin kombinasyonundan oluşan kemik doku mühendisliğinde kök hücreler önemli bir role sahiptir. (Fernandez de Grado vd., 2018)

Genellikle oral ve kraniyofasiyal bölgede kemik iliği, adipoz doku ve dişlerden elde edilen kök hücreler tercih edilmektedir. Bu kök hücrelerin elde edilmesi, kültüre edilmesi ve çoğaltılması zaman alıcıdır. (Gan vd., 2020)

MKH'lerden elde edilen eksozomların (MSC-Exos) osteoindüktif etkisi çeşitli çalışmalarda gösterilmiş ve bu çalışmaların çoğunda MSC-Exos transplantasyonunun osteogenezi, anjiyogenezi ve kemik iliği rejenerasyonunu artırdığı saptanmıştır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarla eksozomların kemik doku rejenerasyonunda önemli bir role sahip olduğu görülmekte ve geleneksel tedavi yöntemlerine alternatif bir hücresiz tedavi yöntemi olarak uygulanabileceği düşünülmektedir. (W. Liu vd., 2020)

Biyolojik Diş Formasyonu Çalışmaları

Embriyonik DKH'lerin farklılaştırılıp üst üste konularak birleştirilmesi ve özel bir ortamda ya da diş yuvasında yeni bir diş elde edilmesi sonrasında oluşan yapıya "biyolojik diş" adı verilmektedir. (Çevik vd., 2024)

Dualibi ve ark. (Duailibi vd., 2004) 3 ila 7 günlük fare embriyolarından elde ettikleri mikropları bir kültür ortamında çoğaltarak poliglikolat bazlı enveloplara yerleştirmiş ve aynı cinsiyetten 6 ila 12 aylık hayvanların omentumuna implante etmişlerdir. On iki hafta sonunda çıkarılan implantlarda olgun dental dokulara rastlanmıştır. Dört günlük embriyolardan elde edilen embriyoların bir kültür ortamında kolayca çoğaldığını gösteren bu çalışma, aynı türün farklı bireyleri arasında gerçekleştirilen ilk transplantasyon prosedürü olması açısından da önemliydi. Ayrıca, bu çalışmalarda diş dokularına benzeyen mineralize yapıların oluşturulmasında elde edilen başarıya rağmen, söz konusu yöntem hala birçok soruna yol açabilmektedir.

Gronthos ve ark. (Gronthos & Simmons, 1995) olgun insan diş pulpasından kemik iliğinden elde edilen mezenkimal kök hücrelere benzer bir immün fenotip oluşturan yüksek proliferatif hücreler izole etmiştir. Bu hücreler kültüre edildiklerinde yüksek alkalin fosfataz aktivitesi göstermiş ve yoğun kalsifiye kitleler oluşturmuşlardır. İn vivo transplantasyon deneyleri bu hücrelerin dentin benzeri yapılar oluşturabildiğini göstermiştir.

Ikeda ve ark. (Ikeda vd., 2009) yetişkin bir farede tam fonksiyonel bir dişin gelişimini, laboratuvarda biyolojik olarak düzenlenmiş diş germlerinin eksik bir dişin bulunduğu bölgedeki alveolar kemiğe nakledilmesiyle sağlamıştır. Diş dokuları yenilenmiş olsa da, doğru diş düzenlemesi için başarı oranı sadece %15-%20 idi. Bu durum, yapısal olarak sağlam dişler elde etmek

için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermiştir. (Çevik vd., 2024)

Dental Kök Hücrelerin Sistemik Hastalıklarda Kullanımı

Çeşitli in vivo ve in vitro araştırmaların bulguları, DSC'lerin gelecekte rejeneratif diş hekimliğinde ve sistemik dejeneratif hastalıkların tedavisinde kullanılması için umut vermiştir. (Lee S-M vd., 2014) Çalışmalar, diş dokusundan türetilen bu hücrelerin yalnızca kendini yenileme ve çoklu farklılaşma potansiyeli sergilemekle kalmadığını, aynı zamanda immünomodülatör işlevlere ve güçlü doku rejeneratif özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. (J. Liu vd., 2015) Çalışmalar, DSC'lerin omurilik yaralanmaları, Parkinson hastalığı, Alzheimer hastalığı, miyokardiyal enfarktüs, serebral iskemi, kas distrofisi, karaciğer hastalıkları, diyabet, göz hastalıkları ve benzeri çeşitli hastalıklarda önemli bir rol oynayabileceğini göstermiştir. (Yamada vd., 2019) Rejenerasyonun doğrulanması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu özellikleri araştırırken DSC'lerin yaratıcı yetenekleri çok çeşitli hastalıklar için oldukça umut verici görünmektedir. (Botelho vd., 2017)

Sonuç

Dental kök hücreler, sahip oldukları geniş terapötik uygulama potansiyeli ve koruma yöntemlerine yönelik mevcut teknolojiler göz önüne alındığında, gelecekte insan sağlığı üzerinde büyük bir etki yaratma kapasitesine sahiptir. Henüz keşfedilmesi gereken birçok alan olsa da, yapılan çalışmalar, özellikle süt dişlerinden elde edilen kök hücrelerin (SHED), kök hücre araştırmalarında önemli ve etkili bir kaynak olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Dişten kök hücre elde etmenin kolaylığı ve pratikliği, pedodontistlerin ve diş hekimlerinin kök hücre bankacılık hizmetlerinin aktif bir parçası haline gelmesine olanak tanımaktadır. Dental pulpa kök hücreleri, süt dişlerinden elde edilen kök hücreler,

apikal papilladan izole edilen kök hücreler ve periodontal ligament kök hücreleri gibi dental kök hücre türleri, pediatrik diş hekimliğinde yenilikçi ve dikkate değer bir yol sunmaktadır. Dental kök hücrelerin potansiyelinin tam anlamıyla kullanılabilmesi için multidisipliner iş birlikleri ve sürekli eğitim süreçleri, alanın gelecekteki başarısı için kritik öneme sahiptir.

Kaynakça

Arshad, S., Tehreem, F., Rehab khan, M., Ahmed, F., Marya, A., & Karobari, M. I. (2021). Platelet-Rich Fibrin Used in Regenerative Endodontics and Dentistry: Current Uses, Limitations, and Future Recommendations for Application. *International Journal of Dentistry*, *2021*, 1–8. https://doi.org/10.1155/2021/4514598

Avcı, M. (2022). Kök Hücre; Tanımı ve Genel Özellikleri, Kullanım Alanları, Tarihi, Yüzey Belirteçleri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, *31*(2), 87–93. https://doi.org/10.17827/aktd.1063647

Bartold, P. M., Mcculloch, C. A. G., Narayanan, A. S., & Pitaru, S. (2000). Tissue engineering: a new paradigm for periodontal regeneration based on molecular and cell biology. *Periodontology 2000*, *24*(1), 253–269. https://doi.org/10.1034/j.1600-0757.2000.2240113.x

Bluteau, G., Luder, H.-U., De Bari, C., & Mitsiadis, T. (2008). Stem cells for tooth engineering. *European Cells and Materials*, *16*, 1–9. https://doi.org/10.22203/eCM.v016a01

Botelho, J., Cavacas, M. A., Machado, V., & Mendes, J. J. (2017). Dental stem cells: recent progresses in tissue engineering and regenerative medicine. *Annals of Medicine*, *49*(8), 644–651. https://doi.org/10.1080/07853890.2017.1347705

Brar, G., & Toor, R. S. (2012a). Dental stem cells: Dentinogenic, osteogenic, and neurogenic differentiation and its clinical cell based therapies. *Indian Journal of Dental Research*, *23*(3), 393. https://doi.org/10.4103/0970-9290.102239

Brar, G., & Toor, R. S. (2012b). Dental stem cells: Dentinogenic, osteogenic, and neurogenic differentiation and its clinical cell based therapies. *Indian Journal of Dental Research*, *23*(3), 393. https://doi.org/10.4103/0970-9290.102239

Çevik, Z. M., Erkmen, E., & Kahraman, Ş. (2024). Significance of Dental Stem Cells in Dentistry and Stem Cell Banking. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, *13*(2), 402–408. https://doi.org/10.54617/adoklinikbilimler.1431309

Chopra, H., Hans, M. K., & Shetty, S. (2013). Stem cells-the hidden treasure: A strategic review. *Dental Research Journal*, *10*(4), 421–427.

Cui, D., Li, H., Xu, X., Ye, L., Zhou, X., Zheng, L., & Zhou, Y. (2017). Mesenchymal Stem Cells for Cartilage Regeneration of TMJ Osteoarthritis. *Stem Cells International*, *2017*, 1–11. https://doi.org/10.1155/2017/5979741

d'Aquino, R., Papaccio, G., Laino, G., & Graziano, A. (2008). Dental Pulp Stem Cells: A Promising Tool for Bone Regeneration. *Stem Cell Reviews*, *4*(1), 21–26. https://doi.org/10.1007/s12015-008-9013-5

De Riu, G., Vaira, L. A., Carta, E., Meloni, S. M., Sembronio, S., & Robiony, M. (2019). Bone marrow nucleated cell concentrate autograft in temporomandibular joint degenerative disorders: 1-year results of a randomized clinical trial. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *47*(11), 1728–1738. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2018.11.025

Duailibi, M. T., Duailibi, S. E., Young, C. S., Bartlett, J. D., Vacanti, J. P., & Yelick, P. C. (2004). Bioengineered Teeth from Cultured Rat Tooth Bud Cells. *Journal of Dental Research*, *83*(7), 523–528. https://doi.org/10.1177/154405910408300703

Fernandez de Grado, G., Keller, L., Idoux-Gillet, Y., Wagner, Q., Musset, A.-M., Benkirane-Jessel, N., Bornert, F., & Offner, D. (2018). Bone substitutes: a review of their characteristics, clinical use, and perspectives for large bone defects management. *Journal of Tissue Engineering*, *9*. https://doi.org/10.1177/2041731418776819

Fortier, L. A. (2005). Stem Cells: Classifications, Controversies, and Clinical Applications. *Veterinary Surgery*, *34*(5), 415–423. https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2005.00063.x

Gan, L., Liu, Y., Cui, D., Pan, Y., Zheng, L., & Wan, M. (2020). Dental Tissue-Derived Human Mesenchymal Stem Cells and Their Potential in Therapeutic Application. *Stem Cells International*, *2020*, 1–17. https://doi.org/10.1155/2020/8864572

Gandia, C., Armiñan, A., García-Verdugo, J. M., Lledó, E., Ruiz, A., Miñana, M. D., Sanchez-Torrijos, J., Payá, R., Mirabet, V., Carbonell-Uberos, F., Llop, M., Montero, J. A., & Sepúlveda, P. (2008). Human Dental Pulp Stem Cells Improve Left Ventricular Function, Induce Angiogenesis, and Reduce Infarct Size in Rats with Acute Myocardial Infarction. *Stem Cells*, *26*(3), 638–645. https://doi.org/10.1634/stemcells.2007-0484

Gauer, R. L., & Semidey, M. J. (2015). Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *American Family Physician*, *91*(6), 378–386.

Govindasamy, V., Abdullah, A. N., Sainik Ronald, V., Musa, S., Che Ab. Aziz, Z. A., Zain, R. B., Totey, S., Bhonde, R. R., & Abu Kasim, N. H. (2010). Inherent Differential Propensity of Dental Pulp Stem Cells Derived from Human Deciduous and Permanent Teeth. *Journal of Endodontics*, *36*(9), 1504–1515. https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.05.006

Granz, C. L., & Gorji, A. (2020). Dental stem cells: The role of biomaterials and scaffolds in developing novel therapeutic strategies. *World Journal of Stem Cells*, *12*(9), 897–921. https://doi.org/10.4252/wjsc.v12.i9.897

Graziano, A., d'Aquino, R., Angelis, M. G. C., De Francesco, F., Giordano, A., Laino, G., Piattelli, A., Traini, T., De Rosa, A., & Papaccio, G. (2008). Scaffold's surface geometry significantly affects human stem cell bone tissue engineering. *Journal of Cellular Physiology*, *214*(1), 166–172. https://doi.org/10.1002/jcp.21175

Gronthos, S., Mankani, M., Brahim, J., Robey, P. G., & Shi, S. (2000). Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) *in vitro* and *in vivo*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *97*(25), 13625–13630. https://doi.org/10.1073/pnas.240309797

Gronthos, S., & Simmons, P. J. (1995). The growth factor requirements of STRO-1-positive human bone marrow stromal precursors under serum-deprived conditions in vitro. *Blood*, *85*(4), 929–940.

Harumi Miyagi, S. P., Kerkis, I., da Costa Maranduba, C. M., Gomes, C. M., Martins, M. D., & Marques, M. M. (2010). Expression of Extracellular Matrix Proteins in Human Dental Pulp Stem Cells Depends on the Donor Tooth Conditions. *Journal of Endodontics*, *36*(5), 826–831. https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.020

Hasegawa, M., Yamato, M., Kikuchi, A., Okano, T., & Ishikawa, I. (2005). Human Periodontal Ligament Cell Sheets Can Regenerate Periodontal Ligament Tissue in an Athymic Rat Model. *Tissue Engineering*, *11*(3–4), 469–478. https://doi.org/10.1089/ten.2005.11.469

Hollý, D., Klein, M., Mazreku, M., Zamborský, R., Polák, Š., Danišovič, Ľ., & Csöbönyeiová, M. (2021). Stem Cells and Their Derivatives—Implications for Alveolar Bone Regeneration: A Comprehensive Review. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(21), 11746. https://doi.org/10.3390/ijms222111746

Huang, G. T.-J., Sonoyama, W., Liu, Y., Liu, H., Wang, S., & Shi, S. (2008). The Hidden Treasure in Apical Papilla: The Potential Role in Pulp/Dentin Regeneration and BioRoot Engineering. *Journal of Endodontics*, *34*(6), 645–651. https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.03.001

Ikeda, E., Morita, R., Nakao, K., Ishida, K., Nakamura, T., Takano-Yamamoto, T., Ogawa, M., Mizuno, M., Kasugai, S., & Tsuji, T. (2009). Fully functional bioengineered tooth replacement as an organ replacement therapy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(32), 13475–13480. https://doi.org/10.1073/pnas.0902944106

Ikeda, E., Yagi, K., Kojima, M., Yagyuu, T., Ohshima, A., Sobajima, S., Tadokoro, M., Katsube, Y., Isoda, K., Kondoh, M., Kawase, M., Go, M. J., Adachi, H., Yokota, Y., Kirita, T., & Ohgushi, H. (2008). Multipotent cells from the human third molar: feasibility of cell-based therapy for liver disease. *Differentiation*, *76*(5), 495–505. https://doi.org/10.1111/j.1432-0436.2007.00245.x

Kerkis, I., & Caplan, A. I. (2012). Stem cells in dental pulp of deciduous teeth. *Tissue Engineering. Part B, Reviews*, *18*(2), 129–138. https://doi.org/10.1089/ten.TEB.2011.0327

Khazaei, M., Bozorgi, A., Khazaei, S., & Khademi, A. (2016). Stem cells in dentistry, sources, and applications. *Dental Hypotheses*, *7*(2), 42. https://doi.org/10.4103/2155-8213.183764

Köhnke, R., Ahlers, M. O., Birkelbach, M. A., Ewald, F., Krueger, M., Fiedler, I., Busse, B., Heiland, M., Vollkommer, T., Gosau, M., Smeets, R., & Rutkowski, R. (2021). Temporomandibular Joint Osteoarthritis: Regenerative Treatment by a Stem Cell Containing Advanced Therapy Medicinal Product (ATMP)—An In Vivo Animal Trial. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(1), 443. https://doi.org/10.3390/ijms22010443

Kwon, T., Lamster, I. B., & Levin, L. (2021). Current Concepts in the Management of Periodontitis. *International Dental Journal*, *71*(6), 462–476. https://doi.org/10.1111/idj.12630

Laci Aboud, G. A., Anthony Adair, Elizabeth Zubiate, Alma Navarro, & Rafael Torres. (2007). What are stem cells? *E-Zine Journal: Youth Scientists and the Ethics of Current Science*.

Lee S-M, Zhang Q, & Le AD. (2014). Dental stem cells: sources and potential applications. In *Current Oral Health Reports* (pp. 34–42).

Liu, J., Yu, F., Sun, Y., Jiang, B., Zhang, W., Yang, J., Xu, G.-T., Liang, A., & Liu, S. (2015). Concise Reviews: Characteristics and Potential Applications of Human Dental Tissue-Derived Mesenchymal Stem Cells. *Stem Cells*, *33*(3), 627–638. https://doi.org/10.1002/stem.1909

Liu, W., Li, L., Rong, Y., Qian, D., Chen, J., Zhou, Z., Luo, Y., Jiang, D., Cheng, L., Zhao, S., Kong, F., Wang, J., Zhou, Z., Xu, T., Gong, F., Huang, Y., Gu, C., Zhao, X., Bai, J., … Cai, W. (2020). Hypoxic mesenchymal stem cell-derived exosomes promote bone fracture healing by the transfer of miR-126. *Acta Biomaterialia*, *103*, 196–212. https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.12.020

Miron, R. J., Moraschini, V., Fujioka-Kobayashi, M., Zhang, Y., Kawase, T., Cosgarea, R., Jepsen, S., Bishara, M., Canullo, L., Shirakata, Y., Gruber, R., Ferenc, D., Calasans-Maia, M. D., Wang, H.-L., & Sculean, A. (2021). Use of platelet-rich fibrin for the treatment of periodontal intrabony defects: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, *25*(5), 2461–2478. https://doi.org/10.1007/s00784-021-03825-8

Miura, M., Gronthos, S., Zhao, M., Lu, B., Fisher, L. W., Robey, P. G., & Shi, S. (2003). SHED: Stem cells from human exfoliated deciduous teeth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *100*(10), 5807–5812. https://doi.org/10.1073/pnas.0937635100

Morsczeck, C., Frerich, B., & Driemel, O. (2009). Dental Stem Cell Patents. *Recent Patents on DNA & Gene Sequences*, *3*(1), 39–43. https://doi.org/10.2174/187221509787236200

Morsczeck, C., Götz, W., Schierholz, J., Zeilhofer, F., Kühn, U., Möhl, C., Sippel, C., & Hoffmann, K. H. (2005). Isolation of precursor cells (PCs) from human dental follicle of wisdom teeth. *Matrix Biology*, *24*(2), 155–165. https://doi.org/10.1016/j.matbio.2004.12.004

Morsczeck, C., Schmalz, G., Reichert, T. E., Völlner, F., Galler, K., & Driemel, O. (2008). Somatic stem cells for regenerative dentistry. *Clinical Oral Investigations*, *12*(2), 113–118. https://doi.org/10.1007/s00784-007-0170-8

Nosrat, I. V., Widenfalk, J., Olson, L., & Nosrat, C. A. (2001). Dental Pulp Cells Produce Neurotrophic Factors, Interact with Trigeminal Neurons in Vitro, and Rescue Motoneurons after Spinal Cord Injury. *Developmental Biology*, *238*(1), 120–132. https://doi.org/10.1006/dbio.2001.0400

Ogasawara, N., Kano, F., Hashimoto, N., Mori, H., Liu, Y., Xia, L., Sakamaki, T., Hibi, H., Iwamoto, T., Tanaka, E., & Yamamoto, A. (2020). Factors secreted from dental pulp stem cells show multifaceted benefits for treating experimental temporomandibular joint osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, *28*(6), 831–841. https://doi.org/10.1016/j.joca.2020.03.010

Paz, A. G., Maghaireh, H., & Mangano, F. G. (2018). Stem Cells in Dentistry: Types of Intra- and Extraoral Tissue-Derived Stem Cells and Clinical Applications. *Stem Cells International*, *2018*, 1–14. https://doi.org/10.1155/2018/4313610

Rodríguez-Lozano, FJ., Insausti, CL., Iniesta, F., Blanquer, M., Ramírez, MC., Meseguer, L., Meseguer-Henarejos, AB., Marín, N., Martínez, S., & Moraleda, JM. (2012). Mesenchymal dental stem cells in regenerative dentistry. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugia Bucal*, e1062–e1067. https://doi.org/10.4317/medoral.17925

Sedgley, C. M., & Botero, T. M. (2012). Dental Stem Cells and Their Sources. *Dental Clinics of North America*, *56*(3), 549–561. https://doi.org/10.1016/j.cden.2012.05.004

Seo, B.-M., Miura, M., Gronthos, S., Mark Bartold, P., Batouli, S., Brahim, J., Young, M., Gehron Robey, P., Wang, C. Y., & Shi, S. (2004). Investigation of multipotent postnatal stem cells from human periodontal ligament. *The Lancet*, *364*(9429), 149–155. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16627-0

Shalini, H., & Vandana, K. (2018). Direct application of autologous periodontal ligament stem cell niche in treatment of periodontal osseous defects: A randomized controlled trial. *Journal of Indian Society of Periodontology*, *22*(6), 503. https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_92_18

Sheikh, Z., Hamdan, N., Ikeda, Y., Grynpas, M., Ganss, B., & Glogauer, M. (2017). Natural graft tissues and synthetic biomaterials for periodontal and alveolar bone reconstructive applications: a review. *Biomaterials Research*, *21*(1). https://doi.org/10.1186/s40824-017-0095-5

Slack, J. M. W. (2008). Origin of Stem Cells in Organogenesis. *Science*, *322*(5907), 1498–1501. https://doi.org/10.1126/science.1162782

Sonoyama, W., Liu, Y., Fang, D., Yamaza, T., Seo, B.-M., Zhang, C., Liu, H., Gronthos, S., Wang, C.-Y., Shi, S., & Wang, S. (2006). Mesenchymal Stem Cell-Mediated Functional Tooth Regeneration in Swine. *PLoS ONE*, *1*(1), e79. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000079

Sonoyama, W., Liu, Y., Yamaza, T., Tuan, R. S., Wang, S., Shi, S., & Huang, G. T.-J. (2008). Characterization of the Apical Papilla and Its Residing Stem Cells from Human Immature Permanent Teeth: A Pilot Study. *Journal of Endodontics*, *34*(2), 166–171. https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.11.021

Suchánek, J., Víšek, B., Soukup, T., El-Din Mohamed, S. K., Ivančaková, R., Mokrý, J., Aboul-Ezz, E. H. A., & Omran, A. (2010). Stem Cells from Human Exfoliated Deciduous Teeth – Isolation, Long Term Cultivation and Phenotypical Analysis. *Acta Medica (Hradec Kralove, Czech Republic)*, *53*(2), 93–99. https://doi.org/10.14712/18059694.2016.66

Tollemar, V., Collier, Z. J., Mohammed, M. K., Lee, M. J., Ameer, G. A., & Reid, R. R. (2016). Stem cells, growth factors and scaffolds in craniofacial regenerative medicine. *Genes & Diseases*, *3*(1), 56–71. https://doi.org/10.1016/j.gendis.2015.09.004

Tomokiyo, A., Wada, N., & Maeda, H. (2019). Periodontal Ligament Stem Cells: Regenerative Potency in Periodontium. *Stem Cells and Development*, *28*(15), 974–985. https://doi.org/10.1089/scd.2019.0031

Tziafas, D. (2004). The Future Role of a Molecular Approach to Pulp-Dentinal Regeneration. *Caries Research*, *38*(3), 314–320. https://doi.org/10.1159/000077771

Ulmer, F. L., Winkel, A., Kohorst, P., & Stiesch, M. (2010a). Stem cells--prospects in dentistry. *Schweizer Monatsschrift Fur Zahnmedizin = Revue Mensuelle Suisse d'odonto-Stomatologie = Rivista Mensile Svizzera Di Odontologia e Stomatologia*, *120*(10), 860–883.

Ulmer, F. L., Winkel, A., Kohorst, P., & Stiesch, M. (2010b). Stem cells--prospects in dentistry. *Schweizer Monatsschrift Fur Zahnmedizin = Revue Mensuelle Suisse d'odonto-Stomatologie = Rivista Mensile Svizzera Di Odontologia e Stomatologia*, *120*(10), 860–883.

Volponi, A. A., Pang, Y., & Sharpe, P. T. (2010). Stem cell-based biological tooth repair and regeneration. *Trends in Cell Biology*, *20*(12), 715–722. https://doi.org/10.1016/j.tcb.2010.09.012

Wei, X., Yang, M., Yue, L., Huang, D., Zhou, X., Wang, X., Zhang, Q., Qiu, L., Huang, Z., Wang, H., Meng, L., Li, H., Chen, W., Zou, X., & Ling, J. (2022). Expert consensus on regenerative endodontic procedures. *International Journal of Oral Science*, *14*(1), 55. https://doi.org/10.1038/s41368-022-00206-z

Wieckiewicz, M., Boening, K., Wiland, P., Shiau, Y.-Y., & Paradowska-Stolarz, A. (2015). Reported concepts for the treatment modalities and pain management of temporomandibular disorders. *The Journal of Headache and Pain*, *16*(1), 106. https://doi.org/10.1186/s10194-015-0586-5

Woo, H. N., Cho, Y. J., Tarafder, S., & Lee, C. H. (2021). The recent advances in scaffolds for integrated periodontal regeneration. *Bioactive Materials*, *6*(10), 3328–3342. https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2021.03.012

Xuan, K., Li, B., Guo, H., Sun, W., Kou, X., He, X., Zhang, Y., Sun, J., Liu, A., Liao, L., Liu, S., Liu, W., Hu, C., Shi, S., & Jin, Y. (2018). Deciduous autologous tooth stem cells regenerate dental pulp after implantation into injured teeth. *Science Translational Medicine*, *10*(455). https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aaf3227

Yamada, Y., Nakamura-Yamada, S., Kusano, K., & Baba, S. (2019). Clinical Potential and Current Progress of Dental Pulp Stem Cells for Various Systemic Diseases in Regenerative Medicine: A Concise Review. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(5), 1132. https://doi.org/10.3390/ijms20051132

Yao, S., Pan, F., Prpic, V., & Wise, G. E. (2008). Differentiation of Stem Cells in the Dental Follicle. *Journal of Dental Research*, *87*(8), 767–771. https://doi.org/10.1177/154405910808700801

Zhang, M., Yang, H., Lu, L., Wan, X., Zhang, J., Zhang, H., Liu, X., Huang, X., Xiao, G., & Wang, M. (2017). Matrix replenishing by BMSCs is beneficial for osteoarthritic temporomandibular joint cartilage. *Osteoarthritis and Cartilage*, *25*(9), 1551–1562. https://doi.org/10.1016/j.joca.2017.05.007

CHAPTER 3

Pedodontide Biyomimetik Rejenerasyon ve Akıllı Re-mineralizasyon Sistemleri: Moleküler Düzeyde Onarımın Geleceği

Ceren KAPLAN[1]

Giriş

Pedodontik diş tedavilerinde, diş dokusunun korunması ve biyolojik bütünlüğünün sürdürülmesi, yalnızca kısa vadeli tedavi başarısını değil, aynı zamanda bireyin uzun dönemli oral sağlık profilini de doğrudan etkilemektedir (Zafar et al., 2020). Geleneksel restoratif tedavi yöntemleri, madde kaybını telafi etmeye yönelik fiziksel çözümler sunsa da, bu yöntemler doku mimarisi, biyofonksiyon ve moleküler bütünlüğün yeniden inşası açısından yetersiz kalmaktadır. Özellikle mine ve dentin gibi yüksek oranda mineralize sert dokuların biyomimetik olarak yeniden yapılandırılması, konvansiyonel materyallerin biyolojik sınırlılıkları nedeniyle sınırlı başarı göstermektedir (Shruti Verma et al., 2023; Zafar et al., 2020).

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Atlas Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0003-1779-1438, cereeeennn@hotmail.com

Biyomimetik yaklaşım, doğada bulunan yapıları ve mekanizmaları örnek alarak, biyolojik sistemlerle uyumlu yapay çözümler geliştirme anlayışını ifade etmektedir. Diş hekimliğinde ise; mine ve dentin gibi diş sert dokularının biyolojik yapısını ve mineralizasyon sürecini taklit eden materyal ve tekniklerin kullanılmasını kapsamaktadır (Singh et al., 2023). Biyomimetik materyaller, doğal dokuya benzer kristal yapılar oluşturarak, klasik restorasyon materyallerinin aksine dokunun kendi kendini yeniden yapılandırmasını teşvik etmekttedir. Bu yöntem yalnızca dokuları restore etmekle kalmaz, aynı zamanda dokuya biyolojik işlev de kazandırır (Raju et al., 2021; Shruti Verma et al., 2023).

Klasik remineralizasyon yöntemleri genellikle florür, kalsiyum ve fosfat iyonlarının dışarıdan uygulanmasına dayanmaktadır. Fakat bu yöntemler, doğal mine ve dentin yapısında bulunan protein-temelli matriksi yeniden oluşturamaz. Diş sert remineralizasyon yalnızca yüzeyde sınırlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu yöntem derin tabakalarda yapısal bütünlüğü sağlamada yetersiz kalmaktadır (Alkilzy et al., 2023; Kamal et al., 2020). Ayrıca florür içerikli ajanların aşırı kullanımı çocuklarda dental florozis gibi yan etkiler oluşumuna sebep olabilmektedir (Jullien, 2021). Moleküler düzeyde onarım ihtiyacı, biyomimetik peptitler ve kontrollü iyon salan akıllı sistemler gibi ileri seviye yöntemleri esas kılmaktadır (Zafar et al., 2020).

Genç ve çocuk hastalarda diş dokuları henüz tam maturasyon sürecini tamamlamamış olup; pulpa odası geniş, hücresel aktivite yüksek ve rejeneratif potansiyel açısından dinamik bir yapı sergilemektedir (Jain et al., 2017; Zafar et al., 2020). Bu sebeple, genç yaş gruplarına uygulanan tedavi protokollerinin biyouyumlu, minimal invaziv ve büyüme-dönüşüm döngüsüne entegre edilebilir nitelikte olması klinik açıdan büyük önem taşımaktadır. Konvansiyonel restoratif yaklaşımlar, primer ve genç daimi dişlerde gereğinden fazla madde kaybına ve uzun vadede yapısal bütünlüğün

azalmasına neden olabilmektedir (Alkilzy et al., 2023; Kamal et al., 2020). Buna karşın, biyomimetik ve akıllı sistemler; doğal onarım süreçlerini moleküler düzeyde indükleyerek, hem fonksiyonel hem de biyolojik olarak daha fizyolojik ve sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Ayrıca, çocuk hastaların sınırlı kooperasyonu göz önünde bulundurulduğunda, hızlı uygulanabilir ve rejeneratif etkisi yüksek sistemlerin tercih edilmesi klinik başarı ihtimalini artırmaktadır (Alkilzy et al., 2023; Raju et al., 2021).

Son yıllarda, biyomimetik rejenerasyon stratejileri; dişin doğal yapısını moleküler düzeyde taklit edebilen fonksiyonel materyaller, peptit bazlı özelleştirilmiş ajanlar ve hücre sinyal yolaklarını hedefleyen mekanizmalar aracılığıyla, geleneksel restoratif uygulamalara kıyasla daha fizyolojik ve uzun vadeli biyouyumlu çözümler sunmaktadır (Rattan et al., 2021; Singh et al., 2023). Bu yaklaşımlar arasında öne çıkan en yenilikçi yöntemlerden biri, çevresel uyarıcılara (örneğin pH değişimleri, enzimatik aktivite) duyarlı biçimde çalışan akıllı remineralizasyon sistemleridir (Alkilzy et al., 2018; Nizami et al., 2022). Bu sistemler, hasarlı dentin ve mine dokularında kontrollü iyon salınımı sağlayarak doğal biyolojik yanıtları uyarır ve doku mimarisinin yeniden yapılanmasını teşvik eder.

Bu kitap bölümü, pedodontik hastalarda moleküler düzeyde doku rejenerasyonunun geleceğini şekillendiren biyomimetik ve akıllı remineralizasyon sistemlerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Özellikle doku mühendisliği temelli yaklaşımlar, peptit-tabanlı nanomateryaller ve pH-duyarlı salım sistemleri gibi yenilikçi teknolojiler üzerinden ilerleyerek, çocuk hastalarda minimal invaziv, fonksiyonel ve biyolojik açıdan sürdürülebilir restorasyon olasılıklarına odaklanılacaktır.

Moleküler Biyoloji Temelli Diş Doku Rejenerasyonu

Diş dokusu, yüksek oranda mineralize kompozisyonuna rağmen, doğal rejenerasyon kapasitesi son derece sınırlı olan bir yapıdır. Özellikle mine ve dentin dokuları; damar ve hücre içeriğinden yoksun olmaları nedeniyle, fizyolojik yenilenme ve onarım süreçlerine minimal düzeyde katılım gösterebilmektedir (Tjäderhane & Paju, 2019). Ancak son yıllarda moleküler biyoloji, doku mühendisliği ve malzeme bilimindeki ilerlemeler sayesinde, bu dokuların yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünü taklit eden biyomimetik rejeneratif yaklaşımların geliştirilmesi mümkün hâle gelmiştir. Bu stratejiler, özellikle protein-temelli matrisler, nano-hidroksiapatit kompleksleri ve sinyal yönlendirmeli peptit sistemleri aracılığıyla, diş sert dokularının moleküler düzeyde restorasyonuna yeni bir perspektif kazandırmaktadır (Haghgoo et al., 2016; Tulumbaci & Oba, 2019).

Diş dokusunun rejenerasyonu, dokuya özgü hücrelerin uygun mikroçevresel koşullarda proliferasyon ve farklılaşma süreçlerini sürdürebilme kapasitesine bağlıdır (Kamal et al., 2020). Bu bağlamda, dental pulpa kaynaklı mezenkimal kök hücreler (DPSC'ler), uygun biyokimyasal sinyallerle aktive edildiklerinde dentin benzeri mineralize dokular oluşturabilme potansiyeline sahiptir (Shah et al., 2020). Dentinogenez sürecinde, amelogenin, dentin sialofosfoprotein (DSPP) ve dentin matrix protein 1 (DMP1) gibi proteinler; mineral matrisin nükleasyonu, kristal büyümesi ve doku stabilitesinin sağlanmasında merkezi rol oynamaktadır. Sinyal iletim düzeyinde ise Wnt/β-katenin, BMP/Smad ve FGF gibi yolaklar, hücresel kaderi belirleyen temel moleküler düzenekler olarak tanımlanmaktadır (Banerjee et al., 2022; Zhang et al., 2016).

Biyomimetik rejeneratif sistemlerin başarısı, sinyal yolaklarını fizyolojik zamanlamayla aktive edebilen peptitler, iyon salan akıllı materyaller ve uygun yüzey tasarımlarıyla doğrudan ilişkilidir. Günümüzde moleküler biyoloji temelli rejenerasyon

yaklaşımları, pedodontide yalnızca restoratif değil, aynı zamanda koruyucu ve doku-yönlendirmeli yeni bir paradigmanın temelini oluşturmaktadır (Kamal et al., 2020; Zafar et al., 2020).

Dişin en dış tabakasını oluşturan mine, insan vücudundaki en yüksek derecede mineralize ve en sert biyolojik dokudur. Yapısal olarak yaklaşık %96 oranında inorganik bileşenlerden, özellikle hidroksiapatit kristallerinden [$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$] oluşur; geri kalan %4'lük kısmı ise az miktarda organik materyal ve su içermektedir (Tjäderhane & Paju, 2019). Mine dokusunun yüksek mineral içeriği, onu mekanik streslere karşı son derece dayanıklı kılmakla birlikte, canlı hücre içermemesi nedeniyle biyolojik rejenerasyon yeteneğini neredeyse tamamen ortadan kaldırmaktadır. Bu durum, meydana gelen yapısal kayıpların doğal yollarla telafi edilememesi sonucunu doğurmaktadır (Moradian-Oldak, 2012; Tjäderhane & Paju, 2019).

Amelogenezis sürecinde, mine matrisinin organizasyonunu düzenleyen başlıca proteinler arasında amelogenin, enamelin ve tuftelin yer almaktadır (Moradian-Oldak, 2012). Amelogenin, özellikle hidroksiapatit kristallerinin uzunlamasına yönelimini düzenleyerek kristal büyümesini koordine ederken, aynı zamanda hiyerarşik kristal yapı organizasyonunun temel belirleyicilerinden biridir (Kamal et al., 2020; Moradian-Oldak, 2012). Enamelin ve tuftelin ise kristal-matris etkileşimlerinde görev alarak mine dokusunun stabilizasyonuna katkıda bulunmaktadır. Bu proteinlerin moleküler düzeni ve ekspresyon düzeyleri, nihai mine sertliği ve mimarisinde belirleyici rol oynamaktadır (Yoshizaki et al., 2013).

Dentin, mineye kıyasla daha düşük mineral içeriğine sahip (%70 inorganik, %20 organik, %10 su) ancak biyolojik olarak daha dinamik bir sert dokudur. Organik matrisi büyük oranda Tip I kolajen liflerinden oluşmakta olup, dentin sialoprotein (DSP), dentin fosfoprotein (DPP) ve dentin matrix protein-1 (DMP1) gibi non-kolajenöz proteinler bu yapıya entegre olarak kristal nükleasyonunu ve mineralizasyon sürecini yönlendirmektedir (Butler, 1995; Nizami

et al., 2022). Bu proteinler, iyon bağlayıcı özellikleri sayesinde mineral matris organizasyonunu moleküler düzeyde kontrol eder (Qin et al., 2007).

Dentin dokusu canlı bir yapıdır ve iç yüzeyinde, pulpa ile komşu olacak şekilde sıralanmış odontoblast hücreleri bulunur (Shah et al., 2020). Bu hücreler, dentin matriksini sentezleyerek primer, sekonder ve tercihen de tersiyer dentin oluşumuna katkı sağlar. Hasar sonrası, biyomimetik ajanlara karşı duyarlılık göstererek sekonder dentin formasyonu üzerinden doku yanıtı verebilirler. Bu nedenle dentin, hücresel ve moleküler düzeyde onarımı mümkün kılan rejeneratif stratejiler için kritik bir hedeftir (Butler, 1995).

Diş dokularının fizyolojik bütünlüğü ve rejeneratif kapasitesi, mikroçevredeki pH dengesi, mineral içerik ve protein temelli matris yapıları arasındaki kompleks ve dinamik etkileşim ağı tarafından düzenlenmektedir. Biyomimetik rejenerasyon stratejilerinin etkinliği, bu üçlü biyolojik bileşenin hassas uyumu ile doğrudan ilişkilidir (He et al., 2023; Zhou et al., 2023).

Oral ortamda pH düzeyleri, hidroksiapatit kristallerinin çözünme ve yeniden kristalleşme süreçlerini kritik şekilde etkiler. Özellikle mine ve dentin yüzeylerinde, pH'nın yaklaşık 5.5'in altına düşmesiyle birlikte demineralizasyon başlamakta; kalsiyum ve fosfat iyonlarının kristal yapıyı terk etmesi sonucu mineral matriks bozulmaktadır (He et al., 2023; Shruti Verma et al., 2023).

Biyomimetik remineralizasyon sistemlerinde, çevresel uyarıcılara yanıt verebilen 'akıllı' materyallerin kullanımı bu soruna fizyolojik bir çözüm sunar (H. K et al., 2021; Singh et al., 2023). Örneğin, pH-duyarlı polimer bazlı sistemler, oral ortamın asidik hale geldiğini algılayarak kontrollü şekilde kalsiyum ve fosfat iyonu salınımına geçer. Böylece sadece ihtiyaç duyulan bölgelerde hedefe yönelik ve zamanlaması uyarlanmış remineralizasyon sağlanır. Bu

yaklaşım, geleneksel topikal uygulamalardan farklı olarak, hem derin doku katmanlarını etkileyebilir hem de daha uzun süreli mineral stabilitesi sunabilir (He et al., 2023; Jain et al., 2017; Qin et al., 2007).

Rejeneratif diş dokusu mühendisliğinde, amelogenin, enamelin, dentin sialofosfoprotein (DSPP) ve dentin matrix protein-1 (DMP1) gibi yapısal proteinler yalnızca matris organizasyonunda görev almaz; aynı zamanda mineral nükleasyon süreçlerini yönlendiren biyoaktif düzenleyici moleküller olarak işlev görmektedir (Chaussain et al., 2009; Qin et al., 2007). Özellikle amelogenin, hidroksiapatit kristallerinin yönelimini ve uzunlamasına büyümesini kontrol eden anahtar bir yapı taşı iken, DSPP'nin yüksek negatif yük yoğunluğu, kalsiyum ve fosfat iyonlarının dentin matriksine bağlanmasını kolaylaştırır. Bu proteinlerin üç boyutlu konformasyonları ve yüzey yük dağılımları, kristal nükleasyonunun yönü, büyüme hızı ve morfolojisi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Banerjee et al., 2022; Chaussain et al., 2009).

Biyomimetik sistemlerde bu protein yapılarının fonksiyonel özellikleri, özellikle peptit temelli ajanlar aracılığıyla taklit edilmeye çalışılmaktadır. Örneğin, kendiliğinden organize olabilen peptit yapılar (örneğin P11-4), moleküler düzeyde mine ve dentin benzeri mineralizasyonu indükleyerek doğal kristal yapı oluşumunu başlatabilir (Fang et al., 2021; George & Veis, 2008). Diş dokularında temel mineral bileşen olan hidroksiapatit [$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$], biyomimetik restorasyonların nihai hedefidir. Bu kristallerin yeniden oluşturulması, hem fiziksel bütünlüğün sağlanması hem de biyolojik uyum açısından kritiktir (Raju et al., 2021; Zafar et al., 2020).

Akıllı remineralizasyon sistemleri, kontrollü iyon salınımı ve pH-uyarıya duyarlı mekanizmalar yoluyla bu kristalleri fizyolojik boşluklara yönlendirebilir. Oluşan kristallerin morfolojik özellikleri

(özellikle uzunluk, oryantasyon ve yoğunluk) materyalin mekanik dayanıklılığı ve dokuya entegrasyon kapasitesi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Jain et al., 2017; Kind et al., 2017).

Yeni Nesil Re-mineralizasyon Sistemleri

Konvansiyonel remineralizasyon yaklaşımları, çoğunlukla yalnızca yüzey düzeyinde kısa süreli iyileşme sağlamakta; buna karşın mine ve dentin dokularının derin tabakalarında biyomimetik yeniden yapılanmayı destekleme kapasitesi açısından yetersiz kalmaktadır. Bu sınırlılıklar, günümüzde mikroçevresel koşullara duyarlı, kontrollü iyon salınımı sağlayabilen ve moleküler düzeyde kristal morfolojisini yönlendirebilen yeni nesil remineralizasyon sistemlerinin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Bu sistemler genel olarak; biyomimetik mineralizasyon, uyaran-duyarlı (stimuli-responsive) materyaller ve akıllı sistemler başlıkları altında sınıflandırılmaktadır (Malcangi et al., 2023; Philip, 2019; Xu et al., 2022).

Remineralizasyon sistemlerinin en karakteristik örneklerinden biri olan P11-4, oral mikroçevrede pH düşüşü algılandığında aktive olan ve diş yüzeyinde kendiliğinden organize olarak fibröz yapı oluşturan bir moleküldür. Bu yapı, kalsiyum ve fosfat iyonlarını yüksek afiniteyle bağlayarak hidroksiapatit kristallerinin biyomimetik tarzda nükleasyonunu ve büyümesini indüklemektedir. Bu süreç, kristal çekirdeğinin oluşumunu hızlandırmakta ve mineral fazın doğal mine mimarisine benzer şekilde organize olmasını mümkün kılmaktadır (Alkilzy et al., 2018; Mohamed et al., 2021). P11-4'ün oluşturduğu peptit iskelesi, doğal mine organizasyonunu taklit ederek lezyon içi remineralizasyonu derin tabakalara kadar ilerletebilir. Bu sistem, klinik çalışmalarda, özellikle erken dönem çürük lezyonlarının non-invaziv yönetiminde anlamlı etkinlik göstermiştir ve çocuk diş hekimliği alanında

kullanım için yüksek potansiyel taşımaktadır (Dawasaz et al., 2022; Kind et al., 2017).

Bioaktif camlar (örneğin NovaMin), mine yüzeyinde kalsiyum ve fosfat iyonları salarak apatitin yeniden oluşumunu indükleyen önemli remineralizan ajanlardır (Huang et al., 2009; Rai et al., 2023). Bu materyallerin nano-boyuttaki partiküler yapıları, daha derin doku infiltrasyonu ve hedefe yönelik mineralizasyon sağlamada avantaj sunmaktadır. Özellikle nano-hidroksiapatit sistemleri, dentin tübüllerini fiziksel olarak tıkayarak dentin hassasiyetinin azalmasına katkıda bulunmaktadır (Huang et al., 2009; Skallevold et al., 2019).

Yeni nesil akıllı materyaller, oral mikroçevredeki pH düşüşü gibi asidik koşullara karşı duyarlı biçimde tasarlanmıştır. Bu çevresel değişime yanıt olarak kontrollü iyon salınımı gerçekleştirmektedir (Haghgoo et al., 2016; Rai et al., 2023). Bu sayede remineralizasyon, yalnızca ihtiyaç duyulan bölgelerde ve zamanlaması fizyolojik olarak uygun şekilde tetiklenir(Farooq et al., 2021; Yamagishi et al., 2005). Ek olarak, bazı bioaktif cam kompozitlerinin antibakteriyel özellikleri bulunduğu ve plak birikimini azaltabildiği gösterilmiştir (Han et al., 2021; Mariappan & Ranga, 2017).

Deneysel düzeyde geliştirilen ileri nesil sistemlerde, çürük riskini algılayabilen nano-biyosensörler ile remineralizan ajanların lokal ve otomatik salınımı mümkün hale gelmektedir (Huang et al., 2009; Nizami et al., 2022). Bu tip uyarı-yanıt teknolojiler henüz klinik pratiğe tam anlamıyla entegre olmamış olsa da, özellikle çocuk hastalarda kooperasyon gereksinimini azaltması ve non-invaziv tedavi potansiyeli nedeniyle büyük bir klinik değer taşımaktadır (Ebadifar et al., 2017).

Amelogenin türevli peptitlerin yanı sıra, dentin sialofosfoprotein (DSPP) benzeri biyomimetik dizilerin kullanımı,

kristal nükleasyon sürecini sadece başlatmakla kalmayıp, aynı zamanda mineral fazın uzun dönemli stabilitesini destekleyici genetik yolları da aktive etmektedir. Bu tür moleküler yapılar, hücre-materyal etkileşimlerini daha kontrollü ve hedeflenebilir bir düzeyde yönlendirerek biyolojik onarım sürecine katkı sağlamaktadır (Fang et al., 2021; Kwak et al., 2017).

Yeni nesil remineralizasyon sistemleri, klasik restoratif ajanlardan farklı olarak yalnızca boşluk doldurmayı hedeflemekle yetinmemekte; aynı zamanda yerel biyolojik onarım kapasitesini reaktive ederek doğal rejeneratif mekanizmaları tetiklemeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, özellikle pedodontik tedavilerde invaziv yaklaşımları minimize eden, daha fizyolojik ve uzun ömürlü tedavi seçeneklerini mümkün kılmakta; moleküler düzeyde restorasyon paradigmasının klinik pratiğe entegrasyonuna öncülük etmektedir (Chaussain et al., 2009; Jain et al., 2017).

Fluorapatit [$Ca_{10}(PO_4)_6F_2$], doğal hidroksiapatit kristallerinin florür iyonları ile yer değiştirmiş, daha stabil ve asit direnci yüksek bir formudur. Mine yüzeyinde sentetik fluorapatit tabakalarının oluşturulması, konvansiyonel florür uygulamalarına kıyasla daha kalıcı, dayanıklı ve yüzeyle entegre remineralizasyon sağlar (ten Cate & Buzalaf, 2019). Günümüzde geliştirilen yeni nesil biyomimetik sistemler, bu kristalin kontrollü sentezini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda kristal morfolojisini yönlendirebilen ileri düzey teknolojilerle desteklenmektedir (Jullien, 2021; Zafar et al., 2020).

Nano-parçacık temelli bazı ajanlar (örneğin nano-fluorapatit yapıları), doğrudan fluorapatit formasyonunu mümkün kılarken; bioaktif camlar ve florür içeren topikal ajanlar, lokal ortamda florür iyonu salarak çevresel kristal büyümesini pasif olarak desteklemektedir. Bu sistemlerin çoğu, ağız mikroçevresindeki pH düşüşü gibi çevresel uyaranlara karşı duyarlı olacak şekilde tasarlanmıştır ve böylece yalnızca ihtiyaç duyulan bölgelerde

aktifleşen remineralizasyon gerçekleştirmektedir (Raju et al., 2021; Tredwin et al., 2013).

Yeni tasarlanan sistemler, yüksek doz florürün yol açabileceği potansiyel yan etkileri (örneğin dental florozis) en aza indirmek amacıyla, düşük konsantrasyonlarda fluorapatit oluşumunu teşvik eden peptit destekli biyomimetik matrisler içermektedir (Jagtap et al., 2024). Özellikle amelogenin-benzeri peptitler ile zenginleştirilmiş platformlarda, kristal nükleasyon süreçleri fluorapatit oluşumu lehine yönlendirilerek daha dayanıklı mineral yapıların elde edilmesi mümkün olmaktadır (Fang et al., 2021; Jagtap et al., 2024).

Kristal oluşumunun yüzey kontrollü bir biçimde sağlanması amacıyla, bazı sistemlerde çapraz bağlı polimer ağları ve pH-duyarlı sol-jel teknolojileri gibi hassas kontrol mekanizmaları kullanılmaktadır. Bu yöntemler aracılığıyla diş yüzeyinde organize ve biyolojik olarak entegre fluorapatit tabakaları oluşturulabilmektedir. Oluşan bu tabaka, hidroksiapatit kristallerine göre yaklaşık on kat daha yüksek asit direnci göstererek dental çürük gelişimini anlamlı düzeyde sınırlama potansiyeline sahiptir (Fang et al., 2021; Shruti Verma et al., 2023).

Akıllı Sistemler ve Gelecek Yaklaşımı

Diş hekimliğinde "akıllı sistemler", çevresel sinyalleri algılayarak biyolojik yanıtlar oluşturabilen, gerektiğinde tedavi sürecini otonom olarak başlatabilen malzeme ve teknolojileri kapsamaktadır. Bu sistemler yalnızca restoratif amaçlarla değil, aynı zamanda koruyucu, rejeneratif ve hücre etkileşimli terapötik uygulamalar açısından da yüksek potansiyele sahiptir (He et al., 2023; Jain et al., 2017).

Çocuk hasta grubunda bu tür sistemlerin kullanımı; çocukların sınırlı kooperasyon yetisi, çürük lezyonlarının hızlı ilerleme eğilimi ve estetik-mekanik ihtiyaçların dengeli biçimde

karşılanması gerekliliği nedeniyle önemli klinik avantajlar sunmaktadır. Özellikle pH-duyarlı akıllı jeller, mikrorezervuar yapıdaki florür sistemleri ve kendini organize eden peptit bazlı yapılar, tedavi süreçlerini hem hedefe yönelik hem de biyouyumlu hale getirebilmektedir (He et al., 2023; Rattan et al., 2021).

Dentin tübül hedefleme, akıllı sistemlerin bir diğer stratejik yönünü oluşturur. Dentin hassasiyeti ve çürük progresyonu açısından dentin tübülleri kritik bir rol oynamaktadır. Nano-boyutta tasarlanmış partiküller ve peptit-konjugat yapılar, dentin tübüllerine selektif olarak penetre olabilmekte ve bu bölgelerde hem fiziksel kapanma hem de moleküler düzeyde remineralizasyon sağlayabilmektedir. Özellikle nano-hidroksiapatit sistemlerinin, tübül yapısı ile kimyasal bağ kurabilecek özellikte fonksiyonelleştirilmiş versiyonları, derin dentin lezyonlarında üstün terapötik etki göstermektedir (Ebadifar et al., 2017; Haghgoo et al., 2016).

Doku mühendisliğinde diş dokularında doğal olarak bulunan proteinlerden (özellikle amelogenin) esinlenerek yüksek yüzey afinitesi ve biyolojik aktiviteye sahip sentetik peptitlerin tasarlanmasını sağlamaktadır (Alkilzy et al., 2023; Li et al., 2022). Örneğin P11-4, lokal mikro çevrede kristal nükleasyonu başlatmakta ve hidroksiapatit kristallerinin yönlü büyümesini tetiklemektedir. Bu peptitler, kontrollü salınım sistemlerine entegre edilebilmekte, hedef dokuya özgü bağlanabilmekte ve kristal morfolojisini düzenleyebilmektedir (Alkilzy et al., 2018; A. B. K et al., 2022).

Kombinasyon sistemler, remineralizan ajanların, antimikrobiyal bileşenlerin ve hatta gen düzenleyici moleküllerin aynı anda taşınabileceği çok işlevli ve yönlendirilebilir nano-platformları içermektedir. Manyetik kontrollü nano-robotik sistemler, hedef lezyon bölgesine mekanik olarak yönlendirilebilmekte ve taşıdıkları aktif ajanları hassasiyetle salabilmektedir. Bu sistemler, biyomekanik hareket kabiliyeti

sayesinde hedefli terapi, minimal invazivlik ve çoklu etki profili sunarak pedodontik tedavilerde gelecek vadeden çözümler arasında değerlendirilmektedir (Kasimoglu et al., 2020; Verma & Chauhan, 2014; Viswa Chandra, 2023).

Klinik Uygulamalar ve Pedodontik Perspektif

Pedodontik klinik uygulamalarda restoratif müdahalelerin amacı yalnızca doku kaybını telafi etmek değil; aynı zamanda biyolojik uyum, minimal invaziv yaklaşım ve çocuk hastanın konforunu sağlamaktır. Bu nedenle, biyomimetik ve akıllı remineralizasyon sistemleri klasik yöntemlere kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır (Jain et al., 2017; Kamal et al., 2020; Kind et al., 2017).

Erken çürük lezyonlarında, P11-4 gibi peptitler çürük ilerlemesini durdurabilir. Bazı durumlarda invaziv müdahale gerektirmeden lezyonu geri çevirebilir (Alkilzy et al., 2023; Dawasaz et al., 2022). Beyaz lezyonlar gibi geri dönüşümü mümkün mine hasarlarında, bu peptitler mine prizmalarına penetre olarak kristal yeniden oluşumunu başlatır. Uygulama ağrısız ve anestezi gerektirmediği için çocuk hastalarda idealdir. Ayrıca, florapatit jeller ve nano-hidroksiapatit spreyler yüzeysel remineralizasyonda etkilidir (Haghgoo et al., 2016; Mariappan & Ranga, 2017).

MIH (Molar-İnsizör Hipomineralizasyonu) olgularında, mine dokusu gözenekli ve asit duyarlıdır (Inchingolo et al., 2023). Nano-fluorapatit, bioaktif cam ve protein bazlı sistemler bu bölgelerde kristal büyümesini destekleyerek mineyi stabilize eder. Bu materyaller hem koruyucu hem de restoratif yaklaşımlarda kullanılabilmektedir (Kwak et al., 2017; Singh et al., 2023).

Akıllı remineralizasyon sistemleri, minimal invaziv tekniklerle (ART, Hall tekniği, cam iyonomer restorasyonlar) birlikte kullanıldığında restorasyon başarısını ve hasta memnuniyetini artırır. Biyomimetik ajanlar restorasyon altı destek ya da restorasyon

sonrası koruyucu katman olarak da uygulanabilir (Kamal et al., 2020; Raju et al., 2021; Zhou et al., 2023).

Sonuç

Pedodontide klasik restoratif yaklaşımlar, doku kaybını telafi etse de, dişin biyolojik bütünlüğünü ve moleküler işlevselliğini yeniden oluşturmakta yetersiz kalmaktadır. Buna karşın, biyomimetik rejenerasyon ve akıllı remineralizasyon sistemleri, yalnızca fiziksel onarım değil; aynı zamanda dokuya özgü biyolojik süreçlerin yeniden aktivasyonunu da mümkün kılan yenilikçi çözümler sunmaktadır.

Günümüzde geliştirilen pH-duyarlı peptitler, nano-biyoaktif materyaller ve kendini organize eden protein yapıları, doğal mineralizasyonu taklit ederek hem biyouyumluluk hem de minimal invazivlik açısından üstün performans sergilemektedir. Bu sistemler, özellikle çocuk hastalarda tedavi konforunu artırmakta ve invaziv müdahale gereksinimini azaltmaktadır.

Klasik restoratif anlayıştan rejeneratif paradigmalara geçiş süreci, pedodonti pratiğinde köklü bir değişimi beraberinde getirmektedir. Artık hedef, sadece tedavi değil; biyolojik iyileşme ve moleküler düzeyde yeniden yapılanmadır. Moleküler mekanizmaların (doku mühendisliği, sinyal yolakları ve kristal nükleasyon) doğrudan klinik pratiğe entegre edilmesiyle, moleküler diş hekimliği sürdürülebilir bir gerçekliğe dönüşmektedir.

Kaynakça

Alkilzy, M., Qadri, G., Splieth, C. H., & Santamaría, R. M. (2023). Biomimetic Enamel Regeneration Using Self-Assembling Peptide P11-4. In *Biomimetics* (Vol. 8, Issue 3). https://doi.org/10.3390/biomimetics8030290

Alkilzy, M., Santamaria, R. M., Schmoeckel, J., & Splieth, C. H. (2018). Treatment of Carious Lesions Using Self-Assembling Peptides. In *Advances in dental research* (Vol. 29, Issue 1). https://doi.org/10.1177/0022034517737025

Banerjee, K., Radhakrishnan, J., Ayyadurai, N., Ganesan, P., & Kamini, N. R. (2022). Advances in neoteric modular tissue engineering strategies for regenerative dentistry. In *Journal of Science: Advanced Materials and Devices* (Vol. 7, Issue 4). https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2022.100491

Butler, W. T. (1995). Dentin matrix proteins and dentinogenesis. *Connective Tissue Research*, *33*(1–3). https://doi.org/10.3109/03008209509016983

Chaussain, C., Eapen, A., Huet, E., Floris, C., Ravindran, S., Hao, J., Menashi, S., & George, A. (2009). MMP2-cleavage of DMP1 generates a bioactive peptide promoting differentiation of dental pulp stem/progenitor cell. *European Cells and Materials*, *18*. https://doi.org/10.22203/ecm.v018a08

Dawasaz, A. A., Togoo, R. A., Mahmood, Z., Azlina, A., & Ponnuraj, K. T. (2022). Effectiveness of Self-Assembling Peptide (P11-4) in Dental Hard Tissue Conditions: A Comprehensive Review. In *Polymers* (Vol. 14, Issue 4). https://doi.org/10.3390/polym14040792

Ebadifar, A., Nomani, M., & Fatemi, S. A. (2017). Effect of nano-hydroxyapatite toothpaste on microhardness of artificial carious lesions created on extracted teeth. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, *11*(1). https://doi.org/10.15171/joddd.2017.003

Fang, Z., Guo, M., Zhou, Q., Li, Q., Wong, H. M., & Cao, C. Y. (2021). Enamel-like tissue regeneration by using biomimetic enamel matrix proteins. *International Journal of Biological Macromolecules*, *183*. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.028

Farooq, I., Khan, A. S., Moheet, I. A., & Alshwaimi, E. (2021). Preparation of a toothpaste containing theobromine and fluoridated bioactive glass and its effect on surface micro-hardness and roughness of enamel. *Dental Materials Journal*, *40*(2). https://doi.org/10.4012/dmj.2020-078

George, A., & Veis, A. (2008). Phosphorylated proteins and control over apatite nucleation, crystal growth, and inhibition. *Chemical Reviews*, *108*(11). https://doi.org/10.1021/cr0782729

Haghgoo, R., Ahmadvand, M., & Moshaverinia, S. (2016). Remineralizing effect of topical novamin and nanohydroxyapatite on caries-like lesions in primary teeth. *Journal of Contemporary Dental Practice*, *17*(8). https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1905

Han, X., Chen, Y., Jiang, Q., Liu, X., & Chen, Y. (2021). Novel Bioactive Glass-Modified Hybrid Composite Resin: Mechanical Properties, Biocompatibility, and Antibacterial and Remineralizing Activity. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *9*. https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.661734

He, Y., Vasilev, K., & Zilm, P. (2023). pH-Responsive Biomaterials for the Treatment of Dental Caries—A Focussed and Critical Review. In *Pharmaceutics* (Vol. 15, Issue 7). https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071837

Huang, S. B., Gao, S. S., & Yu, H. Y. (2009). Effect of nano-hydroxyapatite concentration on remineralization of initial enamel lesion in vitro. *Biomedical Materials*, *4*(3). https://doi.org/10.1088/1748-6041/4/3/034104

Inchingolo, A. M., Inchingolo, A. D., Viapiano, F., Ciocia, A. M., Ferrara, I., Netti, A., Dipalma, G., Palermo, A., & Inchingolo, F. (2023). Treatment Approaches to Molar Incisor Hypomineralization: A Systematic Review. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 12, Issue 22). https://doi.org/10.3390/jcm12227194

Jagtap, V., Padawe, D., Takate, V., Dighe, K., Rathi, G., & Wankhade, A. (2024). Silver diamine fluoride – 'The silver bullet' in pediatric dentistry: An overview of past, present and prospects. *International Dental Journal of Student's Research*, *11*(4). https://doi.org/10.18231/j.idjsr.2023.032

Jain, P., Kaul, R., Saha, S., & Sarkar, S. (2017). Smart materials-making pediatric dentistry bio-smart. *International Journal of Pedodontic Rehabilitation*, *2*(2). https://doi.org/10.4103/ijpr.ijpr_8_17

Jullien, S. (2021). Prophylaxis of caries with fluoride for children under five years. In *BMC Pediatrics* (Vol. 21). https://doi.org/10.1186/s12887-021-02702-3

K, A. B., R, Y., & Puranik, M. P. (2022). Self-Assembling Peptide P11-4 as a New Approach in Biomimetic Enamel Remineralization: A Review. *RGUHS Journal of Dental Sciences*, *14*(3). https://doi.org/10.26715/rjds.14_3_4

K, H., Shajahan, T., H.T, A. R., Bhat, S. S., & Sargod, S. S. (2021). Smart materials- Making pediatric dentistry bio-smart. *Dental Poster Journal*, *10*(1). https://doi.org/10.15713/ins.dpj.093

Kamal, D., Hassanein, H., Elkassas, D., & Hamza, H. (2020). Complementary remineralizing effect of self-assembling peptide (P11-4) with CPP-ACPF or fluoride: An in vitro study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *12*(2). https://doi.org/10.4317/JCED.56295

Kasimoglu, Y., Tabakcilar, D., A. Guclu, Z., Yamamoto-Nemoto, S., B. Tuna, E., Ozen, B., Tuzuner, T., & Ince, G. (2020). Nanomaterials and Nanorobotics in Dentistry: A Review. *Journal of Dentistry Indonesia*, *27*(2). https://doi.org/10.14693/jdi.v27i2.1154

Kind, L., Stevanovic, S., Wuttig, S., Wimberger, S., Hofer, J., Müller, B., & Pieles, U. (2017). Biomimetic Remineralization of Carious Lesions by Self-Assembling Peptide. *Journal of Dental Research*, *96*(7). https://doi.org/10.1177/0022034517698419

Kwak, S. Y., Litman, A., Margolis, H. C., Yamakoshi, Y., & Simmer, J. P. (2017). Biomimetic Enamel Regeneration Mediated by Leucine-Rich Amelogenin Peptide. *Journal of Dental Research*, *96*(5). https://doi.org/10.1177/0022034516688659

Li, X., Yu, Z., Jiang, S., Dai, X., Wang, G., Wang, Y., Yang, Z., Gao, J., & Zou, H. (2022). An amelogenin-based peptide hydrogel promoted the odontogenic differentiation of human dental pulp cells. *Regenerative Biomaterials*, *9*. https://doi.org/10.1093/rb/rbac039

Malcangi, G., Patano, A., Morolla, R., De Santis, M., Piras, F., Settanni, V., Mancini, A., Di Venere, D., Inchingolo, F., Inchingolo, A. D., Dipalma, G., & Inchingolo, A. M. (2023). Analysis of Dental Enamel Remineralization: A Systematic Review of Technique Comparisons. In *Bioengineering* (Vol. 10, Issue 4). https://doi.org/10.3390/bioengineering10040472

Mariappan, C. R., & Ranga, N. (2017). Influence of silver on the structure, dielectric and antibacterial effect of silver doped bioglass-ceramic nanoparticles. *Ceramics International*, *43*(2). https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.11.003

Mohamed, R. N., Basha, S., Al-Thomali, Y., Saleh Alshamrani, A., Salem Alzahrani, F., & Tawfik Enan, E. (2021). Self-assembling peptide P11-4 in remineralization of enamel caries–a systematic review of in-vitro studies. In *Acta Odontologica Scandinavica* (Vol. 79, Issue 2). https://doi.org/10.1080/00016357.2020.1825799

Moradian-Oldak, J. (2012). Protein-mediated enamel mineralization. *Frontiers in Bioscience*, *17*(6). https://doi.org/10.2741/4034

Nizami, M. Z. I., Yin, I. X., Lung, C. Y. K., Niu, J. Y., Mei, M. L., & Chu, C. H. (2022). In Vitro Studies of Graphene for Management of Dental Caries and Periodontal Disease: A Concise Review. In *Pharmaceutics* (Vol. 14, Issue 10). https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14101997

Philip, N. (2019). State of the Art Enamel Remineralization Systems: The Next Frontier in Caries Management. *Caries Research*, *53*(3). https://doi.org/10.1159/000493031

Qin, C., D'Souza, R., & Feng, J. Q. (2007). Dentin Matrix Protein 1 (DMP1): New and important roles for biomineralization and phosphate homeostasis. In *Journal of Dental Research* (Vol. 86, Issue 12). https://doi.org/10.1177/154405910708601202

Rai, J. J., Chaturvedi, S., Gokhale, S. T., Nagate, R. R., Al-Qahtani, S. M., Magbol, M. Al, Bavabeedu, S. S., Elagib, M. F. A., Venkataram, V., & Chaturvedi, M. (2023). Effectiveness of a Single Chair Side Application of NovaMin® [Calcium Sodium Phosphosilicate] in the Treatment of Dentine Hypersensitivity following Ultrasonic Scaling—A Randomized Controlled Trial. *Materials*, *16*(4). https://doi.org/10.3390/ma16041329

Raju, S. S., MP, S., Kiranmayi, M., Reddy, E. R., Divya, S. S., & Gowtham, P. (2021). Bio active materials in pediatric dentistry: A review. *International Journal of Applied Dental Sciences*, *7*(1). https://doi.org/10.22271/oral.2021.v7.i1e.1153

Rattan, S., Fawcett, D., Tennant, M., Granich, J., & Poinern, G. E. J. (2021). Progress of Nanomaterials in Preventative and Restorative Dentistry. *Recent Progress in Materials*, *3*(1). https://doi.org/10.21926/rpm.2101007

Shah, D., Lynd, T., Ho, D., Chen, J., Vines, J., Jung, H. D., Kim, J. H., Zhang, P., Wu, H., Jun, H. W., & Cheon, K. (2020). Pulp–dentin tissue healing response: A discussion of current biomedical approaches. *Journal of Clinical Medicine*, *9*(2). https://doi.org/10.3390/jcm9020434

Shruti Verma, Chaitra TR, Deveshi Nigam, & Rishita Hari. (2023). Biomimetic materials in pediatric dentistry: A review article. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, *23*(1). https://doi.org/10.30574/gscbps.2023.23.1.0136

Singh, M., Mathur, S., Priya Saharia, N., & a, P. (2023). BIOMIMETIC MATERIALS IN PEDIATRIC DENTISTRY: FROM PAST TO FUTURE. *International Journal of Advanced Research*, *11*(03). https://doi.org/10.21474/ijar01/16441

Skallevold, H. E., Rokaya, D., Khurshid, Z., & Zafar, M. S. (2019). Bioactive glass applications in dentistry. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 20, Issue 23). https://doi.org/10.3390/ijms20235960

ten Cate, J. M., & Buzalaf, M. A. R. (2019). Fluoride Mode of Action: Once There Was an Observant Dentist... *Journal of Dental Research*, *98*(7). https://doi.org/10.1177/0022034519831604

Tjäderhane, L., & Paju, S. (2019). Dentin-pulp and periodontal anatomy and physiology. In *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*. https://doi.org/10.1002/9781119272014.ch2

Tredwin, C. J., Georgiou, G., Kim, H. W., & Knowles, J. C. (2013). Hydroxyapatite, fluor-hydroxyapatite and fluorapatite produced via the sol-gel method: Bonding to titanium and scanning electron microscopy. *Dental Materials*, *29*(5). https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.02.002

Tulumbaci, F., & Oba, A. A. (2019). Efficacy of different remineralization agents on treating incipient enamel lesions of primary and permanent teeth. *Journal of Conservative Dentistry*, *22*(3). https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_509_18

Verma, S. K., & Chauhan, R. (2014). Nanorobotics in dentistry – A review. *Indian Journal of Dentistry*, *5*. https://doi.org/10.1016/j.ijd.2012.12.010

Viswa Chandra, R. (2023). Nanorobotics in Dentistry. In *Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials*. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8718-2_7

Xu, J., Shi, H., Luo, J., Yao, H., Wang, P., Li, Z., & Wei, J. (2022). Advanced materials for enamel remineralization. In *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* (Vol. 10). https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.985881

Yamagishi, K., Onuma, K., Suzuki, T., Okada, F., Tagami, J., Otsuki, M., & Senawangse, P. (2005). Materials chemistry: a synthetic enamel for rapid tooth repair. *Nature*, *433*(7028).

Yoshizaki, K., de Vega, S., & Yamada, Y. (2013). Gene evolution and functions of extracellular matrix proteins in teeth. In *Orthodontic Waves* (Vol. 72, Issue 1). https://doi.org/10.1016/j.odw.2013.01.040

Zafar, M. S., Amin, F., Fareed, M. A., Ghabbani, H., Riaz, S., Khurshid, Z., & Kumar, N. (2020). Biomimetic aspects of restorative dentistry biomaterials. In *Biomimetics* (Vol. 5, Issue 3). https://doi.org/10.3390/biomimetics5030034

Zhang, F., Song, J., Zhang, H., Huang, E., Song, D., Tollemar, V., Wang, J., Wang, J., Mohammed, M., Wei, Q., Fan, J., Liao, J., Zou, Y., Liu, F., Hu, X., Qu, X., Chen, L., Yu, X., Luu, H. H., … Ji, P. (2016). Wnt and BMP signaling crosstalk in regulating dental stem cells: Implications in dental tissue engineering. In *Genes and Diseases* (Vol. 3, Issue 4). https://doi.org/10.1016/j.gendis.2016.09.004

Zhou, W., Chen, H., Weir, M. D., Oates, T. W., Zhou, X., Wang, S., Cheng, L., & Xu, H. H. K. (2023). Novel bioactive dental restorations to inhibit secondary caries in enamel and dentin under oral biofilms: Bioactive dental restorations to inhibit secondary caries under biofilms. In *Journal of Dentistry* (Vol. 133). https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104497

CHAPTER 4

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: BİLGİSAYAR KONTROLLÜ LOKAL ANESTEZİ UYGULAMALARI

Arzu KOÇKANAT[1]

Giriş

Çocuklarda diş hekimi korkusu, dental tedavilerin başarıyla tamamlanmasını engelleyen önemli bir psikososyal faktördür. Döner aletlerden kaynaklanan ses ve titreşim, tedavilerle ilişkili ağrı algısı ve kullanılan materyallerin karakteristik kokusu bu korkunun başlıca tetikleyicileridir. Özellikle pedodontide, uygun davranış yönlendirme teknikleri ve etkili bir anestezi yöntemiyle, çocuklarda psikolojik travma oluşturmadan dental tedavi sağlamak hekimlerin öncelikli hedeflerindendir. (Klingberg & Broberg, 2007:16; Arabulan & Önçağ, 2023:6)

Ağrısız anestezi ve etkin ağrı kontrolü hem klinik pratikte hem de hasta memnuniyetinde rol oynayan önemli bir konudur. Bu nedenle lokal anestezi uygulaması sırasında hastanın hissettiği ağrıyı en aza indirmek amacıyla, enjeksiyon yapılacak bölgeye topikal anestezi uygulanması, anestezik solüsyonun vücut ısısına yakın bir

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Pedodonti ABD, orcid: 0009-0006-8177-9096, arzukockanat@cumhuriyet.edu.tr

sıcaklıkta hazırlanması ve enjeksiyon hızının kontrol altında tutularak yavaşça gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, anestezik solüsyonun yavaş ve dikkatli bir şekilde enjekte edilmesi, ağrı kontrolünde en etkili yöntem olarak kabul edilse de klinik uygulamalarda bu ideal şartların sürekli sağlanması çoğu zaman mümkün olmamaktadır. (Kwak & ark., 2016:8)

Dental Anksiyete

Dental anksiyete, bireyin dişle ilgili herhangi bir işleme karşı veya diş hekimine gitme konusunda hissettiği korku ve endişe biçiminde tanımlanır. Her yaş grubunda gözlemlenebilmekle beraber genellikle çocukluk veya ergenlik döneminde daha sık ortaya çıkar. Çocukluk döneminde başlayan dental anksiyete, erişkinlik döneminde de devam edebilir ve bireylerin diş tedavilerinden kaçınmasına yol açarak ağız ve diş sağlığının olumsuz etkilenmesine neden olabilir. (Humphris, Morrison & Lindsay, 1995:8; Armfield, Stewart & Spencer, 2007:6)

Diş tedavileri sırasında gerçekleştirilen işlemlerin çocuklar tarafından korkutucu olarak algılanması, diş hekimliği kliniklerinde planlanan tedavi süreçlerini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, dental anksiyetenin erken evrelerde tespit edilmesi ve tedavi sırasında özel yaklaşım gerektiren çocukların belirlenmesi diş tedavisinin başarı şansını önemli ölçüde artırmaktadır. (Hamzah & ark., 2014:5)

Farklı ülkelerde gerçekleştirilen araştırmalarda, çeşitli yaş gruplarındaki çocuklara uygulanan farklı diş tedavileri sırasında anksiyete prevalansının %5 ile %20,6 arasında değiştiği belirlenmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalar ise bu oranların 3-6 yaş grubundaki çocuklarda %30, 7-12 yaş grubundaki çocuklarda ise %14,5 olduğunu ortaya koymuştur. (Mutlu & Avşar, 2024:6; Doğan & ark., 2006:7; Altın & ark., 2019:6; Bayrak & ark., 2010:8)

Dental Anksiyetenin Sebepleri

Önceki deneyimler ve ağrılı diş tedavileri, dental anksiyetenin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle, ilk diş hekimi muayenesinde yaşanan olumsuz deneyimlerin, dental anksiyetenin ortaya çıkmasında etkili faktörlerden biri olduğu ifade edilmektedir.

Çocuklarda dental anksiyetenin azaltılmasında, ilk diş hekimi ziyaretlerinin operatif işlemler yerine tanışma seansı olarak planlanması ve bu süreçte basit koruyucu tedavilere yer verilmesi önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntem, çocukların diş hekimi muayenesine olumlu bir başlangıç yapmasını sağlayarak anksiyete seviyelerinin düşürülmesine katkıda bulunabilir.

Çocuklarda dental anksiyetenin en yaygın nedenlerinden biri de enjeksiyon korkusudur. Bu korku hem iğnenin yarattığı ağrı beklentisinden hem de geçmişte yaşanan olumsuz dental deneyimlerden kaynaklanabilir. Çocukların ağrı algısı yetişkinlere kıyasla daha hassas olduğundan, anestezi enjeksiyonuna yönelik korku, tedaviye direnç göstermelerine ve dental işlemlerden kaçınmalarına neden olabilir. (Kwak & ark., 2016:8)

Bilgisayar Kontrollü Lokal Anesteziler

Çocuk hastalarda enjeksiyon korkusunun azaltılması amacıyla bilgisayar kontrollü lokal anestezi cihazları geliştirilmiştir. Geleneksel şırınga ile yapılan anestezi uygulamaları, iğne görüntüsü ve ani basınç hissi nedeniyle çocuklarda kaygıyı artırabilir. Buna karşılık, bilgisayar kontrollü anestezi sistemleri, enjeksiyon sırasında anestezik solüsyonun dokuya sabit ve kontrollü bir hızda verilmesini sağlayarak ağrı algısını minimize eder. Bu cihazlar, ince ve kalem benzeri tasarımlarıyla iğne fobisini azaltırken, enjeksiyonun daha konforlu ve travmatik olmayan bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olur. Ayrıca, dinamik basınç algılama ve

yavaş akış modları sayesinde yumuşak doku gerilimini en aza indirerek enjeksiyon sırasında hissedilen rahatsızlığı azaltır. Bu teknolojik cihazlar, çocukların dental tedavilere karşı daha olumlu bir tutum geliştirmesini sağlarken, diş hekimlerinin de daha etkili ve stressiz bir anestezi uygulaması yapmasına imkân tanımaktadır. (Saloum & ark., 2000:5; Hochman & ark., 1997:6)

Lokal anestezi uygulamalarında kullanılan gelişmiş teknik ve cihazlar, çeşitli dezavantajlara sahip olabilmektedir. Bilgisayar kontrollü lokal anestezi sistemlerinin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için belirli bir düzeyde beceri ve deneyim gerekmektedir ve uygulayıcı açısından bir öğrenme süreci ve pratik ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, bu tekniklerin uygulanabilmesi için standart enjektörlere kıyasla daha fazla ekipmana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum klinik ortamda ek hazırlık gerektirebilir ve kullanım pratikliğini sınırlayabilir. Ayrıca bu sistemlerinin maliyetinin yüksek olması, ekonomik bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bir diğer önemli dezavantaj ise uygulama süresinin standart yöntemlere göre daha uzun olmasıdır. (Kwak & ark., 2016:8)

Tüm bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, gelişmiş anestezi sistemlerinin avantajlarına rağmen, kullanım sürecinde dikkate alınması gereken bazı sınırlamaları da bulunmaktadır.

Wand Cihazı

1997 yılında piyasaya sunulan Wand (Milestone Scientific, Inc., Livingston, NJ) adlı cihaz, bilgisayar kontrollü lokal anestezi sistemleri arasında önemli bir yenilik olarak kabul edilmektedir. Bu teknoloji, anestezik solüsyonun akış hızının ve basıncının bilgisayar aracılığıyla hassas bir şekilde düzenlenmesi prensibine dayanmaktadır.

Wand, enjeksiyon sürecindeki hassasiyeti artırmak amacıyla ergonomik bir tasarıma sahiptir. Cihaz; kalem şeklinde ince bir uç

parçadan, işlem sırasında ayak pedalıyla kontrol edilebilen bir ana üniteden ve kullanıcıya rehberlik eden sesli ve görsel göstergelerden oluşmaktadır. Uygulama esnasında, cihaz üzerinde yer alan renkli LED ışıklar iğne ucunun karşılaştığı basıncı simgelemekte olup, enjeksiyon sürecinde hekime anlık geri bildirim sağlamaktadır. Özellikle periodontal ligamente ulaşıldığında cihaz tarafından verilen sesli uyarı, iğnenin doğru konumlandırılmasını kolaylaştırarak enjeksiyonun başarısını artırmaktadır. (Saxena & ark., 2013:6)

Resim 1 Wand STA



Zaman içinde cihazın gelişmiş versiyonları piyasaya sürülmüştür. Wand Plus cihazında farklı anestezi tekniklerine uygun olacak şekilde çeşitli hız ayarları mevcuttur. Enjeksiyon öncesinde

aspirasyon yaparak, anestezinin istenilen bölgeye kontrollü bir şekilde uygulanmasını sağlamaktadır. Bu yöntem sayesinde kemik dokusu, yumuşak dokular, enjeksiyon alanındaki apikal ve pulpal yapılar üzerinde etkili bir anestezi sağlanabilmektedir.

Wand STA (Single Tooth Anesthesia), özellikle tek diş anestezisi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca farklı enjeksiyon tekniklerine ve klinik ihtiyaçlara uyum sağlayabilmesi adına çeşitli uzunluklardaki iğne seçenekleri bulunmaktadır. Bu özelliği sayesinde, hekimin tercihine ve uygulanacak prosedüre bağlı olarak esnek bir kullanım imkânı sunmaktadır. Gelişmiş teknolojik yapısı ve hasta konforunu artıran özellikleri ile bilgisayar kontrollü lokal anestezi sistemleri arasında önemli bir yer edinmiştir. (Wand STA, 2025)

Bilgisayar kontrollü lokal anestezi sistemleri, belirli klinik durumlarda avantajlı kullanım imkânı sunmaktadır. WAND cihazı, özellikle bir veya iki dişin pulpal anestezisini sağlamak amacıyla tercih edilebilmektedir. Bunun yanı sıra, yumuşak dokuların uyuşmasının istenmediği durumlarda da uygulanabilir ve böylece hastaların işlem sonrası günlük aktivitelerine daha hızlı dönmesine olanak tanır.

Blok anestezisinin kontrendike olduğu hastalarda alternatif bir yöntem olarak kullanılabilen bu sistem, blok anestezi sonrası ek analjezi sağlamak amacıyla da tercih edilebilir. Ayrıca, karşılıklı çenelerde yaygın anestezi oluşturmadan çalışma imkânı sunması, hekime daha kontrollü bir uygulama alanı sağlamaktadır.

Pediatrik hastalarda, özellikle süt dişlerinin anestezisinde, altta gelişmekte olan daimi diş germine zarar vermeden güvenli bir şekilde kullanılabilir. Ancak, ilgili bölgede enfeksiyon veya inflamasyon varlığı durumunda uygulanması önerilmemektedir. Bununla birlikte, geniş alanların anestezisini sağlamadığı için bazı hastalar bu durumu yetersiz bulabilir ve rahatsızlık hissedebilirler.

Bu nedenle, hasta beklentileri ve klinik gereksinimler göz önünde bulundurularak kullanım endikasyonu belirlenmelidir. (Garret-Bernardin & ark., 2017:6)

Garret-Bernardin ve ark. çalışmalarında Wand STA ile geleneksel lokal anestezinin çocuk hastalarda ağrı deneyimi ve davranış yönetimi üzerindeki etkilerini karşılaştırmıştır. 67 çocuk ve ergen üzerinde yapılan çalışmada, her hastaya farklı zamanlarda hem geleneksel şırınga hem de Wand STA ile anestezi uygulanmış ve ağrı seviyesi, kalp atış hızındaki değişim, hasta iş birliği ve memnuniyeti değerlendirilmiştir. Wand STA sisteminin enjeksiyon sırasında ağrı hissini anlamlı düzeyde azalttığını ve geleneksel yönteme kıyasla daha düşük bir kalp atım hızı artışına neden olduğunu gösterilmiştir. Ayrıca, Wand STA uygulanan hastaların daha sakin bir davranış sergilediği ve hasta memnuniyetinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bilgisayar kontrollü anestezi sistemlerinin çocuk hastalarda ağrı yönetimi açısından daha konforlu ve etkili bir alternatif olabileceğini ortaya koymuşlardır. (Garret-Bernardin & ark., 2017:6)

Baghlaf, Elashiry ve Alamoudi çalışmalarında çocuklarda bilgisayar kontrollü intraligamenter anestezinin klinik kullanımını ve etkilerini değerlendiren bir derleme sunmuştur. Çalışmada, bilgisayar kontrollü intraligamenter anestezinin geleneksel tekniklere kıyasla daha düşük ağrı algısına ve daha az davranış tepkisine neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, bu yöntemin restoratif ve pulpa tedavilerinde etkili olduğu, ancak süt dişlerinin çekimi için etkinliğinin tartışmalı olduğu vurgulanmıştır. Literatür taramasında, bilgisayar kontrollü intraligamenter anestezinin kalp atış hızı ve kan basıncında geleneksel yöntemlere kıyasla daha az değişikliğe yol açtığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yüksek basınçlı enjeksiyonların periodontal doku travmasına ve uzun süreli postoperatif ağrıya neden olabileceği, ayrıca alttaki kalıcı diş germi üzerinde gelişimsel etkilerinin olabileceği ifade edilmiştir. Çalışma,

bilgisayar kontrollü intraligamenter anestezinin klinik kullanımında özellikle süt dişi çekimlerinde ve uzun vadeli etkileri konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu vurgulamıştır. (Baghlaf, Elashiry & Alamoudi, 2018:8)

Lee ve ark. çalışmalarında anterior middle superior alveolar (AMSA) enjeksiyonunun anestezik etkinliğini, geleneksel şırınga yöntemi ve bilgisayar kontrollü enjeksiyon sistemi (Wand Plus) kullanarak karşılaştırmıştır. 40 yetişkin birey üzerinde yürütülen bu çalışmada, her katılımcıya iki ayrı randevuda her iki enjeksiyon tekniği uygulanmış ve anestezi başarısı elektrikli pulpal test ile 60 dakika boyunca değerlendirilmiştir. Bilgisayar kontrollü enjeksiyon yöntemi, santral kesici dişler hariç tüm dişlerde geleneksel yönteme kıyasla daha yüksek başarı oranı göstermiştir. Pulpal anestezi başarı oranları, bilgisayar kontrollü enjeksiyon sisteminde %35 ile %58 arasında değişirken, geleneksel yöntemde %20 ile %42 arasında bulunmuştur. Ancak, her iki yöntemde de anestezi başlangıcı yavaş olup, 60 dakika içinde etkisinin kademeli olarak azaldığı gözlemlenmiştir. Çalışma, bilgisayar kontrollü AMSA enjeksiyonunun geleneksel yönteme kıyasla daha başarılı olduğunu, ancak düşük başarı oranı ve kısa süreli anestezi etkisi nedeniyle klinikte öngörülebilir bir pulpal anestezi sağlamada yetersiz olabileceğini ortaya koymuştur. (Lee & ark., 2004:10)

Fukayama çalışmasında dental lokal anestezi yöntemlerinde yeni teknikleri ve cihazları değerlendirmiştir. Çalışmada, bilgisayar kontrollü anestezi sistemleri (Wand), titreşim kontrollü enjeksiyon cihazları (Vibraject) ve intraosseöz enjeksiyon teknikleri incelenmiş ve bu yöntemlerin ağrı yönetimi üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. AMSA enjeksiyonunun Wand sistemi ile uygulanmasının, üst çenede beş dişin (santral kesici, lateral kesici, kanin, birinci ve ikinci premolarlar) tek bir palatal enjeksiyonla etkili bir şekilde anestezi edilmesini sağladığı tespit edilmiştir. 14 gönüllü üzerinde yapılan çalışmada, enjeksiyon ağrısının PRS (Pain Rating

Score) ve VAS (Visual Analog Scale) ile değerlendirildiği ve Wand sisteminin geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük ağrı seviyeleri sağladığı belirlenmiştir. Ancak, merkezi kesici dişlerde anestezi etkinliğinin daha düşük olduğu ve pulpal anestezinin süresinin sınırlı olduğu ifade edilmiştir. Çalışma, bilgisayar kontrollü anestezi sistemlerinin hasta konforunu artırabileceğini, ancak klinik etkinliğinin artırılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu vurgulamıştır. (Fukayama, 2003:9)

Jälevik ve Klingberg çalışmalarında maksiller dentoalveolar cerrahi işlemler sırasında geleneksel lokal anestezi ve bilgisayar kontrollü enjeksiyon tekniği (Wand) arasındaki ağrı hissini karşılaştırmıştır. 12-18 yaş aralığında 28 hasta üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, her bireye farklı zamanlarda hem geleneksel infiltrasyon anestezisi hem de Wand ile palatal sinir bloğu uygulanmış ve ağrı seviyesi Visual Analog Scale (VAS) kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar, bilgisayar kontrollü enjeksiyon tekniğinin, geleneksel yönteme kıyasla enjeksiyon sırasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük ağrıya neden olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bilgisayar kontrollü enjeksiyon ile uygulanan anestezinin daha düşük hacimde ilaç gerektirdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, bukkal bölgedeki ağrı nedeniyle hastaların ek anestezi gereksinimi doğmuştur. Çalışma, Wand sisteminin palatal anestezide ağrı hissini azaltabileceğini, ancak bazı durumlarda ek anestezi ihtiyacı doğabileceğini ortaya koymuştur. (Jälevik & Klingberg, 2014:9)

Libonati ve ark. çalışmalarında bilgisayar kontrollü lokal anestezi ile geleneksel enjeksiyon tekniklerinin ağrı ve anksiyete üzerindeki etkilerini sistematik bir derleme ve meta-analiz yöntemiyle değerlendirmiştir. Bilgisayar kontrollü lokal anestezi uygulanan hastalarda ağrı skoru geleneksel yönteme kıyasla daha düşük ortalama göstermiştir. Ancak, fizyolojik parametreler (kalp hızı, kan basıncı) açısından iki yöntem arasında anlamlı bir fark

bulunmamış ve anksiyete üzerindeki etkileri konusunda çelişkili bulgular elde edilmiştir. Çalışma, bilgisayar kontrollü lokal anestezinin ağrı yönetiminde etkili bir alternatif sunduğunu, ancak anksiyete üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur. (Libonati & ark., 2018:9)

El Hachem ve ark. çalışmalarında çocuklarda lokal anestezi uygulamalarında geleneksel metalik enjektör ile bilgisayar kontrollü enjeksiyon sistemi (Wand STA) arasındaki etkinliği karşılaştırmıştır. 6-8 yaş aralığında 30 çocuk üzerinde yapılan klinik çalışmada, her hastaya farklı zamanlarda her iki anestezi yöntemi uygulanmış ve ağrı hissi, kalp atış hızı, hasta davranışı, anestezi miktarı ve başlangıç süresi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, her iki yöntemin ağrı skoru (VAS), kalp atış hızı ve davranışsal tepkiler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediğini ortaya koymuştur. Wand STA ile enjeksiyon süresi daha kısa olmasına rağmen, toplam anestezi süresi açısından iki yöntem arasında fark bulunmamıştır. Çalışma, bilgisayar kontrollü anestezi sistemlerinin geleneksel enjektörlere alternatif olarak değerlendirilebileceğini, ancak diğer infiltrasyon teknikleri ile karşılaştırılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu vurgulamıştır. (El Hachem & ark., 2019:5)

Flisfisch, Woelber ve Walther çalışmalarında bilgisayar kontrollü lokal anestezi (Wand STA) ile geleneksel enjektör kullanımını karşılaştırarak hastaların ağrı algısı, anksiyete düzeyi ve tercihlerini değerlendirmiştir. 20 yetişkin hasta üzerinde gerçekleştirilen bu randomize kontrollü çalışmada, her hastaya farklı zamanlarda her iki enjeksiyon yöntemi uygulanmış ve ağrı seviyesi, anksiyete düzeyi ve anestezi süresi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, geleneksel enjektörün enjeksiyon sırasında bilgisayar kontrollü lokal anesteziye kıyasla üç kat daha fazla ağrı ve anksiyete oluşturduğunu ortaya koymuştur. Mukozal ponksiyon hissi ve tedavi sırasında ağrı algısı açısından iki yöntem arasında anlamlı bir fark bulunmazken,

bilgisayar kontrollü lokal anestezinin hastalar tarafından daha konforlu bulunduğu ve zamanla tercih oranının anlamlı şekilde arttığı belirlenmiştir. Çalışma, bilgisayar kontrollü anestezi sistemlerinin hasta konforunu artırarak geleneksel enjeksiyonlara alternatif olabileceğini göstermiştir. (Flisfisch, Woelber & Walther, 2021:6)

Al-Obaida ve ark. çalışmalarında geleneksel lokal anestezi ile tek diş anestezi (Wand-STA) sistemini ağrı algısı ve hasta memnuniyeti açısından karşılaştırmıştır. 80 yetişkin hasta üzerinde yürütülen randomize kontrollü çalışmada, hastalar geleneksel infiltrasyon anestezisi veya STA gruplarına rastgele atanmış ve enjeksiyon sırasında ağrı algısı, kan basıncı ve kalp atış hızı değerlendirilmiştir. Sonuçlar, enjeksiyon sırasında algılanan ağrı ve sistolik kan basıncı açısından iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir. Ancak, Wand STA uygulanan hastaların restoratif işlem sırasında daha az ağrı hissettiği ve bu yöntemi gelecekte tercih etme olasılıklarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma, Wand STA sisteminin restoratif diş tedavilerinde daha konforlu bir alternatif sunabileceğini ve hasta memnuniyetini artırabileceğini ortaya koymuştur. (Al-Obaida & ark., 2019:9)

Comfort Control Syringe

Comfort Control Syringe (Dentsply International, York, PA, ABD), bilgisayar kontrollü lokal anestezi sağlayan bir enjeksiyon sistemi olup, geleneksel enjektörlere kıyasla daha kontrollü, düşük basınçlı ve konforlu bir anestezi uygulaması sunmayı amaçlamaktadır. Bu sistem, enjeksiyon basıncını otomatik olarak ayarlayarak ağrı hissini azaltmakta, enjeksiyon sürecini daha öngörülebilir hale getirmekte ve hastaların anksiyetesini düşürmektedir. Comfort Control Syringe (CCS) ana ünite ve şırınga olmak üzere iki parçadan oluşur. Ayak pedalı bulunmamaktadır.

Enjeksiyon ve aspirasyon direkt olarak şırınga üzerinden sağlanır. Farklı uygulama teknikleri için beş farklı hız ayarı bulunmaktadır. Bu ayarlardan ikisi bütün teknikler için kullanılabilir. Lokal anestezik solüsyon ilk önce çok düşük hızda verilir, verilme hızı zamanla artar ve on saniye sonunda seçilen tekniğe göre uygun hıza ulaşır. (Hato & Erkmen Almaz, 2022:12) CCS'nin kullanımı uygulayıcıya elle daha fazla algısal his ve daha çok kontrol sağlasa da şırınganın hantal yapısı sebebiyle diğer bilgisayar kontrollü cihazlardan daha zor kullanılır. (Grace & ark., 2003:4)

Resim 2 Comfort Control Syringe



Angelo ve Polyvios derleme çalışmalarında dental anestezi uygulamalarında geleneksel iğne ile yapılan enjeksiyonların neden

olduğu ağrı ve anksiyetenin azaltılması için geliştirilen alternatif teknikleri anlatmışlardır. Çalışmada, topikal anestezi, elektronik dental anestezi, jet enjektörler, iyontoforez ve bilgisayar kontrollü lokal anestezi sistemler gibi yöntemlerin etkinliğinden ve sınırlamalarından bahsedilmiştir. Angelo ve Polyvios, CCS'nin beş farklı hız ayarına sahip olduğunu, enjeksiyon basıncını kademeli olarak artırarak hastaların ağrı hissini azalttığını ve anestezinin daha kontrollü uygulanmasını sağladığını belirtmiştir. Bununla birlikte, cihazın diğer bilgisayar kontrollü sistemlere kıyasla daha büyük ve kullanımı daha zor olabileceği ifade edilmiştir. Çalışma, bilgisayar kontrollü anestezi sistemlerinin, geleneksel yöntemlere kıyasla hasta konforunu artırabileceğini, ancak yüksek maliyet ve uygulama süresi gibi faktörlerin klinik kullanımını sınırlayabileceğini vurgulamıştır. Angelo & Polyvios, 2018:10)

QuickSleeper

QuickSleeper (Dental HiTec, Cholet, France), 1997 yılında piyasaya sürülen bilgisayar kontrollü intraosseöz anestezi sağlayan yenilikçi bir enjeksiyon sistemidir. Bu sistem, oldukça hafif ve kalem tutar gibi rahatlıkla kavranabilen bir el aleti, kablosuz ayak pedalı ve kontrol ünitesinden oluşur.

Bu cihaz doku yoğunluğuna göre enjeksiyonu düzenleyen bir direnç analizi sistemine sahiptir ve enjeksiyonun hızı ayak pedalı tarafından kontrol edilmektedir. Yavaş, hızlı ve intraosseöz mod olmak üzere önceden programlanmış 3 adet enjeksiyon moduna sahip olan cihazın el ünitesinin üzerinden ne kadar solüsyon uygulandığı ve solüsyona karşı gösterilen direnç miktarları izlenebilmektedir. Rotasyonel iğne mekanizması sayesinde de kortikal kemiği atravmatik bir şekilde delerek anestezik solüsyonun doğrudan süngerimsi kemiğe uygulanmasını sağlar. Bu sistem, daha az stres faktörü, daha hızlı etki başlangıcı, daha düşük dozda anestezik kullanım gibi avantajlar sunmaktadır. Ayrıca yumuşak

dokuların gereksiz yere uyuşmasını önlediğinden bu durum özellikle çocuk hastalarda dudak, yanak ısırma gibi komplikasyonların önüne geçmektedir. (Han & Kim, 2018:5)

Resim 3 Quicksleeper



Anestezi etki süresinin nispeten kısa olması, uzun süren cerrahi işlemler için bir dezavantaj oluşturabilir. Ayrıca anestezinin konvansiyonel sistemlere göre daha uzun sürede uygulanıyor olması diğer bir dezavantajıdır. Bu uygulamada, işlem sonrası periodontal dokuda ağrı, lingual kemikte perforasyon oluşabilmesi gibi bazı istenmeyen durumlar da meydana gelebilmektedir. (Graetz & ark., 2013:5)

Aynı üretici firma 2007 yılında SleeperOne isimli benzer özelliklerde intraosseöz enjeksiyon dışında diğer enjeksiyon tekniklerini yapabilen ve iğnesi rotasyon hareketi yapmayan başka bir cihazı daha piyasaya sürmüştür. Bu cihazla pediatrik hasta grubunda çene kemiklerinin spongiyoz yapısı nedeniyle iğnesine

manuel rotasyon hareketi yapılarak intraosseöz enjeksiyon da yapılabilmektedir.

Resim 4 SleeperOne



Beneito-Brotons ve ark. çalışmalarında bilgisayar kontrollü intraosseöz anestezi sistemi ile geleneksel lokal anestezi tekniklerini karşılaştırarak anestezinin başlama süresi, etki süresi ve hasta tercihlerini değerlendirmiştir. 30 yetişkin hasta üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, her hastaya farklı zamanlarda hem geleneksel enjektör hem de QuickSleeper intraosseöz anestezi sistemi uygulanmış ve anestezi etkinliği analiz edilmiştir. İntraosseöz anestezinin geleneksel yönteme kıyasla anlamlı derecede daha kısa bir latans süresine sahip olduğunu ve yumuşak doku anestezisinin çok daha kısa sürdüğünü göstermiştir. Bununla birlikte, hastaların %69.7'si intraosseöz anesteziyi tercih ettiğini bildirmiştir. Çalışma, bilgisayar kontrollü intraosseöz anestezi sisteminin hızlı etki başlangıcı, yeterli anestezi süresi ve hasta

memnuniyeti açısından geleneksel yöntemlere alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır. (Beneito-Brotons & ark., 2012:4)

Özer ve ark. çalışmalarında bilgisayar kontrollü intraosseöz anestezi sistemi (QuickSleeper) ile geleneksel inferior alveolar sinir bloğu tekniğini karşılaştırarak ağrı, anksiyete ve anestezi etkinliğini değerlendirmiştir. 40 yetişkin hasta üzerinde yürütülen çalışmada, bilateral gömülü üçüncü molar çekimi sırasında her hastaya farklı randevularda hem QuickSleeper ile intraosseöz enjeksiyon hem de geleneksel inferior alveolar sinir bloğu uygulanmış ve hastaların ağrı, anksiyete düzeyleri ve anestezi etkinliği analiz edilmiştir. QuickSleeper'in daha hızlı etki başlangıcı sağladığını ve daha az yumuşak doku uyuşmasına neden olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, enjeksiyon süresinin geleneksel yöntemlere kıyasla daha uzun olduğu ve bazı durumlarda iğne ucunda tıkanma gibi teknik zorlukların yaşandığı rapor edilmiştir. Ayrıca, QuickSleeper'in uzun süren cerrahi işlemler için yetersiz kalabileceği belirtilmiştir. Çalışma, bilgisayar kontrollü intraosseöz anestezinin, özellikle kısa süreli dental prosedürlerde etkili bir alternatif sunabileceğini, ancak cerrahi işlemler için geleneksel yöntemlerle desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. (Özer & ark., 2012:8)

Sixou ve Barbosa-Rogier çalışmalarında çocuk ve ergenlerde intraosseöz anestezi enjeksiyonlarının etkinliğini değerlendirmiştir. 181 hasta üzerinde gerçekleştirilen ve toplam 225 intraosseöz enjeksiyon seansını içeren çalışmada, hastalara QuickSleeper 2 sistemi kullanılarak anestezinin başarısı analiz edilmiştir. İntraossesöz enjeksiyonlarının genel başarı oranının seans bazında %91.2, diş bazında %91.9 olduğunu göstermiştir. Özellikle süt dişlerinde %95 (endodontik işlemlerde %96.6, restoratif tedavilerde %100, çekimlerde %88), kalıcı dişlerde ise %87.9 (endodontik işlemlerde %92.3, restorasyonlarda %89.9, çekimlerde %75) başarı oranı elde edilmiştir. Yaş faktörünün anestezi etkinliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiş, ayrıca mukozanın

uyuşması nedeniyle dudak, yanak ısırma veya postoperatif ağrı gibi komplikasyonların gözlemlenmediği rapor edilmiştir. Çalışma, çocuk ve ergenlerde intraosseöz anestezinin, geleneksel infiltrasyon yöntemlerine etkili bir alternatif veya tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabileceğini vurgulamaktadır. (Sixou & Barbosa-Rogier, 2008:6)

Smaïl-Faugeron ve ark. çalışmalarında QuickSleeper cihazı ile geleneksel supraperiostal enjeksiyonu karşılaştırmışlardır. Araştırmada 30 çocuğa her iki teknikte kullanılarak, 128 çocuğa ise tekniklerden rastgele olarak biri seçilerek işlem yapılmıştır. Ağrı skorlarının bilgisayar kontrollü sistemde anlamlı şekilde daha düşük olduğu ortaya konmuştur. Bilgisayar kontrollü sistemlerin kullanıldığı durumlarda enjeksiyon ve solüsyonun depolanması sırasında ağrı skorlarının geleneksel supraperiostal enjeksiyona göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. (Smaïl-Faugeron & ark., 2019:12)

Nieuwenhuizen ve ark. çalışmalarında SleeperOne ile Wand isimli cihazları ağrı ve ağrı kaynaklı davranışlar konusunda karşılaştırmışlardır. Araştırma 4-6 yaşları arasındaki 112 çocuk üzerinde yapılmıştır. Çocuklar rastgele olarak cihazlardan biri kullanılarak tedavi edilmişlerdir. Sonuç olarak enjeksiyon sırasındaki ağrı konusunda iki cihaz arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. SleeperOne isimli cihazın enjeksiyon uygulama süresi anlamlı olarak Wand cihazından daha kısadır. (Nieuwenhuizen & ark., 2013: 5)

Ludovichetti ve ark. çalışmalarında, çocuk hastalarda QuickSleeper ile geleneksel infiltrasyon anestezisinin etkinliğini karşılaştırarak, her iki yöntemin kaygı ve ağrı algısı üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. 3 ile 15 yaşları arasında 100 çocuk üzerinde yapılan araştırmada, her hasta rastgele sırayla iki farklı anestezi yöntemiyle tedavi edilmiştir. Venham ağrı ölçeği ile yapılan değerlendirmelerde, QuickSleeper cihazının hem mandibular hem de maksiller bölgelerde geleneksel yöntemlere göre istatistiksel

olarak anlamlı derecede düşük ağrı algısına yol açtığı görülmüştür. Çalışmada, bilgisayar kontrollü anestezinin daha az invaziv olduğu ve çocuk hastalarda daha işbirlikçi davranışlar sağladığı sonucuna varılmıştır. QuickSleeper sistemi, geleneksel enjeksiyon anestezisine göre daha avantajlı bir alternatif olarak değerlendirilmiştir. (Ludovichetti & ark., 2022:4)

Calaject

Calaject (Rønvig Dental MFG, Daugaard, Danimarka), lokal anestezi uygulamalarında konforu artırmak amacıyla geliştirilen yeni bir cihazdır. Bu sistem, enjeksiyon sırasında uygulanan basınç ve akış hızının minimize edilmesiyle ağrı hissinin azaltılabileceği prensibine dayanmaktadır. Cihaz, üç farklı program arasında seçim yapılmasına olanak tanıyan, basınç göstergesi ve üç düğmeli bir ekrana sahip taşınabilir bir üniteden oluşmaktadır. Bu ünite, anestezik kartuş ve iğnelerin yerleştirildiği kalem şeklinde bir enjektörle entegre edilmiştir. Anestezi uygulaması, merkezi birime bağlı bir pedal aracılığıyla kontrol edilmekte olup, işlem sırasında kullanıcıya sesli geri bildirim sağlanmaktadır.

Sistem üç farklı program sunmaktadır: Birinci programda anestezik solüsyon düşük hızda uygulanırken, ikinci program ilk 10 saniye boyunca yavaş bir akış sağlayıp ardından enjeksiyon hızını artırmaktadır. Üçüncü program ise anesteziyi daha hızlı enjekte etmek için tasarlanmış olup, genellikle işlemin tamamlanma aşamasında kullanılmaktadır. (Abou Chedid & ark., 2023:7) Üretici firma, Program I'in intraligamenter ve palatinal enjeksiyonlar için, Program II'nin infiltrasyon teknikleri için ve Program III'ün ise alveoler sinir bloklarında kullanılmasını önermektedir. (Berrendero & ark., 2021:9)

Attia ve ark. çalışmalarında, Calaject ile geleneksel dental anestezinin ağrı algısı üzerindeki etkilerini, tek kör randomize kontrollü bir deneyle karşılaştırmışlardır. Çalışmaya katılan 60 diş

hekimliği öğrencisine hem Calaject hem de geleneksel enjeksiyon yöntemleri uygulanmış ve ağrı algıları değerlendirilmiştir. Sonuçlar, iğne girişindeki ağrı algısının iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediğini, ancak enjeksiyon sırasında Calaject cihazının geleneksel yönteme göre anlamlı derecede daha az ağrıya neden olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, Calaject cihazının enjeksiyon sırasında ağrıyı azaltmada etkili bir alternatif olduğunu ve deneyimli operatörlerle uygulandığında ağrı algısını daha da düşürebileceğini ortaya koymuştur. (Attia & ark., 2022:13)

Resim 5 Calaject



Sonuç

Lokal anestezi, diş hekimliğinde ağrı kontrol yöntemlerinin temel taşlarından biridir. Geleneksel enjeksiyon yöntemlerinin yol açtığı iğne korkusu ve ağrı algısı, çocuklarda dental anksiyetenin en büyük nedenlerinden biridir. Bu durum, tedaviye uyumu olumsuz etkileyerek hem çocuk hem de diş hekimi için zorlu bir süreç yaratmaktadır. Özellikle çocuk diş hekimliğinde dental işlemler öncesinde hastaların konforunu artırmak ve enjeksiyon kaynaklı

ağrıyı en aza indirmek önemli bir unsurdur. Bilgisayar kontrollü anestezi cihazları, enjeksiyon hızını ve basıncını otomatik olarak düzenleyerek daha kontrollü, ağrısız ve konforlu bir tedavi deneyimi sunmaktadır. Özellikle, anksiyetenin çocuk diş hekimliğinde büyük bir engel olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu cihazların kullanımı, hasta-diş hekimi ilişkisini güçlendirebilir ve tedavi sürecini daha verimli hale getirebilir.

Bununla birlikte, bilgisayar kontrollü lokal anestezi sistemlerinin kullanımı bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Cihazların maliyeti ve öğrenme eğrisi, klinik uygulamalarda yaygınlaşmasını sınırlayabilir. Ayrıca, enjeksiyon süresinin geleneksel yöntemlere göre daha uzun olması, çocuk hastalarla çalışırken dikkat edilmesi gereken bir faktördür. Cihazların karmaşık yapıları ve teknolojik bileşenleri, öğrenme ve kullanım sürecinde ek eğitim gerektirebilir. Cihazların bakım ve kalibrasyon gereksinimleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak, diş hekimliğinde teknolojik gelişmelerden dolayı dijital bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bu teknolojik dönüşümlerden biri olan bilgisayar kontrollü lokal anestezi cihazları, çocuk diş hekimliğinde ağrısız ve kaygısız tedavi hedeflerine ulaşmak için etkili bir seçenek olabilir. Bu teknolojilerin daha geniş çapta benimsenmesi, çocukların diş hekimi korkusunu azaltarak gelecekteki dental sağlığı olumlu yönde etkileyecektir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, farklı yaş gruplarında ve farklı dental prosedürlerde bu cihazların etkinliğini inceleyerek, çocuk diş hekimliğinde daha konforlu ve travmasız tedavi süreçlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Kaynakça

Klingberg, G., & Broberg, A. G. (2007). Dental fear/anxiety and dental behaviour management problems in children and adolescents: A review of prevalence and concomitant psychological factors. *International Journal of Paediatric Dentistry, 17(6)*, 391-406. https://doi.org/10.1111/j.1365-263x.2007.00872.x.

Arabulan, S., & Önçağ, Ö. (2023). Çocuk diş hekimliğinde bilgisayar kontrollü lokal anestezi uygulamaları. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 44(2)*, 181-186. https://dx.doi.org/10.5505/eudfd.2023.37097.

Kwak, E. J., Pang, N. S., Cho, J. H., et al. (2016). Computer-controlled local anesthetic delivery for painless anesthesia: A literature review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 16(2)*, 81-88. https://doi.org/10.17245/jdapm.2016.16.2.81.

Humphris, G. M., Morrison, T., & Lindsay, S. J. (1995). The Modified Dental Anxiety Scale: Validation and United Kingdom norms. *Community Dental Health, 12(3)*, 143-150.

Armfield, J. M., Stewart, J. F., & Spencer, A. J. (2007). The vicious cycle of dental fear: Exploring the interplay between oral health, service utilization, and dental fear. *BMC Oral Health, 7*, 1-6. https://doi.org/10.1186/1472-6831-7-1.

Hamzah, H. S., Gao, X., Yung Yiu, C. K., et al. (2014). Managing dental fear and anxiety in pediatric patients: A qualitative study from the public's perspective. *Pediatric Dentistry, 36(1)*, 29-33.

Mutlu, B., & Avşar, A. (2024). Çocuklarda dental anksiyete: Başarılı dental tedavinin önündeki engel. *Selçuk Dental Journal, 11(1)*, 90-95. https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1271549.

Doğan, M. C., Seydaoğlu, G., Uğuz, S., & İnanç, B. Y. (2006). The effect of age, gender and socioeconomic factors on perceived dental anxiety determined by a modified scale in children. *Oral Health & Preventive Dentistry, 4(4)*, 235–241.

Altın, K. T., Onur, Ş. G., Yurtseven, B. D., Altunok, Ç., & Sandallı, N. (2019). Ebeveyn dental kaygısının çocukların dental kaygısı üzerine etkileri. *Yeditepe Journal of Dentistry, 2*, 146–151. https://dx.doi.org/10.5505/yeditepe.2019.82687.

Bayrak, Ş., Şen, E., Eğilmez, T., & Tüloğlu, N. (2010). Ebeveyn dental kaygısı ve sosyodemografik faktörlerin çocukların dental kaygısı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, (3)*, 181–188.

Saloum, F. S., Baumgartner, J. C., Marshall, G., & Tinkle, J. (2000). A clinical comparison of pain perception to the Wand and a traditional syringe. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 89*, 691-695. https://doi.org/10.1067/moe.2000.106333.

Hochman, M., Chiarello, D., Hochman, C. B., Lopatkin, R., & Pergola, S. (1997). Computerized local anesthetic delivery vs. traditional syringe technique: Subjective pain response. *New York State Dental Journal, 63*, 24-29.

Saxena, P., Gupta, S. K., Newaskar, V., & Chandra, A. (2013). Advances in dental local anesthesia techniques and devices: An update. *National Journal of Maxillofacial Surgery, 4*, 19-24. https://doi.org/10.4103/0975-5950.117873.

Wand STA (2025). *Milestone Scientific*. (01.05.2025 tarihinde https://www.milestonescientific.com/dental solutions/ single-tooth-anesthesia-system adresinden ulaşılmıştır.)

Garret-Bernardin, A., Cantile, T., D'Antò, V., et al. (2017). Pain experience and behavior management in pediatric dentistry: A

comparison between traditional local anesthesia and the Wand computerized delivery system. *Pain Research and Management, 2017*, 7941238. https://doi.org/10.1155/2017/7941238.

Baghlaf, K., Elashiry, E., & Alamoudi, N. (2018). Computerized intraligamental anesthesia in children: A review of clinical considerations. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 18(4)*, 197-204. https://doi.org/10.17245/jdapm.2018.18.4. 197.

Lee, S., Reader, A., Nusstein, J., Beck, M., & Weaver, J. (2004). Anesthetic efficacy of the anterior middle superior alveolar (AMSA) injection. *Anesthesia Progress, 51(3)*, 80-89.

Fukayama, H. (2003). Local anesthesia in dental practice: New methods of local anesthesia. *Journal of Korean Dental Society of Anesthesiology, 3(2)*, 71-79.

Jälevik, B., & Klingberg, G. (2014). Pain sensation and injection techniques in maxillary dento-alveolar surgery procedures in children—a comparison between conventional and computerized injection techniques (The Wand). *Swedish Dental Journal, 38(2)*, 67-75.

Libonati, A., Nardi, R., Gallusi, G., et al. (2018). Pain and anxiety associated with computer-controlled local anaesthesia: Systematic review and meta-analysis of cross-over studies. *European Journal of Paediatric Dentistry, 19(4)*, 324-332. https://doi.org/10.23804/ejpd.2018.19.04.14.

El Hachem, C., Kaloustian, M. K., Cerutti, F., Chedid, N. R. (2019). Metallic syringe versus electronically assisted injection system: A comparative clinical study in children. *European Journal of Paediatric Dentistry, 20(4)*, 320-324. https://doi.org/10.23804/ejpd.2019.20.04.12.

Flisfisch, S., Woelber, J. P., & Walther, W. (2021). Patient evaluations after local anesthesia with a computer-assisted method and a conventional syringe before and after reflection time: A prospective randomized controlled trial. *Heliyon, 7(2)*, e06012. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06012.

Al-Obaida, M. I., Haider, M., Hashim, R., et al. (2019). Comparison of perceived pain and patients' satisfaction with traditional local anesthesia and single tooth anesthesia: A randomized clinical trial. *World Journal of Clinical Cases, 7(19)*, 2986-2994. https://doi.org/10.12998/wjcc.v7.i19.2986.

Hato, E., & Erkmen Almaz, M. (2022). Dental lokal anestezi uygulamalarında güncel yaklaşımlar. *BİDGE Yayınları, 4*.

Grace, E. G., Barnes, D. M., Reid, B. C., Flores, M., & George, D. L. (2003). Computerized local dental anesthetic systems: Patient and dentist satisfaction. *Journal of Dentistry, 31*, 9-12. https://doi.org/10.1016/s0300-5712(02)00130-6.

Angelo, Z., & Polyvios, C. (2018). Alternative practices of achieving anaesthesia for dental procedures: A review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 18(2)*, 79-88. https://doi.org/10.17245/jdapm.2018.18.2.79.

Han, K., & Kim, J. (2018). Intraosseous anesthesia using a computer-controlled system during non-surgical periodontal therapy (root planing): Two case reports. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 18*, 65. https://doi.org/10.17245/jdapm.2018.18.1.65.

Graetz, C., Fawzy-El-Sayed, K. M., Graetz, N., & Dörfer, C. E. (2013). Root damage induced by intraosseous anesthesia—an in vitro investigation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 18*, 130-134. https://doi.org/10.4317/medoral.18386.

Beneito-Brotons, R., Peñarrocha-Oltra, D., Ata-Ali, J., & Peñarrocha, M. (2012). Intraosseous anesthesia with solution injection controlled by a computerized system versus conventional oral anesthesia: A preliminary study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 17(3)*, e426-e429. https://doi.org/10.4317/medoral.17543.

Özer, S., Yaltirik, M., Kirli, I., & Yargic, I. (2012). A comparative evaluation of pain and anxiety levels in 2 different anesthesia techniques: locoregional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system (Quicksleeper). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, 114(5 Suppl)*, 132-139. https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.09.021.

Sixou, J. L., & Barbosa-Rogier, M. E. (2008). Efficacy of intraosseous injections of anesthetic in children and adolescents. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, Endodontics, 106(2)*, 173-178. https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2007.12.004.

Smaïl-Faugeron, V., Muller-Bolla, M., Sixou, J. L., & Courson, F. (2019). Evaluation of intraosseous computerized injection system (QuickSleeper™) vs conventional infiltration anaesthesia in paediatric oral health care: A multicentre, single-blind, combined split-mouth and parallel-arm randomized controlled trial. *International Journal of Paediatric Dentistry, 29(5)*, 573-584. https://doi.org/10.1111/ipd.12494.

Nieuwenhuizen, J., Hembrecht, E. J., Aartman, I. H., Krikken, J., & Veerkamp, J. S. (2013). Comparison of two computerised anaesthesia delivery systems: pain and pain-related behaviour in children during a dental injection. *European Archives of Paediatric Dentistry, 14(1)*, 9-13. https://doi.org/10.1007/s40368-012-0007-2.

Ludovichetti, F. S., Zuccon, A., Zambon, G., et al. (2022). Pain perception in paediatric patients: Evaluation of computerised anaesthesia delivery system vs conventional infiltration anaesthesia in paediatric patients. *European Journal of Paediatric Dentistry, 23*, 153-156. https://doi.org/10.23804/ejpd.2022.23.02.06.

Abou Chedid, J. C., Salameh, M., El Hindy, C., Kaloustian, M. K., & El Hachem, C. (2023). Comparative study of two different computer-controlled local anesthesia injection systems in children: A randomized clinical trial. *European Archives of Paediatric Dentistry,* 1-7. https://doi.org/10.1007/s40368-023-00793-3.

Berrendero, S., Hriptulova, O., Salido, M. P., Martínez-Rus, F., & Pradíes, G. (2021). Comparative study of conventional anesthesia technique versus computerized system anesthesia: A randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations, 25*, 2307-2315. https://doi.org/10.1007/s00784-020-03553-5.

Attia, S., Austermann, T., May, A., et al. (2022). Pain perception following computer-controlled versus conventional dental anesthesia: Randomized controlled trial. *BMC Oral Health, 22*, 425. https://doi.org/10.1186/s12903-022-02454-0.

CHAPTER 5

ÜÇ BOYUTLU YAZICILAR VE ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIM ALANLARI

Makbule Buse DÜNDAR SARI [1]
Nisa Nur BELGEMEN[2]

Giriş

Dijital teknolojinin gelişmesi sonucunda diş hekimliği uygulamalarında da büyük değişiklikler yaşanmaktadır. Üç boyutlu (three dimensional/3D) yazıcılarla yapılan tedavi ve tetkikler, son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Gelecekte klinik pratiğinde daha çok rol alması gerektiği düşünülen bir teknolojidir (Lee, 2016: 93-108).

Bu bölümde 3D yazıcıların ne olduğuna, çalışma prensiplerine, üretim yöntemlerine ve diş hekimliğinde özellikle çocuk diş hekimliği olmak üzere diğer diş hekimliği alanlarındaki kullanım amaçlarına değinilmiştir. Ayrıca, 3D yazıcıların gelecekteki potansiyeli değerlendirilerek 3D modellemenin çocuk

[1]Doktor Öğretim Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Orcid:0000-0002-8848-8850, dundarbuse94@gmail.com
[2]Araştırma Görevlisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Orcid:0009-0007-5371-6255, belgemennisa@gmail.com

diş hekimliğinde kullanılabileceği durumlar, sınırlı literatür bilgisine rağmen elde edilen başarılı sonuçlar neticesinde bu konunun daha fazla önemsenmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir.

Üç Boyutlu Yazıcılar

"Üç boyutlu yazıcı" terimi, nesnelerin gereken ürünü oluşturmak için katman katman malzeme ekleyerek üretim yapan bir yöntem olarak tanımlanır. Bu süreç genellikle eklemeli üretim olarak bilinir ve hızlı prototipleme olarak da adlandırılır (Saratti & ark., 2019: 131-139).

3D baskı, 3D tarayıcılar veya bilgisayarlı tomografi (BT) gibi cihazlar kullanılarak bir nesnenin tanımlanmasının ardından, 3D modelleme yazılımıyla çizilen taslakları kullanarak mürekkep püskürtmeli yazıcı benzeri bir prensiple metal veya plastik gibi maddelerin püskürtülmesi veya katmanlar halinde birikmesi yoluyla 3D nesnelerin üretilmesi teknolojisidir (Lee, 2016: 93-108).

Üç Boyutlu Yazıcıların Sınıflandırılması

3D yazıcılar baskı yöntemlerine göre sınıflandırılmanın yanı sıra şekillendirme yöntemlerine ve baskı malzeme özelliklerine dayalı olarak da sınıflandırılabilmektedir. Baskı malzeme özelliklerine göre sınıflaması şu şekildedir (Al Hamad & ark., 2022: e67-e86):

- Eksiltmeli Üretim Yöntemi
- Eklemeli Üretim Yöntemi
    a. Stereolitografi (SLA)
    b. Dijital Işık İşleme (DLP)
    c. Eriyik Biriktirme ile Modelleme (FDM)
    d. Seçici Lazer Sinterleme (SLS)
    e. Fotopolimer Püskürtme (FPP)

f. Toz Bağlayıcı Püskürtme (TBP)

g. Lazer Biyobaskı (LAB)

Eksiltmeli üretim yöntemi

Diş hekimliğinde dijital üretimin ilk uygulamaları, eksiltmeli üretim yöntemlerine dayanmaktadır. Bu yöntem, malzeme bloklarından istenmeyen parçaların mekanik kesici aletlerle çıkarıldığı bir süreci içerir. Güçle çalışan aletler (testereler, torna tezgâhları, freze makineleri ve matkap presleri) ile bilgisayar yazılımlarının entegrasyonu sayesinde, üretim süreci otomatik hale gelir (Aktaş & ark., 2024: 178). İlk olarak bir malzeme bloğu kullanılarak başlanır; ardından makine, bilgisayarda yapılan tasarıma uygun olarak frezeler ile istenmeyen parçaları kaldırarak nihai geometrik formu oluşturur (Abduo, Lyons & Bennamoun, 2014: 783948).

Eksiltmeli üretim yönteminin avantajları (Azeez & Nagaş, 2017: 128-139):

- Geleneksel üretim yöntemlerine göre zaman tasarrufu sağlar. Karmaşık modellerin hızlı bir şekilde üretilmesi mümkün olur.
- Farklı diş hekimliği uygulamalarına uygun çeşitli tasarımlar oluşturulabilir.
- Hızlı üretim sayesinde, hastalar daha kısa süre içinde tedavi edilebilir.
- Yüksek yüzey çözünürlüğü sayesinde detaylı ve kaliteli yüzeyler elde edilebilir, bu durum estetik açıdan avantaj sağlar.
- Çeşitli malzemelerle çalışabilme imkânı, farklı ihtiyaçlara uygun çözümler sunar.

- Düşük pörozite ile daha sağlam yapılar oluşturulabilir.
- Bu yöntemle üretilen parçalar genellikle mekanik olarak daha dayanıklı ve biyolojik olarak uyumludur.

Eksiltmeli üretim yönteminin dezavantajları (Azeez & Nagaş, 2017: 128-139):

- İşlem sırasında, nihai üründen daha fazla malzeme çıkarıldığı için israf söz konusudur.
- Kullanım sırasında frezlerin aşınması, sürekli bakım ve yenileme gerektirir.
- Frez çapı, üretim sürecinin hassasiyetini etkileyebilir; bu da sonuçların tutarlılığını azaltabilir.
- Üretim sırasında oluşan ısı, malzeme özelliklerini etkileyebilir ve kalitede dalgalanmalara yol açabilir.
- İşlem sonucunda oluşan fazla atık miktarı çevresel açıdan olumsuz bir durum yaratır.
- Yüksek maliyeti, özellikle küçük muayenehaneler için bir engel oluşturabilir.

Eklemeli üretim yöntemi

Eklemeli üretim genellikle "3 boyutlu baskı" terimiyle anılsa da katmanlı imalat, serbest biçimli üretim, hızlı prototipleme ve hızlı üretim gibi çeşitli terimler de kullanılmaktadır. Bu yöntem, hızlı prototiplemeden nihai ürün üretimine kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Eklemeli üretim süreci, voksel (3D pikseller) birleştirilerek kesitsel tabakaların oluşturulması prensibine dayanır. Bu katmanlı yapı, karmaşık geometrilerin daha az zaman ve maliyetle üretilmesini sağlar. Bu nedenle eklemeli üretim, havacılık ve otomotiv sanayisi gibi alanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Katreva & ark., 2016: 7-11).

Eklemeli üretim, diş restorasyonlarının üretiminde devrim niteliğinde bir yenilik sunmaktadır. American Society for Testing and Materials (ASTM) tarafından bu yöntem, 3D model verilerinden nesneler oluşturmak için malzemelerin tabaka tabaka eklenmesi yoluyla gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Gali & Sirsi, 2015: 37-40). Bu süreç, 3D modelin bir mozaik dilimleme modeli olarak dönüştürülmesiyle başlar. Ardından, model özel yazılımlar aracılığıyla kesit tabakalarına ayrıştırılır ve bu tabakalar, 3D yazıcı yardımıyla bir araya getirilerek üretilir (Delibalta, 2020: 480-487).

Eklemeli üretim yönteminin avantajları (Delibalta, 2020: 480-487):

- Üretim sürecini hızlandırarak ve maliyetleri düşürerek verimlilik sağlar.
- Prototip ve nihai ürünlerin hızlı bir şekilde üretilmesini mümkün kılar.
- Zor şekilli parçaların üretilmesi, tasarım özgürlüğü sunar.
- Talebe göre üretim yapılması nedeniyle büyük miktarda stok bulundurma gereksinimini azaltır.
- Farklı malzeme seçenekleri ile geniş bir yelpazede üretim imkânı sunar.
- Daha az malzeme kullanarak atık miktarını azaltır.

Eklemeli üretim yönteminin dezavantajları (Azeez & Nagaş, 2017: 128-139):

- Üretim sırasında gerekli olan destek yapıların çıkartılması gerekir, bu da ek iş gücü gerektirir.
- Elde edilen ürünlerin yüzey kalitesi, eksiltmeli üretim yöntemlerine göre genellikle daha düşüktür.

- Eklemeli üretim teknolojileri, başlangıçta yüksek maliyetler gerektirebilir.

Stereolitografi (SLA), birçok uygulama alanına sahip, yüksek hız ve yüksek doğruluk sunan bir 3D yazdırma teknolojisidir. SLA, sıvı rezinleri katman katman ayrıştırmak için fotokimyasal süreçler kullanarak son derece doğru ve detaylı tasarımlar üretir. SLA teknolojisinin ışınla kürleme yeteneği zaman alıcıdır, ancak son ürünlerin yüksek doğrulukta ve pürüzsüz olmasını sağlar (Della Bona & ark., 2021: 336-350). Özellikle hastaya özel tasarımlar üretebilme yeteneği, diş hekimliği camiasında büyük ilgi uyandırmıştır. Diş hekimliğinde geçici ve kalıcı kronlar, sabit köprüler, cerrahi kılavuzlar ve şablonlar ile teşhis kalıpları ve modeller için sıkça kullanılmaktadır (Khorsandi & ark., 2021: 26-49). Teknolojinin en büyük dezavantajlarından biri, ayrıştırılmış malzemenin bir lazer ışınını takip etmesi nedeniyle sürecin küçük tasarımlar için bile zaman alıcı olabilmesidir. Diş hekimliğindeki SLA teknolojisi, diş tedavilerine daha verimli ve daha az zaman alıcı bir yaklaşım sunmuştur (Della Bona & ark., 2021: 336-350).

Dijital ışık işleme (DLP) baskı, uzun üretim süresi sorununu çözerek son derece değerli bir 3D baskı teknolojisi haline gelmiştir. Bu ışıkla sertleştirme teknolojisi, SLA baskısına göre daha hızlıdır; çünkü DLP bir seferde tüm katmanı bir ışık flaşıyla sertleştirebilir. Ancak, bu teknolojinin büyük bir dezavantajı, her bir vokselin boyutuyla ilgilidir. Voksel, bir pikselin çözünürlüğünün ne olduğunu 3D perspektifinde temsil eder. Dolayısıyla, daha büyük bir voksel boyutu daha düşük çözünürlük (bloklu ve köşeli) ile sonuçlanırken, daha küçük bir voksel daha yüksek çözünürlük (daha pürüzsüz tasarım) sağlar (Al Hamad & ark., 2022: e67-e86). DLP baskı şu anda klinik olarak kabul edilebilir geçici ve kalıcı restorasyonlar, kronlar ve sabit köprüler ile çıkarılabilir protez cihazları üretmektedir. Genel olarak, DLP baskı kliniklere daha öngörülebilir

tedavi sonuçları için yenilikçi ve zaman tasarrufu sağlayan çözümler sunmaktadır (Khorsandi & ark., 2021: 26-49).

Eriyik biriktirme ile modelleme (FDM), sağlık hizmetlerinin birçok alanında uygulamaları olan faydalı bir baskı modülüdür. FDM, ısıtıldığında yarı sıvı durumda eritilen termoplastik filamentlerin katman katman ekstrüde edilerek yerleştirilmesiyle çalışır. Katmanlar soğuduklarında sertleşirler, ancak önceki katmanın üzerine yerleştirilirken ısıtılmış filament ile moleküler bir bağ oluştururlar (Cailleaux & ark., 2021: 821-841). Bu teknoloji, malzeme katmanlarının mükemmel bir şekilde bağlanmasını sağlar, ancak yalnızca termoplastik malzemelerle çalışır. Şu anda bu teknoloji, oklüzal aparatların üretilmesinde kullanılmakta ve kontrollü salınması gereken ilaç sistemleri gibi farmasötik uygulamalarda da yer almaktadır. Eriyik biriktirme ile modelleme, çeşitli sağlık hizmeti alanlarında faydalı uygulamalar sağlasa da diş uygulamalarındaki kullanımı sınırlıdır (Khorsandi & ark., 2021: 26-49).

Seçici lazer sinterleme (SLS), diş protezi alanında oldukça zaman kazandıran bir 3D baskı modülü olarak kanıtlanmıştır. Bu üretim yöntemi toz halindeki malzemeleri seçici olarak eritmek için yüksek sıcaklıkta bir lazer kullanır. Kullanılan malzemeler, seramiklerden metallere hatta polimerlere kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. SLS, dental uygulamalar için yüksek yoğunluklu malzemelerin üretimini sağlayan tek modüllerden biri olduğundan oldukça faydalıdır (Yang & ark., 2022: 897-904). Bu teknolojinin en büyük dezavantajı, uygun baskı için büyük bir altyapı gerektirmesidir (Dawood, Marti Marti & Sauret-Jackson, 2015: 521-529). SLS, çıkarılabilir parsiyel diş protezi iskeletlerinin üretiminde önemli yer edinmiştir ve geleneksel tekniklerden kaynaklanan insan hatalarını önemli ölçüde azaltır (Khorsandi & ark., 2021: 26-49). Ayrıca, dental uygulamalarda geleneksel metal döküm ile karşılaştırıldığında daha güvenli ve daha öngörülebilir sonuçlar

sağlar. SLS baskısına bir alternatif, seçici lazer eritme (SLM) yöntemidir. SLM baskı modülü, malzemeler ve süreçler açısından SLS baskısına benzemektedir, ancak SLM'de malzeme sinterlenmemekte ve tamamen eritilmektedir (Goguta & ark., 2021: 371-378).

Fotopolimer püskürtme (FPP) baskısı, yaygın olarak PolyJet 3D baskı olarak bilinmektedir. Diş hekimliğine sunduğu benzersiz bir avantajla öne çıkan bu teknoloji, birden fazla renk ile baskı yapabilme yeteneğine sahiptir. PolyJet, mürekkep püskürtme başlıklarını kullanarak bir toz yatağındaki birden fazla voksele birleştirme maddesi damlaları püskürtür. Bu işlem, polimer tozunun erimesine neden olur ve ardından kızılötesi (infrared) ışıklarla ayrışır (Chen, Zhao & Zhou, 2022: 2205909). Teknolojinin çok malzemeli ve çok renkli bileşenler oluşturma yeteneği, diğer baskı modüllerine göre büyük avantajlar sunar. Ancak, ana dezavantajlarından biri, baskı başlıklarının bakımının gerekliliğidir; çünkü bu başlıklar kolayca tıkanabilmektedir (Dawood, Marti Marti & Sauret-Jackson, 2015: 521-529). Günümüzde, PolyJet baskısı, diş modellerinin yanı sıra geçici diş kronlarının üretilmesinde de kullanılmaktadır. Malzeme, büyük mekanik özellikler sunmadığı için ağız ortamında sınırlı avantajlar taşımaktadır. FPP baskısı, estetik diş hekimliğinde yüksek değer görmektedir, baskı sırasında birden fazla renk seçeneği sunarak diş endüstrisini devrim niteliğinde değiştirme potansiyeline sahiptir (Khorsandi & ark., 2021: 26-49).

Toz bağlayıcı püskürtme (TBP) baskısı, bağlayıcı püskürtme olarak da bilinir, medikal sınıf silikonlar ve biyouyumlu elastomerleri içeren maksillofasiyal protezler için faydalı bir modüldür. TBP genellikle su bazlı bir bağlayıcı kullanarak nişasta bazlı toz katmanlarını seçici olarak bağlamak için kullanılır ve bu katmanlar ardından silikon polimerlerle infiltrasyon yapılır. Ortaya çıkan malzeme, kabul edilebilir özellikler elde etmek için son işlemden geçirilir (Lee & ark., 2022: 520-534). Teknolojinin hasta

spesifik ve renk uyumlu maksillofasiyal tasarımlar üretme yeteneği benzersizdir. Ancak bu malzemelerin genellikle zayıf mekanik özellikleri vardır ve dolayısıyla hassas yapıdadır (Dawood, Marti Marti & Sauret-Jackson, 2015: 521-529).

Üç boyutlu lazer destekli biyobaskı (LAB), katmanlı üretim ile biyoteknolojinin yenilikçi bir birleşimi olarak pazara girmiştir. Bu modül, rejeneratif diş tedavileri için mükemmel gelişmeler göstermiştir. LAB, canlı hücreler ve çeşitli biyomalzemeleri içeren yapay dokunun katman katman yerleştirilmesine olanak tanıyan hassas lazer bazlı teknikler kullanır. Bununla birlikte, periodontal rejenerasyon, kemik artışı ve ağız mukozasının yeniden yapılandırılması için doku mühendislik yapılarını üretme alanında baskı geliştirmiştir. LAB, hasta refahını ve yaşam kalitesini artırma potansiyeline sahip bir üretim yöntemidir (Ahn & ark., 2016: 663-676).

Üç Boyutlu Yazıcıların Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları

Diş hekimliği alanında 3D baskı teknolojisi, tedavi süreçlerini önemli ölçüde geliştirme potansiyeline sahiptir. Özelleştirilmiş ortodontik modeller, kronlar, köprüler, inleyler ve implantlar gibi dental uygulamalar için cerrahi rehberlerin üretilmesi, tedavi sürecini daha etkili ve hassas hale getirebilir. Bu teknoloji, hastaların bireysel ihtiyaçlarına göre özel olarak tasarlanmış çözümler sunarak tedavi sonuçlarını iyileştirmeyi hedeflemektedir (Lee, 2016: 93-108).

Geçmişte, 3D baskı teknolojisi yüksek maliyeti nedeniyle yalnızca büyük laboratuvarlarda kullanılabilirken yeni piyasaya sürülen masaüstü 3D yazıcılar küçük laboratuvarlarda veya kliniklerde bile dijital dental çözümlerin düşük maliyetle kolayca oluşturabilmesiyle karakterizedir. 3D baskı teknolojisini 3D oral tarama, CAD/CAM [(Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer-Aided Design)/Bilgisayar Destekli Üretim (Computer-Aided

Manufacturing)] ve tasarım yazılımı ile birleştiren diş laboratuvarları, alçı modelleri ve şeffaf diş telleri gibi çeşitli dental ortodontik cihazların yanı sıra gerçek dişlere benzer kaplama prototiplerini hızlı ve hassas bir şekilde üretebilir. Diğer bir avantajı ise vakanın dijital veri olarak saklanabilmesi ve çok sayıda modelin saklanması için alan ihtiyacını ortadan kaldırmasıdır. Son yıllarda, 3D tarayıcılar ve dental BT gibi dijital tabanlı cihazlarla taranan oral kavite ve diş yapısı verilerine dayalı olarak 3D yazıcılar aracılığıyla doğrudan ortodontik apareyler veya implantlar üretmek mümkün hale gelmiştir. Ayrıca çene kemiği, dental modeller ve cerrahi alet üretimi de yapılabilmektedir, bu durum geçmişe göre çok daha hızlı ve doğru tetkik ve tedaviler yapılmasını mümkün kılmaktadır (Lee, 2016: 93-108).

Diş hekimliği alanında en yaygın uygulama diş protezlerinin üretilmesidir ve 3D yazıcılar sayesinde diş protezlerinin üretim yöntemleri köklü bir şekilde iyileşmektedir (Hanisch & ark., 2020: 2901-2912). Metal kron kaplama veya seramik kron kaplama gibi diş protezlerinin üretim süreci tamamen diş teknisyeni tarafından elle yapılmaktadır. Bu da iş gücü, zaman ve malzeme israfına yol açmakta, karmaşık süreçler ve buna bağlı hatalar ile malzeme deformasyonları sonucunda nihai protezlerin doğruluğunda hata payı oluşturabilmektedir. Ancak CAD/CAM ve 3D yazım teknolojilerinin devreye girmesiyle, üretim süresi önemli ölçüde kısalmış ve üretim sürecindeki hata payı en aza indirilmiştir. Elbette ağız içi tarama için kullanılan kameraların doğruluğu konusunda tartışmalar mevcut olsa da bu sorunların gelecekte çözüleceği ve geleneksel protez üretim yöntemlerinin yerini alacağı düşünülmektedir (Lee, 2016: 93-108).

Maksillofasiyal cerrahide 3D yazıcı ile üretilen nesnelerin ana klinik kullanım alanları; dental implant cerrahisi, mandibular rekonstrüksiyon, ortognatik cerrahi ve orta yüz rekonstrüksiyonudur. Dental implant cerrahisi bağlamında, en yaygın basılan 3D nesneler,

implant yerleştirmeyi doğru bir şekilde yönlendiren ve delme işlemlerinin gerçekleştirilmesine yardımcı olan cerrahi kılavuzlardır. İkinci en yaygın 3D yazdırılan nesneler, iskelet uyumsuzluklarının daha iyi analiz edilmesi ve bazı durumlarda model üzerinde preoperatif eğitim ve planlanan sonuca göre osteosentez veya rekonstrüksiyon plakalarının ön şekillendirilmesi için tasarlanan anatomik modellerdir (Alhabshi & ark., 2023: e47979).

Alçı modeller, ortodontinin önemli bir parçasıdır. Hasta olmadığında oklüzyonu değerlendirmeye yardımcı olur. Ancak geleneksel modeller hacimli olup, depolama alanı gerektirir ve hasar görmeleri veya kaybolmaları durumunda yeniden üretilemezler. Güncel dijital modeller, ark uzunluğu farklılıklarını değerlendirirken hassas ve etkili bir model analizi sağlamakta yardımcı olurlar. Ayrıca, arkların hizalanmasına ve yazılım programları kullanarak ideal diş hareketlerinin gerçekleştirilmesine yardımcı olurlar (Babbar & ark., 2020: 1558-1561). Tüm klinik ortodontik cihazlar arasında, şeffaf plak (alignerlar) ve essix termoplastik retainerlar, eklemeli üretim teknolojisi kullanılarak en yaygın ve verimli şekilde üretilen cihazlardır. Orchestra 3D, diş arklarının ideal bir oklüzyonda hizalanması için sanal diş hareketlerini gerçekleştirmek amacıyla özelleştirilmiş bir CAD/CAM yazılımıdır; bu hareketler daha sonra 3D baskı ile modeller haline getirilmektedir. Laboratuvar ortamında oluşturulan diş hareketlerinin avantajı, karmaşık maloklüzyon vakalarının planlanmasında büyük kolaylık sağlamasıdır (Behl & ark., 2021: 941-945).

Periodontolojide, katmanlı biyoproduksiyon teknolojileri, periodontal rejenerasyon alanında hem yumuşak (dişeti ve periodontal ligament) hem de sert (kemik ve sement) dokuları içeren periodonsiyumun özelliklerini ve mimari konfigürasyonunu taklit eden hiyerarşik iskeleler geliştirmek için son zamanlarda uygulanmaya başlanmıştır. Bu iskeleler, periodontal kompleksin doğal yapısını yeniden canlandıran çeşitli bölmelerin bulunduğu çok

aşamalı yapılar olarak adlandırılmaktadır (Santos, Silva & Carvalho, 2024: 8562).

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (Cone Beam Computed Tomography/CBCT) tabanlı eklemeli üretilmiş rehberli endodontinin diş kron morfolojisi üzerindeki etkisinin incelenmesiyle geleneksel kök kanal tedavisinden daha kolay ve başarılı olduğu sonucuna varılmıştır (Su & ark., 2019: 108-114). Kök kanalları; aksesuar ve yan kanallar, kalsifiye kanallar, taurodontizm, C şekilli kanallar, bifurkasyonlar gibi birçok anatomik varyasyona sahiptir ve bu durum özel tedavi yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir (Saber & ark., 2019: 267-278). Rehberli endodontik tedavi, özel gelişim anomalileri veya kanal kalsifikasyonu varlığında bile güvenilir ve öngörülebilir bir şekilde, insiziv kenarda diş hasarı olmadan koruyucu erişim sağlayarak tedavi prosedürünü optimize edebilmektedir (Lara-Mendes & ark., 2018: 1578-1582).

Çocuk Diş Hekimliğinde Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanımı

Dijital teknoloji, günümüz diş hekimliği pratiğinde önemli bir rol oynamaktadır. Yapay zekanın dahil edilmesi, dijital diş hekimliğinde yeni bir trend olup birçok prosedürün gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Son yıllarda, 3D baskı teknolojisinin uygulanması popülerlik kazanmış ve diş hekimliği alanında da kullanımı hızlı bir artış göstermiştir. Çocuk diş hekimliğinde bu sistemlerin kullanımı hala sınırlı olmakla birlikte araştırılmayı gerektirmektedir (Vishwanathaiah & ark., 2023: 788-809).

Çocuk diş hekimliği oldukça dinamik bir süreç içermektedir ve çocukların benzersiz ihtiyaçlarını ve dikkate alınması gereken hususları karşılamak için daha etkili ve verimli yaklaşımlar geliştirmeye odaklanılmalıdır. Bu teknolojik ilerlemeler arasında 3D baskı, çocuk diş hekimliğinde son zamanlarda dikkat çekici bir

şekilde öne çıkmıştır. Hassasiyeti ve doğruluğu ile bilinen 3D baskı, daha az invaziv bir yaklaşım sunmaktadır. Ayrıca, çocuk hastaların tedavisinde hasta başında geçirilen süreyi azaltması, diğer bir avantajı olarak bildirilmektedir (Tiwari & ark., 2021: 11582-11591).

Ana modeller

İntraoral tarayıcıların kullanımıyla diş hekimleri genellikle taranan çenenin 3D baskılı ana modelini tercih ederler. Ana modelin üretilmesi her zaman gerekli değildir, ancak diş hekimlerinin fiziksel bir model üzerinde restorasyonları görselleştirmesi konusundaki aşinalığı nedeniyle bu yöntemi tercih etmeye devam etmektedirler. Ayrıca, hasta model verilerinin dijital olarak arşivlenmesi, ihtiyaç duyulduğunda baskı yapma imkânı sunarak fiziksel depolama yükünü önemli ölçüde hafifletmektedir (Dawood, Marti Marti & Sauret-Jackson, 2015: 521-529).

Eğitim modelleri

Son zamanlarda, 3D baskı teknolojilerindeki ilerlemeler diş hekimliği eğitiminde de yenilikçi eğitim ve klinik araçların geliştirilmesine olanak tanımıştır. 3D tarayıcılar, CBCT ve 3D yazıcıların entegrasyonu, anatomik olarak doğru modellerin oluşturulmasında devrim yaratmış ve yüksek derecede klinik öneme sahip diş modelleri elde edilmiştir. Bu modeller, eğitimde etkili araçlar olarak kullanılmaya başlanmış ve öğrenim deneyimini geliştirmiştir (Petre & ark., 2023: 116-143).

Marty ve arkadaşları, bir BT taramasından 3D model tasarlayıp üretmiştir. Öğrenciler, süt dişleri üzerinde pulpotomi ve paslanmaz çelik kron hazırlamışlardır. Öğrenciler tarafından her iki modelin de öğrenme potansiyeli ve uygulanabilirlik açısından yüksek puan aldığını belirtmişlerdir; bununla birlikte 3D modellerde çürük simülasyonunun da başarılı bulunduğu ifade edilmiştir. Öğrenciler, 3D modellerin daha gerçekçi bir deneyim sunduğunu, çünkü pulpaya yakın olmanın pulpa tedavisinin gerekliliğini

anlamalarına olanak sağladığını ve bu durumun eğitimsel bir avantaj sunduğunu belirtmişlerdir (Marty & ark., 2019: 68-72).

Yer tutucuların üretimi

3D baskı, çocuk diş hekimliğinde yer tutucuların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yangdol & ark., 2023: 321-326). Dhanotra ve Bhatia, biyouyumlu maddeler kullanılarak CAD/CAM veya 3D baskı yöntemleriyle üretilen yer tutucuların "Dijital Yer Tutucular" olarak adlandırıldığını bildirmiştir. Araştırmacılar, dijital olarak oluşturulan yer tutucuların geleneksel olarak üretilen yer tutuculara alternatif olarak kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Dijital olarak üretilen yer tutucuların avantajları arasında yüksek dayanıklılık, pürüzsüz yüzeyler, hızlı üretim süresi, hafiflik ve diş eti travmasına neden olmama gibi özellikler bulunmaktadır (Dhanotra & Bhatia, 2021: 69-75).

Pawar (Pawar, 2019: 205-208) ve Khanna (Khanna & ark., 2021: 147-151), titanyum bazlı toz metal malzeme kullanarak 3D baskı ile yer tutucu üretmişlerdir. Bu malzeme, geleneksel band-loop yer tutuculara kıyasla en az hata ile maksimum hassasiyet sağlamıştır. Tokuç ve Yılmaz (Tokuc & Yilmaz, 2022: 764-771), metal 3D baskılı yer tutucuların bant uyumunu SLS teknolojisi kullanarak değerlendirmiştir ve araştırmada, geleneksel ve 3D baskılı metal band-loop yer tutucuların uyumunda önemli bir fark bulunmamıştır.

Watson ve arkadaşları, çeşitli şeffaf rezin malzemelerden üretilen 3D baskılı yer tutucuların dayanıklılığını değerlendirmiştir. Araştırmanın bulguları, pençe tasarımlı 3D baskılı yer tutucuların, geleneksel yer tutuculara alternatif olabilecek yük altındaki dayanımının yeterli olabileceğini göstermiştir. Ancak, 3D baskılı yer tutucuların geleneksel olanlara göre daha düşük tutuculuk sağladığını belirtmişlerdir (Watson & ark., 2023: 342-347).

Yangdol ve arkadaşları, bir otizmli çocukta 3D baskı teknolojisi kullanarak band-loop yer tutucu üretmişlerdir. Yer tutucunun üretiminde, titanyumdan maliyet olarak daha uygun bir biyomalzeme olan kobalt-krom alaşımları kullanılmıştır. Araştırmacılar, bu yaklaşımın, hasta yanındayken geçirilen süreyi azaltma, daha az malzeme kullanma, hızlı ve kolay üretim gibi avantajları göz önüne alındığında, özel sağlık hizmetine ihtiyaç duyan çocuklar için faydalı olduğunu bildirmişlerdir (Yangdol & ark., 2023: 321-326).

Protetik restorasyonlar

Amerikan Çocuk Diş Hekimliği Akademisi, çok geniş yüzeyli çürük lezyonlar içeren dişlere sahip veya çürük riski yüksek olan çocuklar için tam kaplama restorasyonların uygulanmasını önermektedir. En sık kullanılan restorasyon, önceden şekillendirilmiş paslanmaz çelik krondur. Ancak, prefabrik zirkonyum kronlar, süt molarları restore etmek için önemli bir alternatif olarak ortaya çıkmış, estetik ve klinik performans açısından avantajlar sunmuştur. Bu avantajlara rağmen yüksek maliyet ve aşınma özellikleri kullanımını sınırlamıştır (Kim & ark., 2022: 1445). Son zamanlarda, çocuk diş hekimliğinde 3D baskı, estetik pediatrik diş kronlarının üretiminde de yaygınlaşmıştır (Park & ark., 2023: 4241-4253).

Kessler ve arkadaşları, 3D baskı kullanılarak sanayi üretimi yapılan deneysel pediatrik kompozit kronların aşınma ve kırılma dirençlerini paslanmaz çelik kron ve prefabrik zirkonyum kronlarla karşılaştırmıştır. Sonuçlar, rezin kronların en düşük kırılma oranlarını sergilediğini göstermiştir (Kessler & ark., 2021: 264-271). Al-Halabi ve arkadaşları, 3D baskı ve CAD/CAM kullanılarak üretilen süt molar restorasyonları için kronların klinik performansını değerlendirmiştir. Araştırma, 3D baskı ile üretilen kronların daha iyi tutuculuk ve gingival yanıt sergilediğini; bu durumun üretilen

kronların güvenilirliği ve etkinliği için bir gösterge olduğunu bildirmiştir (Al-Halabi & ark., 2021: 463-468). Daha sonra yapılan bir çalışmada ise 3D baskı kronların, süt molar restorasyonlarında doğrudan strip kompozit kronlarla klinik performansını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, her iki restorasyon da uygun estetik alternatifler sunarken 3D baskı kronların daha iyi kenar bütünlüğü ve üstün gingival uyum sergilediği belirtilmiştir (Al-Halabi & ark., 2022: 101664).

Kim ve arkadaşları, süt molarların estetik restorasyonu için farklı kalınlıklarda 3D baskı kronların eğilme dayanımını ve kırılma direncini zirkonyum kronlar ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Sonuçlar, 3D baskı kronların klinik olarak zirkonyum kronlarla eşdeğer kırılma direncine ve eğilme dayanımına sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, onların süt molarların restorasyonu için yeni bir potansiyel estetik alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır (Kim & ark., 2022: 1445). Shin ve arkadaşları, dört farklı geçici kompozit rezinin eklemeli üretimle kullanılmasıyla çiğneme simülasyonu sonrası süt dişinin minesi ile malzeme yüzeyinin aşınma özelliklerini araştırmışlardır. Farklı malzemelerin aşınma davranışlarının değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir (Shin & ark., 2023: 105627).

Aydın ve Uğuz, farklı yapıştırıcılar kullanarak süt dişi dentinine kalıcı 3D baskı rezininin kayma bağlanma dayanımını değerlendirmiştir. Geliştirilen kalıcı 3D baskı rezininin kayma bağlanma dayanım değerleri, rezin modifiye cam iyonomer siman ile self adeziv rezin simanda süt diş dentini ile benzerlik göstermiştir; ancak geleneksel cam iyonomer siman diğerlerine göre daha düşük değerler sergilemiştir (Aydin & Uguz, 2023: 239-245). Aktaş ve arkadaşları, CAD ve yapay zekâ yazılımları kullanılarak tasarlanmış, 3D baskı ve frezeleme ile üretilen rezin bazlı kronların marjinal ve iç boşluklarını mikro hesaplama tomografisi ile değerlendirmiştir. Veriler, 3D baskı ile üretilen rezin bazlı kronların klinik olarak kabul

edilebilir marjinal ve iç adaptasyon değerleri gösterdiğini ortaya koymuştur (Aktaş & ark., 2024: 519-e1).

Cerrahi rehberler ve obturatörler

Çocuk diş hekimliğinde 3D baskı, pediatrik vakalarda maksillofasiyal defektleri ve implant yerleştirmeyi görselleştirmede faydalıdır. 3D baskının pediatrik-ortognatik cerrahide kullanımı için potansiyeli vardır, ancak bu tür cerrahilerin genellikle tam olarak büyümüş bireyler üzerinde gerçekleştirildiğini belirtmek önemlidir (Jeong & ark., 2023: 1).

Lee ve arkadaşları, 3D planlanmış cerrahi rehberlerin süpernümerer dişlerin ekstraksiyonundaki etkinliğini 3D baskı simülasyon modelleri kullanarak değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçları, cerrahi rehberlerin kullanımının operasyon süresini önemli ölçüde azalttığını ve çıkarılan doku miktarını minimize ettiğini göstermiştir. Bu bulgular, 3D cerrahi rehber tekniğinin, özellikle pediatrik hastalarda, minimal invaziv cerrahi için uygun bir yöntem olduğunu ifade etmektedir (Lee & ark., 2019: 3905).

Joseph ve arkdaşları, sürmemiş maksiller santral kesici dişleri içeren bir vakada tanı ve tedavi için 3D baskıyı kullanmıştır. CBCT ve 3D baskı, diş tedavi planlaması ve uygulanmasında kullanılarak sürmemiş dişlerin konumunun ve patolojisinin hassasiyetle belirlenmesini sağlamıştır. Bunun sonucunda, ankraj ve fiziksel engeller gibi tedavi sınırlamalarının değerlendirilmesini kolaylaştırmış ve maloklüzyonun net olarak görselleştirilmesi sayesinde hasta ve ebeveynlerin katılımını artırmıştır (Joseph & ark., 2021: 183-189).

Genç hastalar için ortognatik cerrahideki önemli zorluklardan biri, temporomandibular eklemin kendi kendine yaptığı rotasyon hareketi ile ilgili sorundur; bu durum kondiler instabiliteye yol açabilmektedir. Detaylı BT ve stereolitografik modellerin hazırlanması, 3D baskı uygulamaları sayesinde her hasta için

bireysel protezler inşa edilebilmekte ve kondilin hassas konumlandırılmasını kolaylaştırmaktadır (Zoabi & ark., 2022: 2385).

Mao ve arkadaşları, ağır Pierre Robin sendromu olan bebeklerin tedavisinde 3D baskı ve geleneksel üretilmiş cerrahi rehberler kullanarak bilateral mandibular distraksiyon osteogenezi yöntemini ve güvenliğini karşılaştırmıştır. 3D baskı ile üretilen cerrahi rehberler, geleneksel rehberlere kıyasla birçok açıdan, hastanede kalış süresi ve cerrahi süre gibi konularda üstün etkinlik ve güvenlik göstermiştir (Mao, Zhang & Cui, 2019: 14754).

Obturatörlerin klinik uygulaması, geniş oronazal fistülü olan hastalarda ölçü alma ve protez üretimindeki zorlukları nedeniyle önemli ölçüde sınırlıdır. İntraoral tarama ve eklemeli üretim gibi dijital teknoloji, oronazal fistül yarıkları olan hastalar için obturatörlerin üretimini iyileştirmek amacıyla diş hekimliğinde uygulanmıştır. Dijital obturatörler, ağız içi tarama veya CBCT gibi daha hassas ve doğru ölçü alma teknikleri ile elde edilen modellerden 3D baskı yöntemi ile üretilmektedir. Bu dijital teknikler, ölçü ve alçı revizyonlarıyla ilişkili oluşan hatalardan kaçınma gibi birçok avantaja sahiptir. Ayrıca, obturatörlerde yaygın olarak kullanılan bir 3D baskı malzemesi polimetilmetakrilattır; düşük yoğunluğa, estetiğe, maliyet etkinliğine, iyi bir stabilite ve biyouyumluluğa sahiptir (Chen & ark., 2022: 251).

Splint tasarımı ve kırık tedavisi

Dentoalveolar travma splintinin birincil amacı, yaralı dişleri doğal pozisyonda tutmak ve destekleyici dokuların kademeli onarımını teşvik etmektir. Ayrıca, dişlerin doğru şekilde yeniden yerleştirilmesi için bir kılavuz görevi görür. 3D splintin dijital üretimi, BT tarama bilgileri ile kolaylaştırılmaktadır ve elde edilen splint, travma bölgesine simante edilebilmekte veya rezini ışınla serleştirerek yapıştırılabilmektedir (Jeong & ark., 2023: 1).

Pediatrik kırıkları yönetmek, çoğu durumda hasta iş birliğinin kritik rolü nedeniyle önemli bir zorluk teşkil eder. Ayrıca, kırıklar yetişkinlerden farklı şekilde tedavi edilir. Hafif çene kırıkları durumunda, yer değiştirme belirgin değilse genellikle konservatif bir yaklaşım önerilmektedir. Ancak, belirgin yer değiştirme olduğunda, pediatrik hastalarda çene gelişimini ve kalıcı dişlerin sürmesini olumsuz etkilememek için doğru ve minimal invaziv cerrahi müdahale gereklidir. Bu tür müdahaleler, çocukların çene kemiklerinin ince ve elastik yapısı nedeniyle daha karmaşık hale gelmektedir (Aulisa & ark., 2023: 6378). Yang ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, pediatrik hastalarda çene kırıkları yönetiminde, maksillofasiyal bölgeden alınan BT görüntüleri kullanılarak mandibulanın normal anatomik formu yazılım programında yeniden inşa edilmiştir. Diş germinin üç boyutlu uzunlamasına konumu ölçülmüş ve titanyum plakanın uzunluğu, vida sayısı, vida yönü ve uzunluğu diş uzantısı ve kırık hattına göre ayarlanmıştır. Titanyum plakaları ve vidaları yerleştirmek için yardımcı olacak plakalar 3D baskı teknolojisi ile üretilmiştir (Yang, Zhang & Zhang, 2023: 186-187).

Chakravarthy ve arkadaşları tarafından bildirilen bir vaka raporunda, 3D baskılı hastaya özel splint kullanımı ile preoperatif iş akışında önemli faydalar sağlandığı, bunlar arasında operasyon süresinin azalması ve komşu anatomik yapılara minimal travma olduğu belirtilmiştir (Chakravarthy & ark., 2019: s-0039).

Florür uygulaması

Topikal florür uygulamasında, ağız boşluğunda yeterli flor konsantrasyonunu uzun süre korumada zorluklarla karşılaşılmaktadır; çünkü yiyecekler ve sürekli tükürük akışı gibi faktörler florürü yıkayabilmektedir. Ticari olarak mevcut florür formülasyonlarının sınırlamalarına yanıt olarak 3D baskı potansiyel bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Bu teknoloji, florür

formülasyonlarının özelleştirilmesine olanak tanır ve diş yüzeyine uygulanabilecek ince bir film oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu ince film, yavaşça florür salan bir kaplama katmanı işlevi görerek uzun süreli etki sunmaktadır (Lee, 2016: 93-108).

Otojen diş transplantasyonu

Otojen diş transplantasyonu, doğuştan diş eksikliği veya sonradan kaybedilmiş dişlere sahip çocuklar veya ergenler için ortodontik-cerrahi tedavinin önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Otojen diş transplantasyonunda, 3D baskı, transplantasyon için hedeflenen dişin cerrahi modellemesi yardımıyla yeni bir alıcı boşluk (neo-alveolus) oluşturulmasına olanak tanıyarak faydalı olabilmektedir. Donör dişin çekiminden önce yeni diş boşluğunun kişiselleştirilmiş halde hazırlanmasını sağlamaktadır. Ardından, donör diş doğrudan boşluğun içine yerleştirilebilmektedir. CBCT, boşluğun ve diş boyutlarının 3D ölçümünü sağlar. Diş, tomografiden segmentlere ayrılır ve veriler STL dosyası olarak elde edilir. 3D baskı, cerrahi sırasında kullanılmak üzere biyouyumlu ve steril diş modellerinin üretilmesini sağlamaktadır (Verweij & ark., 2020: 35-43).

Verweij ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çok merkezli prospektif bir klinik çalışmada, 3D otojen transplantasyon prosedürü değerlendirilmiş ve 3D rehberli otojen transplantasyonda ekstra-alveolar süre ve uyum denemelerinin sayısı analiz edilmiştir. Transplantasyon için donör dişin boşluğa yerleştirilme süresi 1 dakikadan az olan bir süre içinde gerçekleştirilmiş ve çoğu durumda donör dişin iyi bir uyumu sağlanmıştır. %4 vakada donör dişin boşluğa yerleştirilme süresi 3 dakikayı aşmış, ancak bu süre periodontal ligamentin korunması için güvenli limitler içinde kalmıştır. Araştırmacılar, bu durumun periodontal ligamente zarar verme riskini en aza indirmeye ve ardından kök rezorpsiyonunu veya

ankilozu önlemeye yardımcı olabileceğini bildirmiştir (Verweij & ark., 2020: 35-43).

Cahuana-Bartra ve arkadaşları, bir çocuk hastada diş transplantasyonunu gerçekleştirmiş ve 3D baskı ile dişin cerrahi modellemesini üretmişlerdir. Diş, planlanan yere kısa sürede 3D model ile transfer edilmiş ve takip sırasında da başarılı olduğu gösterilmiştir. 3D eklemeli imalat teknolojisinin, transplantasyon yapılacak dişin modelini oluşturmak için uygun bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Cahuana-Bartra & ark., 2020: 1-10).

Ön diş restorasyonu

Kompozit enjeksiyon tekniği, tam dijital bir iş akışı sunarak son dönem vaka raporlarında anterior dişlerin ve mikrodontik dişlerin ortodontik tedavi sonrası restorasyonunda kullanılmıştır. 3D baskılı kılavuzlar, yazılımda yapılan bir tasarımı hassas bir şekilde aktaran invaziv olmayan bir yaklaşım sunarak muayene süresini azaltmakta ve direkt kompozit restorasyon prosedürünü basitleştirmektedir (Watanabe & ark., 2023: 483-489). Xia ve arkadaşları, anterior dişlerin estetik görünümünü restore etmek ve geliştirmek için 3D baskılı bir şablon ve rezin içerikli kompozitler kullanarak basit bir yaklaşım tanımlamıştır. Sunulan vakalarda, 3D baskı ile üretilen bir şablon yardımıyla santral kesici dişlerin estetik restorasyonu gerçekleştirilmiştir. Dişin rengi, anatomisi ve saydamlığı uygun şekilde sağlanmıştır; 3D baskılı şablon, kabul edilebilir ve güvenilir bir alternatif olarak bildirilmiştir (Xia & ark., 2018: 158-164).

Pediatrik endodonti ve rejeneratif tedaviler

Günümüzde, çocuk diş hekimliğinin odak noktası olan rejeneratif endodontide eklemeli üretim önemli bir rol oynar. Bu süreç, kök hücrelerin taşınmasını, biyouyumlu pulpa iskeletlerinin üretilmesini ve trombositten zengin plazma için taşıyıcı zarların oluşturulmasını kolaylaştırır (Van Der Meer & ark., 2016: 67-72).

3D baskı, rejeneratif endodonti için enjekte edilebilir kalsiyum hidroksit molekülleri, büyüme faktörleri ve gen tedavisi geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, kalsiyum hidroksit molekülleri, büyüme faktörleri ve gen tedavisi oluşturarak pulpa-dentin kompleksinin yenilenmesine yardımcı olur. Xu ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, kalsiyum hidroksit patı ve kalsiyum fosfat simanı kullanılarak 3D baskı ile geliştirilen gözenekli iskeletlerin pulpa-dentin kompleksinin yenilenmesine daha fazla katkıda bulunabileceği belirtilmektedir (Xu & ark., 2017: 1-19).

Üç Boyutlu Yazıcıların Diş Hekimliğinde Kullanım Sınırlamaları

3D baskının diş hekimliğindeki potansiyeline rağmen uygulamalarında bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Bu kısıtlamalar arasında, hassas bir uyum sağlamak için gerekli ince detayları etkileyebilecek yazıcının çözünürlük sınırları yer alır. Malzeme özellikleri de sınırlayıcı bir faktör olabilir; bazı rezinler, geleneksel malzemelerin dayanıklılığı ve uzun ömürlülüğünü henüz tam olarak taklit edememektedir. Mevcut 3D baskı hızı, acil diş prosedürleri için hızlı geri dönüşüm gereksinimini karşılayamayabilir (Bhargav & ark., 2018: 2058-2064).

3D teknolojisi, "her şeyi kendin yap" trendini teşvik etmiştir; bu yenilikçi yaklaşım, özellikle diş hekimliği gibi tıbbi uygulamalarda potansiyel riskler doğurmaktadır. Her şeyi kendin yap prensibi; örneğin ortodontik apareyler için profesyonel rehberlik eksikliği ve kritik test protokollerinin atlanması riski nedeniyle önemli tehlikeler taşımaktadır. Ekonomik hususlar da önemli bir rol oynamaktadır; özel 3D baskı ekipmanları önemli bir yatırım gerektirmektedir. Ayrıca, baskı süreci hızlı olsa da ön ve son işleme aşamaları emek ve zaman açısından yoğun olabilir, bu da genel verimliliği düşürmektedir (Bhargav & ark., 2018: 2058-2064).

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, cihazların yüksek maliyeti, nitelikli operatör ihtiyacı, sınırlı malzeme kullanımı, artan üretim hızı ve azalan doğruluğun 3D baskının sınırlamaları olarak rapor edildiği belirtilmiştir (Acharya & ark., 2023: 253-258).

Sonuç

Eklemeli üretimin çocuk diş hekimliğinde kullanımı oldukça güncel olup yeni başlamaktadır. 3D baskı teknolojisinin çocuk diş hekimliğine uyarlanmasının, klinik pratiği ve eğitimine önemli katkılar sunacağı aşikârdır. Malzeme bilimi ve baskı tekniklerindeki potansiyel ilerlemeler, karmaşık ortodontik apareylerden ayrıntılı protez restorasyonlarına kadar dental uygulamaların hassasiyetini ve yelpazesini artırma olasılığını taşımaktadır.

Daha biyouyumlu ve sürdürülebilir malzemelerin kullanımı yakın bir gelecekte mümkün olabilir, bu da daha güvenli ve çevre dostu dental tedavi çözümleri sunacaktır. Ayrıca, yazılım ve dijital görüntüleme tekniklerinin sürekli geliştirilmesi, tasarım ve üretim sürecini daha akıcı hale getirecek, 3D baskıyı diş muayenehaneleri için daha erişilebilir ve maliyet açısından daha makul kılacaktır.

Eğitim alanında, 3D baskı diş eğitimi için daha gerçekçi ve etkileşimli modeller sunarak devrim yaratma potansiyeline sahiptir. Bu gelişme, sadece öğrencilerin öğrenme deneyimini iyileştirmekle kalmayacak, aynı zamanda hasta eğitimine de katkıda bulunacaktır. Araştırmalar 3D baskının sınırlarını keşfetmeye devam ettikçe, bu teknolojinin çocuk diş hekimliğine entegrasyonu, daha hassas, hasta merkezli ve eğitim açısından zengin bir diş bakım dönemini şekillendirecektir.

3D yazıcılar, çocuk diş hekimliğinde kron yapımından biyouyumlu malzemelerin basımına kadar her alanda devrim niteliğinde değişiklikler sağlamıştır. Ağız içi tarama, CAD/CAM ve CBCT verileriyle birlikte 3D baskı, eğitim amaçlı ve karmaşık endodontik işlemler, travma vakaları ve karmaşık kraniyofasiyal

cerrahiler için tedavi planlamasında yardımcı olan üç boyutlu anatomik yapılar oluşturma yeteneğine sahiptir. Daha az invaziv, hassas ve doğru bir yöntem olup diş hekimi koltuğundaki tedavi süresini kısaltarak çocuk hastalar için büyük bir avantaj sunmaktadır. Genel olarak, 3D baskı esaslı teknolojiler, diş hekimliğinde araştırma, tanı, tedavi yöntemleri ve eğitim alanında büyük bir potansiyele sahiptir. Önümüzdeki birkaç yıl içinde, 3D baskı ve dijital diş hekimliğinin, çocuk diş hekimliği alanında önemli değişiklikler yapmaya devam etmesi beklenmektedir.

Kaynakça

Abduo, J., Lyons, K., & Bennamoun, M. (2014). Trends in computer-aided manufacturing in prosthodontics: a review of the available streams. *International journal of dentistry*, *2014* (1), 783948.

Acharya, A., Chodankar, R. N., Patil, R., & Patil, A. G. (2023). Assessment of knowledge, awareness, and practices toward the use of 3D printing in dentistry among dental practitioners and dental technicians: a cross-sectional study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, *13* (2), 253-258.

Ahn, S. H., Lee, J., Park, S. A., & Kim, W. D. (2016). Three-dimensional bio-printing equipment technologies for tissue engineering and regenerative medicine. *Tissue engineering and regenerative medicine*, *13*, 663-676.

Aktaş, N., Bani, M., Ocak, M., & Güngör, M. B. (2024). Effects of design software program and manufacturing method on the marginal and internal adaptation of esthetic crowns for primary teeth: A microcomputed tomography evaluation. *The Journal of prosthetic dentistry*, *131* (3), 519-e1.

Aktaş, N., Bal, C., İnal, C. B., Kaynak Öztürk, E., & Bankoğlu Güngör, M. (2024). Evaluation of the Fit of Additively and Subtractively Produced Resin-Based Crowns for Primary Teeth Using a Triple-Scan Protocol. *Applied Sciences*, *15* (1), 178.

Al Hamad, K. Q., Al-Rashdan, B. A., Ayyad, J. Q., Al Omrani, L. M., Sharoh, A. M., Al Nimri, A. M., & Al-Kaff, F. T. (2022). Additive manufacturing of dental ceramics: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthodontics*, *31* (8), e67-e86.

Al-Halabi, M. N., Bshara, N., Abou Nassar, J., Comisi, J. C., & Alawa, L. (2022). Comparative assessment of novel 3d printed resin crowns versus direct celluloid crowns in restoring pulp treated primary molars. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, *22* (1), 101664.

Al-Halabi, M. N., Bshara, N., Abou Nassar, J., Comisi, J. C., & Rizk, C. K. (2021). Clinical performance of two types of primary molar indirect crowns fabricated by 3D printer and CAD/CAM for rehabilitation of large carious primary molars. *European Journal of Dentistry*, *15* (03), 463-468.

Alhabshi, M. O., Aldhohayan, H., BaEissa, O. S., Al Shehri, M. S., Alotaibi, N. M., Almubarak, S. K. & Alowaimer, H. (2023). Role of three-dimensional printing in treatment planning for orthognathic surgery: a systematic review. *Cureus, 15* (10), e47979.

Aulisa, A. G., Marsiolo, M., Basiglini, L., Aletto, C., Giordano, M., & Falciglia, F. (2023). Management of open pediatric fractures: Proposal of a new multidisciplinary algorithm. *Journal of Clinical Medicine*, *12* (19), 6378.

Aydin, N., & Uguz, H. N. (2023). Shear bond strength of permanent 3D-printed resin and milled zirconia to primary teeth using different luting agents. *American Journal of Dentistry*, *36* (5), 239-245.

Azeez, G. M. & Çekiç Nagaş, I. Ġ. I. L. (2017). Protetik Diş Hekimliğinde Kullanılan Metal Üretim Tekniklerinde Güncel Gelişmeler. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 38* (3), 128-139.

Babbar, A., Sharma, A., Bansal, S., Mago, J. & Toor, V. (2020). Potential applications of three-dimensional printing for anatomical simulations and surgical planning. *Materials Today: Proceedings, 33,* 1558–1561.

Behl, V., Singh, V., Dahiya, V. & Kumar, A. (2022). Characterization of physico-chemical and functional properties of fly ash concrete mix. *Materials Today: Proceedings, 50,* 941-945.

Bhargav, A., Sanjairaj, V., Rosa, V., Feng, L. W., & Fuh YH, J. (2018). Applications of additive manufacturing in dentistry: A review. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, *106* (5), 2058-2064.

Cahuana-Bartra, P., Cahuana-Cárdenas, A., Brunet-Llobet, L., Ayats-Soler, M., Miranda-Rius, J., & Rivera-Baró, A. (2020). The use of 3D additive manufacturing technology in autogenous dental transplantation. *3D Printing in Medicine*, *6*, 1-10.

Cailleaux, S., Sanchez-Ballester, N. M., Gueche, Y. A., Bataille, B., & Soulairol, I. (2021). Fused Deposition Modeling (FDM), the new asset for the production of tailored medicines. *Journal of controlled release*, *330*, 821-841.

Chakravarthy, C., Gupta, N. C. & Patil, R. (2019). A simplified digital workflow for the treatment of pediatric mandibular fractures using three-dimensional (3D) printed cap splint: a case report. *Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction Open, 3* (1), s-0039.

Chen, J., Yang, R., Shi, B., Xu, Y. & Huang, H. (2022). Obturator manufacturing for oronasal fistula after cleft palate repair: a review from handicraft to the application of digital techniques. *Journal of Functional Biomaterials, 13,* 251.

Chen, J., Zhao, L. & Zhou, K. (2022). Multi-Jet Fusion 3D Voxel Printing of Conductive Elastomers. *Advanced Materials, 34* (47), 2205909.

Dawood, A., Marti, B. M., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British dental journal*, *219* (11), 521-529.

Delibalta, M. S. (2020). Madencilik sektöründe lojistik yönetiminin iş güvenliği üzerine etkileri. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *9* (1), 480-487.

Della Bona, A., Cantelli, V., Britto, V. T., Collares, K. F., & Stansbury, J. W. (2021). 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic review. *Dental Materials*, *37* (2), 336-350.

Dhanotra, K. G., & Bhatia, R. (2021). Digitainers—Digital space maintainers: A review. *International journal of clinical pediatric dentistry*, *14* (Suppl 1), S69.

Gali, S., & Sirsi, S. (2015). 3D Printing: the future technology in prosthodontics. *Journal of Dental and Orofacial Research*, *11* (1), 37-40.

Goguta, L., Lungeanu, D., Negru, R., Birdeanu, M., Jivanescu, A., & Sinescu, C. (2021). Selective laser sintering versus selective laser melting and computer aided design–computer aided manufacturing in double crowns retention. *Journal of Prosthodontic Research*, *65* (3), 371-378.

Hanisch, M., Kroeger, E., Dekiff, M., Timme, M., Kleinheinz, J., & Dirksen, D. (2020). 3D-printed surgical training model based on real patient situations for dental education. *International journal of environmental research and public health*, *17* (8), 2901-2912.

Jeong, M., Radomski, K., Lopez, D., Liu, J. T., Lee, J. D., & Lee, S. J. (2023). Materials and applications of 3D printing technology in dentistry: An overview. *Dentistry journal*, *12* (1), 1.

Joseph, J. R., Merrett, S., Rogers, S., & Clark, P. (2021). Use of 3D printing in the planning of a patient with unerupted maxillary central incisors. *Journal of Orthodontics*, *48* (2), 183-189.

Katreva, I., Dikova, T., Abadzhiev, M., Tonchev, T., Dzhendov, D., Simov, M., ... & Doychinova, M. (2016). 3D-printing in contemporary prosthodontic treatment. *Scripta Scientifica Medicinae Dentalis*, *2* (1), 7-11.

Kessler, A., Kapor, S., Erdelt, K., Hickel, R., Edelhoff, D., Syrek, A., ... & Kühnisch, J. (2021). Two-body wear and fracture behaviour of an experimental paediatric composite crown in comparison to zirconia and stainless steel crowns dependent on the cementation mode. *Dental Materials*, *37* (2), 264-271.

Khanna, S., Rao, D., Panwar, S., Pawar, B. A., & Ameen, S. (2021). 3D printed band and loop space maintainer: A digital game changer in preventive orthodontics. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *45* (3), 147-151.

Khorsandi, D., Fahimipour, A., Abasian, P., Saber, S. S., Seyedi, M., Ghanavati, S., ... & Makvandi, P. (2021). 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: Printing techniques, materials, and applications. *Acta biomaterialia*, *122*, 26-49.

Kim, N., Kim, H., Kim, I. H., Lee, J., Lee, K. E., Lee, H. S., ... & Shin, Y. (2022). Novel 3D printed resin crowns for primary molars: in vitro study of fracture resistance, biaxial flexural strength, and dynamic mechanical analysis. *Children*, *9* (10), 1445.

Lara-Mendes, S. T., Camila de Freitas, M. B., Machado, V. C., & Santa-Rosa, C. C. (2018). A new approach for minimally invasive access to severely calcified anterior teeth using the guided endodontics technique. *Journal of endodontics*, *44* (10), 1578-1582.

Lee, H., Chae, Y. K., Choi, S., Jih, M. K., Lee, J. W., Choi, S. C., & Nam, O. H. (2019). Feasibility of a 3D surgical guide technique for impacted supernumerary tooth extraction: a pilot study with 3D printed simulation models. *Applied Sciences*, *9* (18), 3905.

Lee, S. (2016). Prospect for 3D printing technology in medical, dental, and pediatric dental field. *Journal of the Korean academy of pediatric dentistry*, *43* (1), 93-108.

Lee, Y. C., Zheng, J., Kuo, J., Acosta-Vélez, G. F., Linsley, C. S., & Wu, B. M. (2022). Binder jetting of custom silicone powder for direct three-dimensional printing of maxillofacial prostheses. *3D Printing and Additive Manufacturing*, *9* (6), 520-534.

Mao, Z., Zhang, N., & Cui, Y. (2019). Three-dimensional printing of surgical guides for mandibular distraction osteogenesis in infancy. *Medicine*, *98* (10), e14754.

Marty, M., Broutin, A., Vergnes, J. N., & Vaysse, F. (2019). Comparison of student's perceptions between 3D printed models versus series models in paediatric dentistry hands-on session. *European Journal of Dental Education*, *23* (1), 68-72.

Park, S., Cho, W., Lee, H., Bae, J., Jeong, T., Huh, J., & Shin, J. (2023). Strength and surface characteristics of 3d-printed resin crowns for the primary molars. *Polymers*, *15* (21), 4241.

Pawar, B. A. (2019). Maintenance of space by innovative three-dimensional-printed band and loop space maintainer. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, *37* (2), 205-208.

Petre, A. E., Pantea, M., Drafta, S., Imre, M., Țâncu, A. M. C., Liciu, E. M., ... & Pițuru, S. M. (2023). Modular digital and 3D-printed dental models with applicability in dental education. *Medicina*, *59* (1), 116.

Saber, S. E. D. M., Ahmed, M. H. M., Obeid, M., & Ahmed, H. M. A. (2019). Root and canal morphology of maxillary premolar teeth in an Egyptian subpopulation using two classification systems: a cone beam computed tomography study. *International Endodontic Journal*, *52* (3), 267-278.

Santos, M. S., Silva, J. C., & Carvalho, M. S. (2024). Hierarchical biomaterial scaffolds for periodontal tissue engineering: recent progress and current challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, *25* (16), 8562.

Saratti, C. M., Rocca, G. T., & Krejci, I. (2019). The potential of three-dimensional printing technologies to unlock the development of new 'bio-inspired'dental materials: An overview and research roadmap. *Journal of prosthodontic research*, *63* (2), 131-139.

Shin, Y., Wada, K., Tsuchida, Y., Ijbara, M., Ikeda, M., Takahashi, H., & Iwamoto, T. (2023). Wear behavior of materials for additive manufacturing after simulated occlusion of deciduous dentition. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *138*, 105627.

Su, C. C., Huang, R. Y., Wu, Y. C., Cheng, W. C., Chiang, H. S., Chung, M. P., ... & Shieh, Y. S. (2019). Detection and location of second mesiobuccal canal in permanent maxillary teeth: A cone-beam computed tomography analysis in a Taiwanese population. *Archives of Oral Biology*, *98*, 108-114.

Tiwari, S., Kulkarni, P., Rathi, S. V., Abraham, J. M., Agrawal, N., & Kumar, A. (2021). 3D printing: a silver lining in pediatric dentistry. *Natural Volatiles & Essential Oils Journal, 18,* 11582–11591.

Tokuc, M., & Yilmaz, H. (2022). Comparison of fit accuracy between conventional and CAD/CAM-fabricated band–loop space maintainers. *International Journal of Paediatric Dentistry*, *32* (5), 764-771.

Van Der Meer, W. J., Vissink, A., Ng, Y. L., & Gulabivala, K. (2016). 3D Computer aided treatment planning in endodontics. *Journal of dentistry*, *45*, 67-72.

Verweij, J. P., van Westerveld, K. J., Moin, D. A., Mensink, G., & van Merkesteyn, J. R. (2020). Autotransplantation with a 3-dimensionally printed replica of the donor tooth minimizes extra-alveolar time and intraoperative fitting attempts: a multicenter prospective study of 100 transplanted teeth. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *78* (1), 35-43.

Vishwanathaiah, S., Fageeh, H. N., Khanagar, S. B., & Maganur, P. C. (2023). Artificial intelligence its uses and application in pediatric dentistry: a review. *Biomedicines*, *11* (3), 788.

Watanabe, K., Tichy, A., Kamoi, K., Hiasa, M., Yonekura, K., Tanaka, E., ... & Hosaka, K. (2023). Restoration of a microdont using the resin composite injection technique with a fully digital workflow: a flexible 3D-printed index with a stabilization holder. *Operative Dentistry*, *48* (5), 483-489.

Watson, L., Danley, B., Versluis, A., Tantbirojn, D., Brooks, J., & Wells, M. H. (2023). A structural analysis of 3D printed pediatric space maintainers. *Pediatric Dentistry*, *45* (4), 342-347.

Xia, J., Li, Y., Cai, D., Shi, X., Zhao, S., Jiang, Q., & Yang, X. (2018). Direct resin composite restoration of maxillary central incisors using a 3D-printed template: two clinical cases. *BMC oral health*, *18*, 1-8.

Xu, H. H., Wang, P., Wang, L., Bao, C., Chen, Q., Weir, M. D., ... & Reynolds, M. A. (2017). Calcium phosphate cements for bone engineering and their biological properties. *Bone research*, *5* (1), 1-19.

Yang, C., Zhang, S., & Zhang, Y. (2023). Three-dimensional-printed splint for use in pediatric mandibular fracture. *Journal of Craniofacial Surgery*, *34* (2), e186-e187.

Yang, J., Li, H., Xu, L., & Wang, Y. (2022). Selective laser sintering versus conventional lost-wax casting for single metal copings: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *128* (5), 897-904.

Yangdol, P., Kalra, N., Tyagi, R., Khatri, A., Sabherwal, P., & Goyal, T. (2023). Three-dimensional printing technology: patient-friendly and time-saving approach for space management in an autistic child in COVID-19 times. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *16* (Suppl 3), 321.

Zoabi, A., Redenski, I., Oren, D., Kasem, A., Zigron, A., Daoud, S., ... & Srouji, S. (2022). 3D printing and virtual surgical planning in oral and maxillofacial surgery. *Journal of clinical medicine*, *11* (9), 2385.

CHAPTER 6

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKA

Serap Gülçin ÇETİN[1]

Giriş

Yapay zeka (YZ), insan zekâsına özgü öğrenme, akıl yürütme ve problem çözme gibi işlevleri bilgisayar ortamında gerçekleştirmeye çalışan multi disipliner bir bilişim alanıdır(Çetin 2023). Daha geniş bir ifadeyle, akıl yürütebilen ve bilişsel işlevleri yerine getirebilen bir makine algoritması şeklinde tanımlanabilir. Son yıllarda YZ hızlı bir şekilde gelişerek yaşamın çoğu alanına entegre olmaya başlamıştır (Kong, et al. 2022). Özellikle geleneksel olarak yalnızca uzmanlarına bırakılmasının en doğru olduğu düşünülen tıp ve diş hekimliği alanlarında dahi YZ kullanımı gün geçtikçe daha fazla ön plana çıkmaktadır. Sağlık hizmetlerinde hastalıkların teşhisi, tedavi sonuçlarının tahmini ve tedavi karar destek süreçlerinde YZ uygulamalarından yararlanılabilmektedir.

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Batman/Türkiye Orcid:0009-0001-0551-9499, serapgulcincetin@gmail.com

Çok büyük miktarda veriyi hızlı ve doğru analiz edebilme kabiliyeti, klinisyenlere tanı ve tedavi kararlarında önemli avantajlar sağlamaktadır (Hutson 2017). Diş hekimliği de bu dijital dönüşümün parçası haline gelmiş olup yapay zeka uygulamaları tanıdan tedaviye pek çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Diş hekimliğinde derin öğrenme tabanlı karar destek yazılımları geliştirilmekte; örneğin panoramik radyografilerde diş eksikliği tespiti, çürük lezyonlarının otomatik tanısı, periodontal risk analizi gibi konularda başarılı pilot çalışmalar yapılmıştır. YZ, araştırma süresini kısaltıp zaman tasarrufu sağlayarak kişiselleştirilmiş, öngörücü ve önleyici diş hekimliği uygulamalarını mümkün kılmaktadır. Yakın gelecekte yapay zekâ destekli diş cihazlarının da ortaya çıkması beklenmektedir (Bonny, et al. 2023). Çocuk diş hekimliği, hedef kitlenin özellikleri gereği iletişim ve davranış yönetiminin kritik olduğu bir alandır. Son dönemde YZ, pedodonti pratiğine de girmeye başlamıştır.

Çocuk diş hekimliğinde erken çocukluk çağı çürüklerinin (EÇÇ) tespiti ve sınıflandırılması, ağız hijyeni durumunun ve plak birikiminin belirlenmesi, kronolojik yaş tayini, diş ve anomalilerinin (ör. süpernümerer dişlerin) saptanması, birinci molar daimi dişlerin ektopik sürmesinin tespiti gibi alanlarda yapay zekâ uygulamalarının kullanılabildiği literatürde gösterilmiştir (Schwendicke, et al. 2020).

Çocuk Diş Hekimliğinde Yapay Zekânın Tarihçesi ve Gelişimi

Yapay zekâ kavramı ilk olarak 20. yüzyılın ortalarında ortaya atılmış ve 1950'lerden itibaren bilgisayar bilimlerinde bir araştırma alanı olarak gelişmiştir. Tıp alanında YZ kullanımı 1970'lerde başlamış; ilk tıbbi uzman sistem örneği, Stanford Üniversitesi'nde geliştirilen MYCIN programı olmuştur. MYCIN sistemi, hastanın bilgileri, semptomları ve laboratuvar sonuçlarını girdi alarak enfeksiyon hastalıklarında tanı koyup uygun antibiyotik tedavi planı önerebiliyordu. Bu sayede gereğinden fazla antibiyotik kullanımının önüne geçilmesi de mümkün olmuştu. MYCIN ve benzeri uzman

sistemler, tıpta yapay zekânın erken dönem uygulamalarına örnek teşkil eder(Bilen, et al. 2017). Diş hekimliğinde yapay zekâ araştırmaları, tıptaki gelişmeleri takiben daha sonraki yıllarda ivme kazanmıştır. 1990'lı yıllarda Almanya'da Karlsruhe Diş Hekimliği Akademisi ile Bremen Üniversitesi YZ Laboratuvarı iş birliğiyle Denthelp adlı bilgi tabanlı bir dokümantasyon ve karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, diş hekimliğinde sistematik tedavi stratejileri oluşturmayı hedefleyen erken bir yapay zekâ uygulamasıdır. Ancak o dönemdeki bilgisayar altyapısı ve veri kısıtları nedeniyle, yapay zekâ uzun süre laboratuvar prototipleri ve akademik çalışmalar düzeyinde kalmıştır. Klinik rutinde kullanılabilmesi için daha fazla araştırma ve iyileştirmeye ihtiyaç duyulmuştur (Alessa 2024). 2000'li yıllardan itibaren bilgisayar işlem gücünün artması, büyük ölçekli dijital veri birikimi ve makine öğrenmesi algoritmalarının gelişimiyle diş hekimliğinde YZ çalışmaları hız kazanmıştır. Özellikle 2010'lu yıllarda derin öğrenme yöntemlerinin (yapay sinir ağları ile) görüntü tanıma ve sınıflandırmada çığır açması, dental uygulamalara yeni bir soluk getirmiştir. 2020'li yıllara gelindiğinde yapay zekâ, diş hekimliği araştırmalarında önemli bir odak haline gelmiştir. Schwendicke ve arkadaşlarının 2020 tarihli derlemesi, diş hekimliğinde YZ kullanımının getirdiği fırsatları ve zorlukları kapsamlı biçimde tartışmıştır (Schwendicke, et al. 2020). Çocuk diş hekimliği özelinde ise YZ uygulamaları çok yenidir. Nitekim pediatrik diş hekimliğinde yapay zekâ konulu ilk kapsamlı literatür derlemelerinden biri 2024 yılında yayınlanmıştır. Son birkaç yıl içinde çocuk hastalarda YZ kullanım potansiyelini gösteren çok sayıda çalışma yapılmıştır; ancak bu sistemlerin hiçbiri hekimlerin yerini alacak seviyede değildir. Bunun yerine YZ, klinikte tamamlayıcı bir yardımcı araç olarak değer kazanmaya başlamıştır. Dijital dönüşümle birlikte sağlık sektörüne ayak uyduran yapay zekâ uygulamaları sayesinde tanı ve tedavilerde daha doğru ve hızlı sonuçlar elde etmek mümkün hale gelmektedir. Önümüzdeki yıllarda, pedodonti alanında yapay

zekânın daha entegre ve etkin bir biçimde kullanılması beklenmektedir (Mine, et al. 2022).

Kullanım Alanları

Tanı ve teşhis

Diş çürüklerinin tespiti: Yapay zekâ, hem klasik diş röntgen filmlerini hem de ağız içi fotoğrafları analiz ederek çürük lezyonlarının tanısına yardımcı olabilmektedir. Özellikle derin öğrenme (CNN) tabanlı görüntü analiz teknikleri, sık rastlanan bir sorun olan diş çürüklerini saptamak ve çürüğün derinliğini veya ciddiyetini değerlendirmek konusunda umut verici sonuçlar vermiştir. Örneğin, Talpur ve arkadaşları panoramik görüntülerde diş çürüklerini teşhis etmek için bir derin öğrenme modeli kullanmış ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (Talpur, et al. 2022). Ayrıca makine öğrenmesi teknikleri, basit klinik muayene bulguları ve anket soruları ile erken çocukluk çağı çürüğü (EÇÇ) riskini öngörebilen modeller geliştirmeye imkân tanımaktadır. Ebeveynlere uygulanan anket verileri ve bazı biyolojik parametreler kullanılarak oluşturulan bir yapay zekâ modeli, okul öncesi çocuklarda ileride çürük gelişip gelişmeyeceğini yüksek doğrulukla tahmin edebilmiştir. Nitekim Karhade ve arkadaşlarının bir çalışmasında, ebeveyn anketine dayalı YZ destekli bir tarama ile EÇÇ varlığının sınıflandırılabileceği gösterilmiştir (Karhade, et al. 2021). Bu tür erken teşhis ve risk sınıflaması imkânı, henüz çürük oluşmadan koruyucu önlemlerin alınmasına olanak sağlayarak çocukların uzun vadeli ağız sağlığını iyileştirmeyi hedeflemektedir.

Kronolojik yaş tayini: Pedodonti pratiğinde çocuğun kronolojik yaşının tahmini, özellikle ortodontik tedavi planlaması ve adli diş hekimliği açısından önemli bir konudur. Geleneksel olarak el-bilek röntgenleri veya dişlerin gelişim evrelerinin manuel değerlendirilmesiyle yaş tahmini yapılır ancak bu yöntemler zaman alıcı ve sübjektif olabilmektedir. Yapay zekâ destekli uygulamalar

ise son yıllarda yaş tahmini için kullanılmaya başlanmış ve geleneksel yöntemlere kıyasla daha isabetli sonuçlar vermiştir. Özellikle panoramik radyografilerden diş gelişimini analiz eden yapay sinir ağı modelleri, çocuğun gerçek yaşını otomatik olarak tahmin edebilmekte ve araştırmalarda manuel yöntemlerden daha yüksek doğruluk sergilemektedir. Örneğin, Malay çocuklarında diş gelişimine dayalı yaş tahmini üzerine yapılan bir çalışmada, yapay sinir ağları kullanmak mümkün olmuştur. Bu tür YZ tabanlı yaş belirleme araçları, hem klinik tedavi zamanlamasını belirlemede hem de adli kimliklendirme işlemlerinde diş hekimlerine önemli kolaylıklar sunmaktadır (Bunyarit, et al. 2021).

Radyografik tanı ve anatomik yapıların belirlenmesi: Yapay zekâ, dental görüntüleme alanında hekimlere önemli bir destek sunmaktadır. Özellikle panoramik radyografilerde çocuk hastaların anatomik oluşumlarının tespiti ve patolojik bulguların tanınması için derin öğrenme algoritmaları kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Panoramik filmler, çocuklarda sıkça kullanılan teşhis araçları olsa da örtüşen yapılar nedeniyle yorumlanması güç olabilir. Yapay zekâ bu zorlukları azaltmak için görüntülerdeki özellikleri insan gözünden farklı şekilde işleyerek dikkat çekici sonuçlar ortaya koymaktadır. Örneğin, yapılan bir araştırmada yaklaşık 1000 pediatrik panoramik film üzerinde eğitim almış YOLOv5 (You Only Look Once v5) derin öğrenme modelleri geliştirilmiş ve 9 önemli anatomik yapının otomatik tanınmasında insan uzmanlarla kıyaslanabilir, oldukça yüksek bir doğruluk yakalanmıştır(Redmon, et al. 2016). Bu sayede ilk muayenede çekilen panoramik bir çocuk filminde, sinüs, mandibular kanal, daimi diş germi gibi kritik oluşumlar YZ tarafından anında işaretlenebilmektedir. YZ uygulamalarının düşük hata payıyla daha iyi tanı ve tedavi planlarına rehberlik edebileceği, böylece klinisyene pratiklik kazandıracağı düşünülmektedir. Benzer şekilde, farklı araştırmalarda gömülü veya ektopik dişlerin tespiti için derin öğrenme mimarileri kullanılmıştır. Bir çalışmada karışık

dişlenme dönemindeki çocuklarda ectopic üst birinci molar dişlerin konumunu saptamada nnU-Net modelinin pedodontistlere göre daha tutarlı ve doğru sonuç verdiği bildirilmektedir. Liu ve arkadaşları da maksiller molar ektopik sürmeyi pedodontistlerle benzer doğrulukta belirleyebilen otomatik bir tarama modeli geliştirmiş ve YZ destekli görüntü tanıma sistemlerinin hekim performansını artırabileceğini göstermiştir (Xue, et al. 2024). Ancak mevcut derin öğrenme modellerinin bu tür anomalileri %100 doğrulukla saptayamadığı, halen iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğu da vurgulanmaktadır (Kaya, et al. 2022).

Diş anomalilerinin teşhisi: Çocuklarda sık görülebilen bazı gelişimsel diş anomalilerinin tanısında da yapay zekâdan yararlanılmaktadır. Örneğin, süt ve daimi dişlenme döneminde süpernümerer diş (hiperdonti) ve mesiodens varlığını saptamak amacıyla derin öğrenme ağları kullanılmıştır. Bir pilot çalışmada SqueezeNet, ResNet-18, ResNet-101 ve Inception-ResNet-V2 gibi birden fazla CNN mimarisinin performansı karşılaştırılmış; YZ modellerinin insan uzmanlara kıyasla çok daha hızlı sonuç verdiği, ancak bazı ağların doğruluğunun bir miktar daha düşük kalabildiği belirtilmiştir (Karabağ, et al. 2020). Bununla birlikte, özellikle YOLO gibi nesne tanıma algoritmalarının bu alanda öne çıktığı görülmektedir. Nitekim panoramik radyografilerden mesiodens teşhisinde YOLO tabanlı bir derin öğrenme modelinin, önceki yöntemlere göre çok daha yüksek performans sergilediği rapor edilmiştir. Yapay zekâ ayrıca cerrahi çekim gerektiren süper nümerer dişlerin tedavisini planlamada da fayda sağlayabilir. YZ destekli sistemler, çekim öncesi görüntülerde istenen anatomik yapıların seçilmesine olanak tanıyarak fazla dişin çıkarılmasından sonra kalacak kemik miktarını önden analiz edebilmektedir. Bu da hangi cerrahi yaklaşımın en konservatif ve güvenli olacağına dair karar verme sürecini kolaylaştırır. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) verilerine dayanan bir YZ modeli, fazla dişlerin cerrahi

tedavisi için en iyi planı öngörerek işlemi büyük ölçüde hızlandırıp kolaylaştırabilir.

Özel durumların tanısı: Literatürde, YZ kullanılarak belli çocukluk çağı diş patolojilerinin teşhis edilebileceğine dair ilginç bulgular da yer almaktadır. Örneğin, çocuklar ve ergenlerde görülen bir mine gelişim bozukluğu olan Molar-Incisor Hipomineralizasyonu (MIH) tanısında yapay zekâ kullanımı araştırılmıştır. Schönewolf ve arkadaşlarının çalışmasında, 3241 adet ağız içi fotoğraf ile eğitilen bir CNN modeli, MIH'lı dişleri tespit edebilmiş ve belirlenen 9 MIH kategorisinden 8'inde %90'ın üzerinde tanısal doğruluk sağlamıştır (Karhade, et al. 2021; Redmon, et al. 2016). Bu sonuç, YZ'nin klinisyenin gözünden kaçabilecek incelikte mine defektlerini dahi ayırt edebileceğini ortaya koymaktadır (Koopaie, et al. 2021). İleride, bu tür modeller sayesinde MIH ve benzeri gelişimsel sorunların erken teşhis edilerek uygun koruyucu önlemlerin zamanında alınması mümkün olabilecektir. Yukarıda sayılan örnekler, yapay zekânın çocuk diş hekimliğinde tanı süreçlerini hızlandırıp objektif hale getirmede büyük potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özetle, radyografilerin otomatik analizi, çürük teşhisi, anomali saptama ve benzeri tanısal görevlerde yapay zekâ uygulamaları 3 hekimin yükünü azaltan bir yardımcı rolü üstlenmektedir. Aşağıda, tanı ve diğer alanlarda YZ kullanımına dair Pediatrik diş hekimliğinde yapay zekâ uygulamalarına örnekler özetlenmiştir:

Çürük teşhisi ve risk analizi

Derin öğrenme ile röntgen ve fotoğraflardan çürük lezyonları yüksek doğrulukla saptanabilmiştir; ayrıca ebeveyn anketlerine dayalı makine öğrenimi modelleri, EÇÇ riskini öngörmede başarılı bulunmuştur.

Kronolojik yaş tayini

Panoramik filmlerde diş gelişimini analiz eden yapay sinir ağı modelleri, geleneksel yöntemlerden daha yüksek doğrulukla çocukların yaşını tahmin edebilmektedir.

Dental plak tespiti

Ağız içi fotoğraflar üzerinde derin öğrenme ile dental plaktaki birikim alanları işaretlenmiş; YZ modeli, pediatrik diş hekiminin plak tespitine yakın bir doğruluk seviyesine ulaşmıştır (klinik olarak kabul edilebilir bulunmuştur).

Diş anomalilerinin saptanması

Radyografilerde süpernümerer dişler ve mesiodens odaklı eğitim alan CNN/YOLO modelleri, bu anomalileri insan hekimden çok daha hızlı ve büyük ölçüde yüksek doğrulukla tespit edebilmiştir (bazı modellerde insan düzeyine yakın sonuçlar).

Tedavi planlaması ve öngörü

YZ, verileri analiz ederek gelecekteki çürük riskini öngörüp kişiye özgü koruyucu tedbirler planlamaya yardımcı olabilir (Nazir and Wani 2023). Ayrıca cerrahi öncesi görüntülerden kemik durumu analizi yaparak en uygun tedavi yaklaşımını belirleyebilir, ortodontide çekim gerekliliğine dair karar destek modelleri de oluşturulmuştur.

Otizmli çocuklarda VR ile tedavi

Diş tedavisi esnasında sanal gerçeklik (VR) ile dikkat dağıtma, otizm spektrum bozukluğu olan çocuklarda kaygıyı belirgin ölçüde azaltmış ve daha iyi hasta iş birliği sağlamıştır. Suresh ve George'un çalışmasında VR kullanan otizmli çocukların anksiyete skorları anlamlı düzeyde düşmüştür.

Robotik destekli davranış yönetimi

Klinik sırasında çocuğa eşlik eden insansı robot (ör. IRobi), çocukların kalp atış hızını düşürerek sakinleşmelerine yardımcı olmuş; robotla etkileşime giren çocuklar tedavi sonrası daha olumlu hissettiklerini ve sonraki randevuda robotu tekrar görmek istediklerini belirtmiştir (Suresh and George 2019).

Tedavi Planlaması ve Öngörü

Yapay zekâ, doğru tanı koymanın ötesinde, tedavi planlaması ve hastalık öngörüsü konularında da diş hekimlerine destek sağlar. Özellikle büyük veri kullanarak hastanın gelecekte karşılaşabileceği sorunları tahmin etmek ve tedavi stratejilerini optimize etmek mümkün hale gelmektedir. Örneğin, yukarıda bahsedilen çürük risk skorlamaları, yalnızca mevcut durumu saptamakla kalmaz, aynı zamanda yüksek riskli çocukları önceden belirleyerek koruyucu tedavi planlarının (fissür örtücü uygulamaları, flor profilleri vb.) erken dönemde uygulanmasına yardımcı olur. YZ modelleri, genetik yatkınlıklar ve beslenme alışkanlıkları gibi faktörleri de hesaba katarak hangi çocukların çürüğe daha açık olduğunu öngörebilmektedir. Bu sayede hekimler, henüz lezyonlar oluşmadan önce kişiye özel önleyici planlar yapabilmektedir. 50 Tedavi planlamasında yapay zekânın bir diğer katkısı, klinik karar süreçlerinde objektif bir destek sunmasıdır. Örneğin ortodontide, büyüme-gelişim dönemindeki bir hastada diş çekimli mi çekimsiz mi tedavi yapılacağı kararı oldukça kritiktir. Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda, sefalometrik analiz verileri ile eğitilen YZ modelleri geliştirilmiştir. Bir model, hastanın kayıtlarını ve iskeletsel özelliklerini değerlendirerek ortodontik tedavide diş çekimine gerek olup olmadığına dair bir öngörü sunabilmektedir (Park, et al. 2021) . Bu modelin performansı incelendiğinde, uzman ortodontistlerin kararlarına yakın bir doğrulukta öneriler verebildiği görülmüştür. Böylece tedavi planlamasında hekimlerin önemli karar noktalarında ek bir veri güdümlü görüş elde etmesi sağlanabilir. Ağız, diş ve çene

cerrahisinde de yapay zekâ öngörü ve planlamaya katkı vermektedir. Özellikle karmaşık cerrahi vakalarda, operasyon öncesi görüntülerde kritik anatomik yapıların belirlenmesi ve olası komplikasyon risklerinin hesaplanması için YZ algoritmaları kullanılır. Örneğin, gömülü yirmi yaş dişi çekimi gibi yaygın bir cerrahi işlemde, dişin komşu anatomik yapılarla ilişkisini ve çekim zorluğunu önceden değerlendiren derin öğrenme modelleri geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, bir modelin operasyon sonrası oluşacak yüz şişliği miktarını %98 doğrulukla tahmin edebildiği; bir başka modelin ise çekimin zorluğunu %67 doğrulukla sınıflandırabildiği rapor edilmiştir. Bu tarz öngörüler sayesinde cerrahi planlama daha bilimsel verilere dayalı yapılabilir, hasta bilgilendirmesi ve risk yönetimi daha etkin hale gelir (Talpur, et al. 2022). Yapay zekâ ayrıca, tedavi sürecinin başarısını tahmin etme konusunda da umut vadediyor. Örneğin, endodontide kök kanal tedavisi sonrası başarı şansını, kullanılan irrigasyon protokolü veya kanal dolgu tekniği gibi parametrelerle birlikte değerlendirip öngörebilen YZ modelleri geliştirilmektedir. Periodontolojide ise periodontal hastalıkların ilerleme hızını ve tedaviye yanıtını öngörmek için derin öğrenme kullanılabilmektedir; periapikal radyografiler üzerinde periodontal prognostik analiz yapan bir CNN modeli, riskli dişlerin prognozunu premolarlar için %81, molarlar için %76 doğrulukla belirleyebilmiştir. Pedodonti alanına dönersek, EÇÇ yönetiminde YZ'nin sunduğu risk tahminleri ve öneriler, uygulanan tedavinin seyrini de etkileyebilir. Örneğin, belirli bir risk skoruna sahip çocuklarda daha agresif fluorid uygulamaları veya daha sık kontrol aralıkları planlanabilir (Pang, et al. 2021). Öngörü ve planlama alanında bir diğer dikkat çekici uygulama, sanal tedavi simülasyonlarıdır (Mahajan, et al. 2023; Rokhshad, et al. 2024). Artırılmış gerçeklik ve dijital simülasyon teknikleri ile bir ortodontik tedavinin sonlanmış halini üç boyutlu olarak hastaya göstermek veya bir restoratif tedavinin öncesi-sonrası farkını sanal olarak planlamak mümkün olmaktadır. Bu tip uygulamalar henüz pedodontide yaygın

olmamakla birlikte, özellikle travma geçirmiş dişlerin estetik rehabilitasyonu ya da hipoplazi vakalarının restorasyonunda sonuçların ön-izlemesi yapılabilmektedir. Sonuç olarak, yapay zekâ destekli planlama araçları, hekimlerin karar verme yükünü azaltarak daha öngörülebilir ve kişiye özgü tedaviler tasarlamasına yardımcı olmaktadır (Gonzalez, et al. 2024).

Ağız Hijyeninin İzlenmesi

Çocuk hastaların ağız bakım alışkanlıklarının takibi ve ağız hijyeninin izlenmesi, pedodontide koruyucu yaklaşımın önemli bir parçasıdır. Geleneksel olarak diş plağının varlığı, hekim tarafından görsel muayene ve plak boyama yöntemleriyle değerlendirilmektedir. Ancak bu yöntemler öznel olabilir; farklı hekimler arasında değerlendirme farklılıkları görülebilir ve standardizasyon için yoğun eğitim gerektirir. Örneğin, diş plağını ortaya çıkarmak için kullanılan boyayıcı ajanlar tüm ağız dokularını geçici olarak renklendirdiğinden estetik açıdan rahatsızlık verici olabilir ve ölçüm hassasiyeti kısıtlıdır. Ayrıca, birden çok klinisyenin aynı plak skorlamasını yapabilmesi için kapsamlı kalibrasyon oturumları gerekir ki bu da zaman alıcı ve maliyetlidir (Vishwanathaiah, et al. 2023). Yapay zekâ, dental plak tespiti ve ağız hijyeni izlemi konusunda objektif ve pratik çözümler sunmaktadır. YZ tabanlı görüntü işleme teknikleri sayesinde bir çocuğun dişlerindeki plak birikimi, standart fotoğraf veya videolar üzerinden otomatik olarak belirlenebilir. Nitekim bir çalışmada, 5-15 yaş aralığındaki çocuklardan elde edilen 886 adet diş fotoğrafı üzerinde eğitilen derin öğrenme modeli, diş yüzeylerindeki plak alanlarını yüksek duyarlılıkla tespit edebilmiştir (You, et al. 2020). Model çıktıları, tecrübeli bir pedodontistin klinik plak değerlendirmeleriyle karşılaştırıldığında klinik olarak kabul edilebilir bir doğruluk seviyesine ulaştığı görülmüştür. Bu çalışma, yapay zekâ algoritmalarının plak varlığını neredeyse bir diş hekimi kadar güvenilir biçimde saptayabildiğini göstererek bu alandaki

potansiyeli ortaya koymuştur. Bununla birlikte, elde edilen sonucun doğruluğunun fotoğraf kalitesine oldukça bağımlı olduğu ve YZ'nin plak tanıma yönteminin "kara kutu" niteliği (algoritmanın iç işleyişinin tam anlaşılamaması) nedeniyle bazı sınırlamalar bulunduğu da belirtilmiştir (Wang, et al. 2020). YZ ile plak tespitinin önümüzdeki dönemde hem diş hekimleri hem de aileler tarafından kullanılabileceği öngörülmektedir. Mevcut çalışmalarda yöntemin daha da geliştirilmesiyle, yapay zekâ teknolojisinin 65 sadece diş hekimlerince değil, ebeveynler tarafından da çocuklarının günlük ağız hijyenini kontrol etmek için benimsenebileceği ifade edilmektedir. Bu oldukça önemli bir noktadır; zira pandemi dönemi gibi koşullarda veya rutin kontroller arasında, ebeveynlerin akıllı telefon uygulamaları aracılığıyla çocuklarının dişlerini fotoğraflayıp YZ yardımıyla plak miktarını öğrenmeleri ve gerekli durumlarda hekime başvurmaları mümkün hale gelebilir. Nitekim 2022 yılında geliştirilen AICaries adlı akıllı telefon uygulaması, ebeveynlerin çocuklarının erken dönem çürük lezyonlarını evde tespit edebilmesi amacıyla tasarlanmış ve ilk sonuçları ümit verici bulunmuştur. Bu tür yenilikler, özellikle diş hekiminin kolay erişilemediği coğrafi bölgelerde veya sosyoekonomik açıdan dezavantajlı ailelerde çocukların ağız sağlığını korumada önemli rol oynayabilir. 66 67 Ağız hijyeni izlenmesinde YZ'nin bir diğer kullanım alanı, fırçalama ve diş ipi kullanma alışkanlıklarının takibidir. Güncel araştırmalarda, çocukların günlük diş fırçalama davranışlarını objektif olarak izlemek için giyilebilir sensörlerden yararlanılmaktadır (Pang, et al. 2021). Örneğin bir çalışmada, bileğe takılan ivme ölçer sensörler ile diş fırçalama ve diş ipi kullanım hareketlerini algılayıp bunları yapay zekâ yardımıyla tanıyan bir sistem önerilmiştir. Bu sistem, çocuğun gün içinde dişini fırçalayıp fırçalamadığını, süresini ve tekniğini algılayarak ebeveyne veya hekime geri bildirim sağlayabilir. Böylece çocukların ağız bakım alışkanlıkları nesnel verilerle takip edilerek gerektiğinde müdahale edilebilir (Joseph, et al. 2015; Yan, et al. 2021).

Sanal ve Artırılmış Gerçeklik ile Eğitim

Yapay zekâya doğrudan bağlı olmamakla birlikte, dijital teknolojilerin bir uzantısı olan sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) de çocuklarda ağız hijyeni eğitimi amacıyla kullanılmaktadır. VR ve AR, çocuklar için oldukça etkileşimli ve motive edici öğrenme ortamları sunarak diş fırçalama ve genel ağız bakımı eğitiminin etkinliğini artırabilir. Örneğin Brezilya'da yürütülen "Inside the Mouth" adlı projede, ilkokul çocuklarına VR gözlükleriyle 3 boyutlu bir sanal ağız yolculuğu yaptırılmıştır. Yaklaşık 8 dakika süren bu VR deneyiminde çocuklara dil, diş, yanak gibi ağız içi yapılar tanıtılmış; dişlerin üzerinde biriken bakteri plağı (dental biyofilm) görsel olarak gösterilmiş ve diş fırçası ile diş ipi kullanarak bu plak tabakasını nasıl temizleyebilecekleri eğlenceli bir senaryo ile aktarılmıştır. VR içeriği, altı yaşında sürmüş ilk daimi azı dişi gibi önemli bilgiler vererek çocukların ağız gelişimi konusunda farkındalığını da artırmıştır. Bu proje sonrasında yapılan değerlendirmede, VR uygulaması öncesi ve sonrası genel bilgi düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemekle birlikte, düzenli diş ipi kullanma ve dili fırçalama alışkanlıklarında belirgin artış saptanmıştır (VR sonrası önemli ölçüde daha fazla çocuk diş ipi kullanmaya ve dilini temizlemeye başlamıştır).

Sonuç olarak, yapay zekâ çocuk diş hekimliğinde henüz emekleme aşamasında olsa da, çok yakın bir gelecekte tanıdan tedaviye, davranış yönetiminden evde bakıma kadar her alanda etkisini hissettirecektir. Önemli olan, bu teknolojiyi etik ve bilinçli bir şekilde entegre ederek insan merkezli bir yaklaşımla kullanmaktır. Böylece, yapay zekâ "iyi bir hizmetkâr, kötü bir efendi" olmaktan öteye geçmeyecek; pedodontistler ve hastalar için güvenilir bir yol arkadaşına dönüşecektir. Sağlanan sonuçlar, yapay zekânın klinikte değerli bir yardımcı araç olabileceğini ve diş hekimliği pratiğini olumlu yönde zenginleştirebileceğini desteklemektedir. Gelecek, dijital çağa uyum sağlayan ve yapay

zekâyı kucaklayan diş hekimliği uygulamalarının çağı olacaktır. Bu yolculukta pedodontistler, teknolojiyi çocukların gülümsemesi için kullanan kılavuzlar rolünü üstlenecektir.

Kaynakça

Alessa, N. (2024). Application of Artificial Intelligence in Pediatric Dentistry: A literature review. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 16*(Suppl 3), S1938–S1940.

Bilen, M., Işık, A. H., & Yiğit, T. (2017). Expert system software for domestic animals. In *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)* (pp. 130–134). IEEE.

Bonny, T., et al. (2023). Contemporary role and applications of artificial intelligence in dentistry. *F1000Research, 12*, 1179.

Bunyarit, S. S., et al. (2021). Dental age estimation of Malay children and adolescents: Chaillet and Demirjian's data improved using artificial multilayer perceptron neural network. *Pediatric Dental Journal, 31*(2), 176–185.

Çetin, B. (2023). Sağlık hizmetleri ve yapay zeka. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi, 7*(17), 53–67.

Gonzalez, C., et al. (2024). Identifying primary proximal caries lesions in pediatric patients from bitewing radiographs using artificial intelligence. *Pediatric Dentistry, 46*(5), 332–336.

Hutson, M. (2017). AI glossary: Artificial intelligence, in so many words. American Association for the Advancement of Science.

Joseph, B., et al. (2015). Detection and quantification of dental plaque based on laser-induced autofluorescence intensity ratio values. *Journal of Biomedical Optics, 20*(4), 048001.

Karabağ, C., et al. (2020). Radiography classification: A comparison between eleven convolutional neural networks. In *2020 Fourth International Conference on Multimedia Computing, Networking and Applications (MCNA)* (pp. 119–125). IEEE.

Karhade, D. S., et al. (2021). An automated machine learning classifier for early childhood caries. *Pediatric Dentistry, 43*(3), 191–197.

Kaya, E., et al. (2022). A deep learning approach to permanent tooth germ detection on pediatric panoramic radiographs. *Imaging Science in Dentistry, 52*(3), 275.

Kong, S.-C., Cheung, W. M.-Y., & Zhang, G. (2022). Evaluating artificial intelligence literacy courses for fostering conceptual learning, literacy and empowerment in university students: Refocusing to conceptual building. *Computers in Human Behavior Reports, 7*, 100223.

Koopaie, M., et al. (2021). Salivary cystatin S levels in children with early childhood caries in comparison with caries-free children; statistical analysis and machine learning. *BMC Oral Health, 21*(1), 650.

Mahajan, K., et al. (2023). Artificial intelligence in pediatric dentistry: A systematic review. *Journal of Dental Research and Reviews, 10*(1), 7–12.

Mine, Y., et al. (2022). Detecting the presence of supernumerary teeth during the early mixed dentition stage using deep learning algorithms: A pilot study. *International Journal of Paediatric Dentistry, 32*(5), 678–685.

Nazir, A., & Wani, M. A. (2023). You only look once-object detection models: A review. In *2023 10th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)* (pp. 1088–1095). IEEE.

Pang, L., et al. (2021). A new model for caries risk prediction in teenagers using a machine learning algorithm based on environmental and genetic factors. *Frontiers in Genetics, 12*, 636867.

Park, Y.-H., Kim, S.-H., & Choi, Y.-Y. (2021). Prediction models of early childhood caries based on machine learning algorithms. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(16), 8613.

Redmon, J., et al. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 779–788).

Rokhshad, R., et al. (2024). Accuracy and consistency of chatbots versus clinicians for answering pediatric dentistry questions: A pilot study. *Journal of Dentistry, 144*, 104938.

Schwendicke, F., Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial intelligence in dentistry: Chances and challenges. *Journal of Dental Research, 99*(7), 769–774.

Suresh, L. R., & George, C. (2019). Virtual reality distraction on dental anxiety and behavior in children with autism spectrum disorder. *Journal of International Dental and Medical Research, 12*(3), 1004–1010.

Talpur, S., et al. (2022). Uses of different machine learning algorithms for diagnosis of dental caries. *Journal of Healthcare Engineering, 2022*(1), 5032435.

Vishwanathaiah, S., et al. (2023). Artificial intelligence: Its uses and application in pediatric dentistry: A review. *Biomedicines, 11*(3), 788.

Wang, Y., et al. (2020). Developing children's oral health assessment toolkits using machine learning algorithm. *JDR Clinical & Translational Research, 5*(3), 233–243.

Xue, X., et al. (2024). A deep learning-based 3D Prompt-nnUnet model for automatic segmentation in brachytherapy of postoperative endometrial carcinoma. *Journal of Applied Clinical Medical Physics, 25*(7), e14371.

Yan, Y.-J., et al. (2021). Autofluorescence detection method for dental plaque bacteria detection and classification: Example of *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans*, and *S. mutans*. *Dentistry Journal, 9*(7), 74.

You, W., et al. (2020). Deep learning-based dental plaque detection on primary teeth: A comparison with clinical assessments. *BMC Oral Health, 20*, 1–7.

CHAPTER 7

KÜÇÜK HASTALARDA BÜYÜK KONFOR: ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE RUBBER DAM KULLANIMI

Hasan Said ŞENER[1]
Emin Caner TÜMEN[2]

Giriş

Lastik örtünün günlük kullanıma girmesi aklın başlangıcıdır. Lastik örtü kullanıma girdiğinde baştan savma yöntemlerden vazgeçildi. Bu daha iyi bir diş hekimliğinin başlangıcı oldu. (Dr. J. M. Prime, 1937).

Modern diş hekimliğinde izolasyon, tedavi başarısını etkileyen temel unsurlardan biridir. Özellikle çocuk hastalarda, ağız ortamındaki nemin kontrol altına alınması; tedavinin süresi, kalitesi ve hasta konforu açısından büyük önem taşımaktadır. Rubber dam (lastik örtü) izolasyonu, bu amaçla geliştirilmiş en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir.

[1] Arş. Gör., Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diyarbakır/Türkiye, Orcid: 0009-0005-3488-6430, dtsaidsener@gmail.com

[2] Prof. Dr., Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diyarbakır/Türkiye, Orcid: 0000-0002-0905-1096, ect1976@gmail.com

Rubber dam geliştirildiği ilk günden bu yana hem materyal hem de uygulama teknikleri bakımından önemli gelişmeler göstermiştir. Günümüzde yalnızca erişkin hastalarda değil, çocuk hastalarda da sıklıkla tercih edilen bir izolasyon yöntemi haline gelmiştir.

Çocuk diş hekimliğinde rubber dam kullanımı, restoratif tedavilerden endodontik uygulamalara kadar geniş bir yelpazede yer bulmaktadır. Ancak bu yaş grubuna yönelik uygulamalarda, davranış yönetimi, anatomik farklılıklar ve işbirliği düzeyi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Uygulama tekniklerinin çocuklara özgü uyarlanması, hem hekim hem de hasta açısından işlemlerin daha konforlu ve kontrollü gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Bu bölümde, çocuk diş hekimliğinde rubber dam uygulamalarının klinik endikasyonları, kullanım teknikleri, avantajları, dezavantajları ve literatür destekli değerlendirmeleri detaylı şekilde ele alınacaktır.

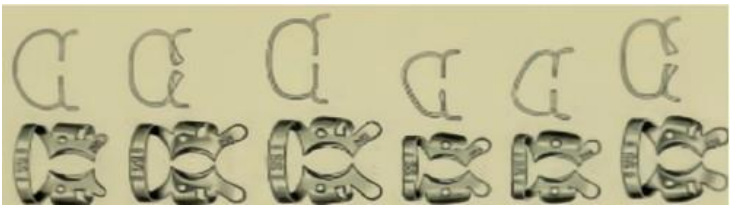
Tarihsel Süreç İçinde Rubber Dam

Literatürde yaygın olarak lastik örtü sisteminin öncüsü ve mucidi olarak kabul edilen Sanford Christie Barnum lastik örtüyü 1862'de tasarlamıştır (Thorpe, 1909). 1864 yılında Dr. Sanford C. Barnum, bu yeniliği ilk olarak Dr. J. Clowes'e tanıttı ve lastik örtünün sağladığı klinik avantajları kısa sürede fark eden Dr. J. Clowes, Barnum'u bu buluşu yerel diş hekimliği topluluğuna sunması için teşvik etti. Bu yenilikçi izolasyon yönteminin tanıtımı, diş hekimliğinde devrim niteliğinde bir adım olarak kayda geçti. Dr. Barnum, rubber dam'ı diş hekimliğine kazandırırken hiçbir maddi kazanç ya da fikri mülkiyet talebinde bulunmamış, bu yeniliği yalnızca mesleki gelişim amacıyla sunmuştur. Başlangıçta bazı meslektaşları tarafından kuşkuyla karşılansa da, yöntemin etkinliği zamanla kabul görmüş ve yaygınlık kazanmıştır. Bu özverili katkısı, meslek örgütleri tarafından takdir edilmiş ve Barnum çeşitli

ödüllerle onurlandırılmıştır (Proceedings of Dental Societies, 1870; Cushing, 1870).

1875 yılına gelindiğinde Dr. Delous Palmer, modern diş hekimliğinde hâlâ kullanılmakta olan metal klemplere büyük ölçüde benzeyen ilk tasarımları geliştirmiştir. Palmer'in ortaya koyduğu bu modeller, günümüzdeki klemp sistemlerinin temelini oluşturmuş ve bu alandaki tasarım anlayışına yön vermiştir. Hem Palmer'in özgün klemp tasarımlarına hem de güncel klemp formlarına ait görseller, Resim 1'de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur (Andrew, 2020), (Marwash, 2019).

Resim 1: Dr. Palmer'in klemp tasarımları üstte, günümüzde kullanılan klemp tasarımları alt tarafta sıralanmıştır.

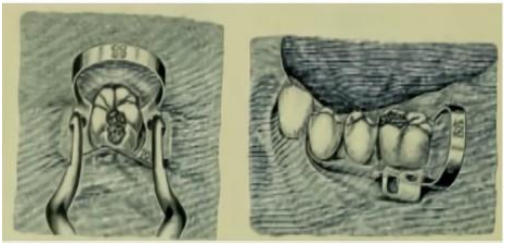


Kaynak: (Andrew, 2020; Marwash, 2019)

Dr. Palmer'in yönteminde, klemplerin güvenli ve doğru biçimde yerleştirilebilmesi için forseps adı verilen özel bir tutucu aletin kullanımı gerekmektedir. Bu teknik, geçen yıllara rağmen geçerliliğini korumakta ve günümüz uygulamalarında da sıkça tercih edilmektedir. Modern tasarımların çoğu, hâlâ Palmer'in forsepsle uygulama prensibi üzerine inşa edilmektedir (Şirin, 2024).

Forseps yardımıyla klemp yerleştirilmesini gösteren çizimlere Resim 2'de yer verilmiştir. Bu şeklin sol tarafında forseps ile takılan bir molar klempe ait karakalem çizimi; sağ tarafında ise birden fazla dişin izolasyonunu gösteren rubber dam uygulamasına ait bir çizim bulunmaktadır (Andrew, 2020), (McGehee, 1914).

Resim 2: Sol taraftaki görselde forseps ile takılan molar klempin karakalem çizimi; Sağ taraftaki görselde ise lastik örtünün çoklu diş uygulaması karakalem çizimi ile gösterilmiştir.



Kaynak: (Andrew, 2020; Marwash, 2019)

1882 yılında Dr. S.S. White, lastik örtü delicisi (Rubber dam punch) kullanımını başlatarak, lastik örtü üzerine düzenli ve standart deliklerin açılmasını önemli ölçüde kolaylaştırmıştır (Marwash, 2019). Bu gelişme, izolasyon sürecinin daha kontrollü ve öngörülebilir bir şekilde yürütülmesine katkı sağlamıştır.

Dr. Delous Palmer'in 19. yüzyılın son çeyreğinde sunduğu klemp ve forseps sistemleri, rubber dam uygulamasının yapıtaşlarını oluşturmuş ve bu izolasyon yönteminin klinik pratiğe entegrasyonunu hızlandırmıştır. 20. yüzyıl boyunca, özellikle malzeme bilimi ve dental enstrümantasyondaki ilerlemeler sayesinde rubber dam sistemleri hem teknik hem de ergonomik açıdan büyük ölçüde geliştirilmiştir. Lateks dışı materyallerin (örneğin nitril veya silikon esaslı örtüler) kullanım alanına girmesiyle birlikte, alerjik bireylerde de güvenli kullanım mümkün hâle gelmiştir.

Zamanla klemplerin anatomik yapıya daha iyi uyum sağlayan varyasyonları geliştirilmiş ve daha esnek örtü materyalleri ile uygulama kolaylaştırılmıştır. Aynı zamanda, tek diş izolasyonunun ötesine geçilerek çoklu diş izolasyonlarına olanak tanıyan sistemler de geliştirilmiştir. Bu teknik ilerlemeler, özellikle

restoratif ve endodontik işlemlerde klinik başarıyı artırıcı bir rol oynamıştır.

Pediatrik diş hekimliği açısından değerlendirildiğinde ise, rubber dam uygulamasının gelişimi, çocuk hastaların özel ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde uyarlanmıştır. Çocuklarda sınırlı ağız açıklığı, kooperasyon güçlükleri ve anatomik farklılıklar gibi etkenler, pediatrik boyutlarda ve daha yumuşak tutucularla tasarlanmış özel rubber dam sistemlerinin geliştirilmesini beraberinde getirmiştir. Bu sistemler, hem tedavi süresini kısaltmakta hem de çocuk hastalarda korku ve anksiyeteyi azaltarak daha konforlu bir klinik ortam sunmaktadır. Lastik örtü başlangıçta zaman alıcı gibi görünse de, düzenli kullanım ve yardımcı personel desteğiyle işlem süresini kısaltır. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada ortalama 2.8 dişin izole edilmesi 1 dakika 48 saniye sürmüş, tek diş izolasyonu ise en az 15 saniye, en fazla 6 dakika içinde tamamlanabilmiştir (Heise, 1971). Ayrıca hastanın ağzını çalkalamasına veya tükürmesine gerek kalmadığı için genel işlem süresi de azalmaktadır. Lastik örtü, dil ve dudak kontrolü sağlayarak hasta yönetimini kolaylaştırmakta ve hekime daha konforlu bir çalışma alanı sunmaktadır. Aynı zamanda tükürük kontrolü açısından da avantaj sağlayan lastik örtü, süt dişlerindeki yaygın çürükler ve geniş pulpa odaları nedeniyle izolasyonun kritik önem taşıdığı durumlarda küçük pulpa açılımlarının daha kolay fark edilmesine, vital pulpa tedavisi kararının daha sağlıklı verilmesine ve kanamanın tipi ile miktarının net bir biçimde gözlemlenmesine olanak tanır. Ayrıca tedavi sırasında dolgu materyali, alet ya da ilaçların ağız içine düşmesi durumunda salya artışının yaratabileceği zorlukları ortadan kaldırır ve çocuk hastalarda yabancı cisim yutulması veya aspirasyon gibi riskleri önler. İşlem tamamlandıktan sonra lastik örtü çıkarılmadan önce ebeveynlere yapılan restorasyonun gösterilebilmesi, hekimin işine verdiği önemi ve uygulamanın

profesyonelliğini yansıtması açısından fayda sağlar (Townsend & Martens, 2022).

Tükürük ve diğer sıvılarla dental çalışma alanının kontaminasyonu, restoratif tedavi sonucunun olumsuz etkilenmesine yol açtığı için kontrol altına alınmalıdır. Rubber dam kullanımı, diş hekimlerinin bu kontaminasyonu kontrol etmesine olanak sağlar ve klinik işleme daha fazla odaklanmayı mümkün kılar (Christensen, 1994). Diş tedavileri sırasında mikroorganizmalar, virüsler, restoratif materyaller, diş yapısı ve diğer parçacıklar gibi havada önemli miktarda partikül açığa çıkar. Cochran'ın yaptığı bir çalışmada, rubber dam kullanımıyla mikrobiyal kontaminasyonun %90 ile %98 oranında azaldığı gösterilmiştir (Cochran, Miller, & Sheldrake, 1989).

Bugün gelinen noktada rubber dam, çocuk diş hekimliğinde restoratif işlemlerden pulpotomiye, fissür örtücü uygulamalarından travma yönetimine kadar çok sayıda endikasyonda güvenle kullanılmakta; enfeksiyon kontrolü, nem izolasyonu ve hastaya yönelik konforun sağlanmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Gelişen teknolojiyle birlikte tek kullanımlık, renkli ve kokulu rubber dam materyallerinin üretilmesi, çocuk hastaların tedaviye uyumunu daha da kolaylaştırmıştır.

Rubber Dam Sisteminin Temel Bileşenleri

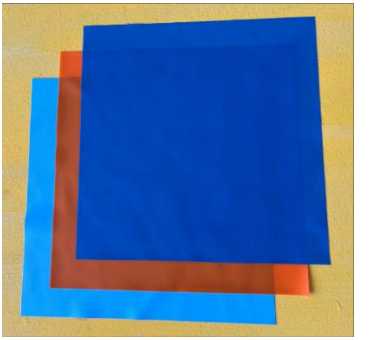
Lastik örtü, yapısal özellikleri ve bileşenleri bakımından farklılıklar gösterebilmekle birlikte, temel olarak beş ana materyal ile birlikte uygulanmaktadır. Bu temel bileşenler; lastik örtü (rubber dam), lastik örtü delicisi (rubber dam punch), klemp, klemp tutucusu (forseps) ve çerçevedir. Bununla birlikte, lastik örtü uygulamasını kolaylaştırmak ve etkinliğini artırmak amacıyla çeşitli yardımcı malzemeler de kullanılmaktadır (Şirin, 2024).

Lastik örtü

Farklı üretici firmalar tarafından piyasaya sunulan elastik örtüler, ebat, renk ve kalınlık açısından çeşitlilik göstermektedir. Klinik ihtiyaçlara uygun olarak kullanılmak üzere belirli standartlarda üretilen bu örtüler, marka ve modele göre değişkenlik gösterebilir. Genellikle 15 × 15 cm ölçülerinde olan bu ürünlerin, 12.5 × 12,5 cm ebatında çocuk hastalar için üretilmiş boyutları da bulunmaktadır. Farklı kalınlıklarda (ince 0,15 mm, orta 0,20 mm, kalın 0,25 mm ve ekstra kalın 0.30 mm) üretilmektedir. İnce rubber dam'ler sıkı proksimal kontaklardan daha kolay geçirilebilir; ancak daha kolay yırtılırlar (Browet & Gerdolle, 2017). Öte yandan, daha kalın rubber dam'ler yırtılmaya daha dirençlidir ve yumuşak dokuların retraksiyonunda daha etkilidir. Kalın lastik örtüler Sınıf V lezyonların izolasyonunda oldukça kullanışlıdır. Orta kalınlıktaki rubber dam ise ince olanların daha kolay yırtılması ve ekstra kalın olanların da uygulanmasının zor olması nedeniyle en yaygın olan ve genel olarak tercih edilen tipidir. Lateks zamanla bozulduğu için daha kolay yırtılır; bu nedenle her işlemde yeni ve raf ömrü geçmemiş rubber dam örtüsünün kullanılması önerilir (Summitt, 1996). Çocuk diş hekimliği alanında da uygulama kolaylığı ve lastik örtünün çocuğun yüzünde oluşturduğu hastayı kaygılandıran gerilim hissini azaltmak açısından orta kalınlıktaki lastik örtüler daha çok tercih edilmektedir.

Elastik örtüler çeşitli renk seçenekleriyle (mavi, yeşil, bordo, pembe, siyah vb.) sunulmaktadır (Resim 3). Elastik örtülerin yüzeyleri parlak ve mat olmak üzere iki farklı şekilde üretilir. Mat yüzey, ışığı daha az yansıtarak tedavi yapan hekimin işlemi daha rahat ve konforlu gerçekleştirmesine olanak tanır ve fotoğraf çekimleri için kontrast açısından daha uygun bir ortam oluşturur. Parlak yüzey ise daha kaygan yapısıyla ağız içine bakan tarafa yerleştirilerek tükürük tutulumu azaltılır.

Resim 3: Farklı renklerdeki lastik örtü görselleri



Lastik örtü kullanımı ile ilişkili kaygı duyulan bir diğer konu ise latekse karşı alerjik reaksiyon prevalansının artmasıdır. Bu nedenle, lateks içermeyen lastik örtü kullanımı teşvik edilmelidir. Bu konu ilerleyen bölümlerde daha detaylı ele alınmıştır.

Lastik örtü delicisi (Rubber dam punch)

Lastik örtüyle izole edilecek dişlerin yerleştirileceği noktalarda delik açmak için lastik örtü delicisi kullanılır. Delici ağız kısmının tasarımına göre üç farklı elastik örtü delicisi bulunmaktadır. Bu tasarımlar şunlardır:

- Tek delikli delici (Resim 4) – Basit yapıda olup yalnızca tek boyutta delik açar.
- Ivory tipi delici (Resim 5) – Farklı çaplarda delikler içeren döner metal disk yapısına sahiptir.
- Ainsworth tipi delici (Resim 6) – En yaygın kullanılan modeldir; keskin uçlu bir plunger ve çok delikli döner tabla içerir (Patel & Hamer, 2021).

Resim 4: Tek delikli punch tasarımı



Resim 5: Ivory tipi punch tasarımı



Resim 6: Ainswoth tipi punch tasarımı



Kaynak: Patel & Hamer, 2021.

Bu farklı tasarımlar, klinik ihtiyaçlara, hastanın yaşına ve lastik örtünün kalınlığına göre tercih edilir.

Lastik örtü üzerine, yaklaşık 1¼ inçlik bir kare hayal edildiğinde, bu karenin dört köşesi, ağızın dört kadranındaki dişler için deliklerin açılacağı noktaları temsil eder. Deneyim kazandıkça, diş hekimi ve asistanı deliklerin doğru yerlerini sezgisel olarak

belirleyebilir hale gelir. Delikler çok uzak aralıklarla açılırsa, lastik örtü dişlerin kontakt alanlarına rahatça oturmaz. Ayrıca, dişler arasında kalan fazla materyal miktarı, proksimal yüzey preparasyonunu engelleyebilecek bir bariyer oluşturur. Öte yandan, delikler birbirine çok yakın açıldığında ise tükürük sızıntısı çalışma alanını kontamine edebilir. Bu nedenle, delikler genellikle lastik örtü deleceğinin kesim tablasındaki delikler arasındaki mesafe kadar aralıklı olacak şekilde açılmalıdır.

Delik boyutlarının kullanım alanları genellikle şöyledir:

- Büyük delik: Klemp takılması planlanan dişler ve sürekli molar dişler için,
- Orta boy delik: Premolarlar ve süt molarlar için,
- İkinci en küçük delik: Üst çene sürekli kesici dişler için,
- En küçük delik: Süt kesiciler ve alt çene sürekli kesici dişler için yeterlidir (Townsend & Martens, 2022).

Lastik örtüyü delmek için, punch önceden işaretlenmiş delme noktalarının üzerine yerleştirilmeli ve sıkıca bastırılmalıdır. Örtü hafifçe gerilmiş haldeyken delinmesi daha kolaydır, ancak örtü çerçevenin bir kenarına sabitlenmemelidir. Punch'ın mükemmel ve tam delikler açması önemlidir. Tam delinmeyen delikler, lastik örtünün kullanım sırasında yırtılmasına veya lastik örtü yerleştirildikten sonra tükürüğün sızmasına neden olabilir. Bu sorunların önüne geçmek için, punch'ın delme tablası her zaman keskin olmalıdır (Torres, 2020).

Klemp

Lastik örtüyü stabilize eden parçalardan biridir. elastik örtünün, dişin servikal (kole) bölgesine sızdırmaz biçimde oturmasını sağlayarak, metal veya plastikten (Resim 7), çeşitli

büyüklük, form ve renklerde imal edilirler. Üreticiler tarafından kanatlı/kanatsız (Resim 8), anterior/posterior ve premolar/molar (Resim 9) gibi çok çeşitli klemp tipleri tasarlanmıştır. Son zamanlarda çeşitli firmalar tarafından süt dişlerine özel klempler de üretilmiştir (Resim 10). Ayrıca kaynaklarda W8A rubber dam klempinin, genellikle ikinci süt azı dişi için ideal uyum sağladığı belirtilmektedir (Soxman, 2015).

Resim 7: Metal ve plastikten üretilmiş klemp örnekleri



Resim 8: Kanatlı ve kanatsız anterior-posterior klemp örnekleri



Resim 9: Premolar ve molar dişler için üretilmiş klemp örnekleri



Resim 10: Süt molar dişler için üretilmiş klemp örnekleri



Diş hekimi, ağızdaki farklı bölgeleri izole etmek amacıyla kullanılacak klempler konusunda zamanla çocuk hastalar için tercihler geliştirecektir. Ancak, klemp dişe sıkı bir şekilde tutturulmamışsa, gerilmiş lastik örtünün oluşturduğu gerginlik klempi kolayca yerinden çıkarabilir. Bu nedenle uygun klemp seçimi son derece önemlidir. Hangi klemp seçilirse seçilsin, ideal olanı; dişin servikal bölgesinde dört noktadan temas sağlayacak şekilde oturmasıdır. Klempin dişe güvenli bir şekilde oturduğundan emin olmak için, lastik örtü yerleştirilmeden önce klemp diş üzerinde denenmelidir. Böylece, dilin, dudakların veya yanak kaslarının etkisiyle yerinden kolayca oynamayacağı görülmüş olur. Yaklaşık 45 cm uzunluğunda bir diş ipi, iki kat yapılarak klempin yay kısmına (bow) sıkıca bağlanmalıdır (Resim 11). Bu ip, olası bir kayma durumunda klempin farenkse düşmesini önlemek ve kolayca geri alınmasını sağlamak amacıyla kullanılır (Townsend & Martens, 2022).

Resim 11: Diş ipi ile emniyetli klemp uygulaması



Klemp tutucusu (Forseps)

Forseps, klemplerin dişe güvenli bir şekilde yerleştirilmesi, konumlandırılıp sabitlenmesi ve çıkarılması için tasarlanmış bir el aletidir (Resim 12). Sivri uçlu tutucu yapıları sayesinde, klemplerin üzerindeki özel deliklere kolaylıkla yerleşebilir ve ağız içindeki en arka bölgelere bile zarar vermeden erişim sağlarlar. Kullanım sırasında forsepsin uçları klempin deliklerine geçirilir ve sıkılarak klemp açılır. Klemp istenen konuma yerleştirildikten sonra forseps gevşetilir ve deliklerden dikkatlice ayrılır. Tutucu ağız tasarımına göre üçe ayrılırlar: Washington, Brewer ve Ivory (Resim 13).

Resim 12: Rubber Dam forseps görünümü

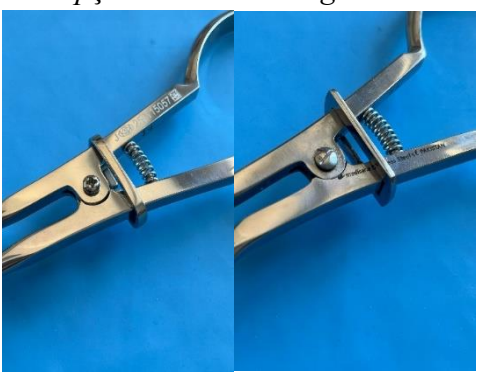


Resim 13: Sırasıyla Washington, Brewer ve Ivory tipi rubber dam tutucularının ağız tasarımlarının görünümü



Forseps kullanırken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri, aletin yapısal olarak yıpranmamış olmasıdır. Zamanla en hızlı deformasyona uğrayan bölüm genellikle forsepsin kelepçe tutucu kısmıdır. Kelepçenin sağlam ve sabit durması son derece önemlidir. Stabil olmayan bir kelepçe, klempin ağızdan fırlamasına ve ciddi durumlarda hastanın klempi aspirasyonuna neden olabilir. (Resim 14)' da görüldüğü gibi Ivory tipi forsepsler, kelepçe stabilitesi açısından avantajlıdır; çünkü tasarımlarında yer alan tırtıklı tutucu bölümler, klempin daha güvenli bir şekilde kavranmasını sağlar (Şirin, 2024).

Resim 14: Sırasıyla Washington ve Brewer tipi forsepslerin benzer kelepçe tasarımlarının görünümü



Öte yandan Washington ve Brewer modelleri daha düz yapıda olup bu tür bir tırtıklı desteğe sahip değildir (Resim 15).

Resim 15: Ivory tipi forsepsin tırtıklı tutucu bölümler içeren kelepçe tasarımı görünümü

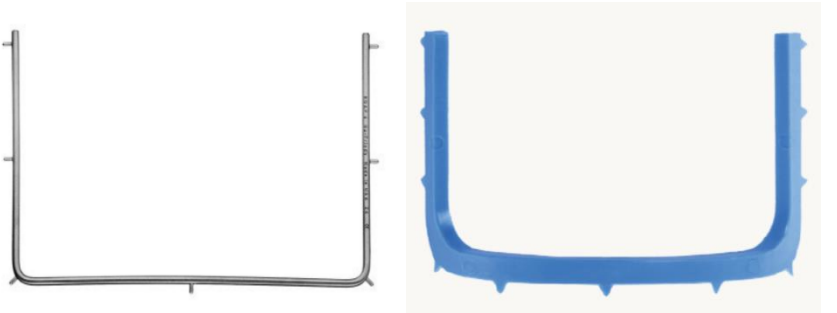


Çerçeve

Rubber dam çerçevesi klemp ile diş üzerine yerleştirilerek, sabit hale getirilen lastik örtünün gergin bir şekilde sabit durmasını dil, dudak ve yanakların ekarte edilmesini sağlar. Rubber dam çerçevelerinin U şeklinde, oval formda, metal veya plastikten farklı renklerde üretilmiş çeşitleri vardır (Resim 16). Plastik çerçeveler metal çerçevelere oranla daha kalın bir yapıya sahip olmalarına rağmen metal çerçeveler plastik çerçevelere göre daha dayanıklıdırlar. Metal çerçeveler radyografi alınması sırasında görüntü üzerine süperpoze olup radyoopak görüntü oluştururlar. Aynı zamanda bazı plastik çerçeveler radyografi alınmasını kolaylaştırmak için menteşeli üretilebilmektedir (Resim 17). Plastik malzemeden üretildikleri için radyografi sırasında görüntüye süperpoze olup radyografik görüntüyü bozmazlar. Menteşe mekanizması, çerçevenin ağız dışına alınmadan açılıp kapanmasına veya gerektiğinde yerinden kolayca çıkarılmasına olanak tanır. Bu yapı, özellikle pedodontik uygulamalarda ve sık radyografi gerektiren tedavilerde büyük kolaylık sağlar. Ayrıca plastik yapıları

sayesinde hafif yapıları ile hastaya rahatsızlık vermez ve tek kullanımlık ya da sterilize edilebilir versiyonları mevcuttur.

Resim 16: Metal ve plastik malzemeden üretilmiş rubber dam çerçeveleri



Resim 17: Menteşeli plastik çerçeve ve ağız içi röntgen uygulaması



Rubber Dam Uygulaması Öncesi Uygulanabilecek Davranış Yönlendirme Teknikleri

Çocuk hastalarda yapılan her işlemde olduğu gibi Rubber dam uygulaması; hastanın yaşına, bilişsel kapasitesine ve kooperasyon derecesine göre güncel davranış yönlendirme tekniklerinden en uygun olanı tercih edilerek hastaya uygulanmalı ve bu sayede rubber dam uygulamasının hasta üzerinde ilave bir anksiyete ve kaygı oluşturmasının önüne geçilmelidir. Rubber dam

kullanımında, çocuk hastaların kaygısını azaltmak amacıyla, lastik örtüye "diş için yağmurluk" veya "Cadılar Bayramı maskesi" gibi açıklayıcı ve eğlenceli benzetmeler yapılmasını tavsiye eden literatürler bulunmaktadır (Townsend & Martens, 2022). Aynı zamanda çocuk diş hekimliğinde sıkça kullanılan anlat–göster–uygula yöntemi kullanılabilir (Soxman, 2022). (Resim 18)'de iki farklı çocuk hasta üzerinde rubber dam uygulaması için seçilen klemp, anlat–göster–uygula tekniği uygulanarak, hastanın işaret parmağı klempin iki ucunu birleştiren ark kısmından geçirilerek "diş yüzüğü" benzetmesi ile gösterilmiştir.

Resim 18: Anlat -göster–uygula tekniği kullanılarak rubber dam klempinin çocuk hastalara demonstre edilmesi



Dikkat dağıtma, özellikle ağrılı ya da rahatsızlık verici işlemler sırasında kullanılan bir diğer davranış yönlendirme tekniğidir. Bu tekniğin amacı, hastanın ağrı sinyallerine odaklanmasını azaltarak ağrı deneyimini hafifletmektir (Eccleston & Crombez, 1999). Yapılan bir çalışmada, geleneksel yöntemlerden farklı olarak, güncel bir dikkat dağıtma yöntemi olan sanal gerçeklik gözlüğünün çocuk hastalara rubber dam yerleştirilmesi sırasında

kullanıldığında hastalar tarafından anlamlı derecede daha az ağrı bildirdiği rapor edilmiştir (Zaidman et al., 2022).

Rubber Dam Uygulaması Öncesi Anestezi Aşaması

Rubber dam uygulaması öncesinde, çocuk hastalarda konforu artırmak ve iş birliğini kolaylaştırmak amacıyla lokal anestezi gerekebilir. Özellikle klemp yerleştirilecek diş ve dişetinde oluşabilecek basınç veya ağrı hissi, çocuk hastalarda anksiyeteye ve kooperasyon kaybına yol açabilir (Lim & Julliard, 2004; Yoon & Chussid, 2009). Bu nedenle öncelikle topikal anestezik jel (ör. lidokain %10) ile ön yüzey uyuşturulup, ardından lokal ve blok anestezileri yapılır. Klempin toplam dört noktada dişe temas eden dudak ve dil tarafına bakan kısımlarının ve rubber dam uygulamasında yardımcı ekipman olarak kullanılan diş ipi ve diğer ekipmanların, özellikle dişetinde oluşturacağı ağrıları önlemek için ilave lokal anesteziler yapılmalıdır. Ağrısız bir klemp yerleşimi, hem uygulayıcıyı hem de hastayı rahatlatır. Ayrıca, anestezi uygulaması rubber dam izolasyonunun başarısını artırarak tedavi sürecini hızlandıracaktır (Kucukyilmaz, Ozdemir, & Savas, 2025).

Son zamanlarda çocuk diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilen bilgisayar kontrollü dijital intraosseoz anestezi yöntemi hem alt hem üst çenede tek bir noktadan enjeksiyon girişi yapıp ilgili dişin bir distal ve iki mesial tarafındaki her iki taraf yumuşak dokusunda da anestezi sağlayarak, klemp yerleşimi sırasında ve özellikle çoklu diş izolasyonu yapılması gereken durumlarda ağrısız ve etkili bir anestezi sağlar (Resim 19). Rubber dam uygulaması öncesi yapılan bilgisayar kontrollü intraooseoz anestezinin tek bir noktadan oral mukozaya giriş yeri ve sonrasında rubber dam izolasyonu altında çoklu diş izolasyonu gösterilmiştir.

Resim 19: Rubber dam uygulaması öncesinde, ok ile gösterilen noktada intraosseöz dijital anestezi girişi uygulanmıştır. Anestezi sonrası, kanatsız klemp, plastik kama ve diş ipi kullanılarak ilgili bölgede etkili ve çoklu rubber dam izolasyon görünümü



Rubber Dam Yerleştirme Teknikleri

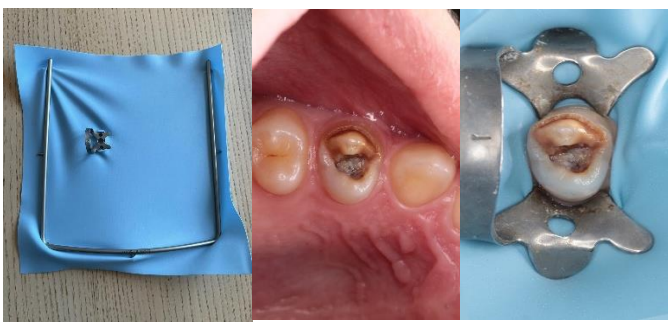
Çocuk hastalarda Dental Rubber dam yerleştirme tekniği; klinik duruma, hastanın yaşına, kooperasyon derecesine ve uygulayıcının deneyimine göre belirlenmelidir. Hangi yöntem seçilirse seçilsin, öncelikle çocuk hastada ilave bir anksiyete oluşturmadan, lastiğin dişe tam oturması ve etkili bir sızdırmazlık sağlanması, başarılı izolasyon ve kontaminasyonsuz bir çalışma alanı için kritik öneme sahiptir. Temel olarak 4 tip yerleştirme tekniği bulunmaktadır. Bunlara ilaveten çocuk diş hekimliğinde özellikle travma vakalarında anterior dişlerde sıklıkla tercih edilen klemp kullanılmadan yapılan bir yerleştirme yöntemi de mevcuttur.

Birinci yöntem

"All-in-one" olarak bilinen tek aşamalı teknik (Resim 20), lastik örtü, çerçeve ve klempin önceden birleştirilerek tek parça hâlinde hazırlanması ve hastanın ağzına tek adımda uygulanması esasına dayanır. Bu yöntemle sadece kanatlı klempler kullanılabilir. Bu yöntem, uygulama süresini kısaltarak hem hekime zaman kazandırır hem de çocuk hastalarda tedavi sürecinin daha hızlı tamamlanmasına olanak tanır (Soxman, 2021).

Çocuk hastalar açısından değerlendirildiğinde, bu teknikte işlemin tek hamlede gerçekleştirilmesi harcanan süre konusunda avantajlı görülmektedir. Fakat tek aşamalı teknikte, klemp takılacak dişin çerçeveye sabitlenmiş lastiğin altında kalarak görüş alanını azaltması, uygulayıcı için yüksek düzeyde klinik beceri ve tecrübe gerektirdiğinden, deneyimsiz klinisyenler açısından hatalı yerleştirme riski artabilir. Klempin stabil olmaması ve dişetine baskı yapacak şekilde yerleştirilmesi, lastik örtünün yeterince gerilememesi veya çerçevenin doğru pozisyonlandırılamaması durumlarında hem izolasyon başarısı azalabilir hem de çocuğun işlem sırasında huzursuzluk göstermesi olasıdır. Ayrıca, lastik örtünün önceden çerçeveye yerleştirilmiş hâlde uygulanması sırasında ağız içine yönlendirilen hacimli yapının hastanın yüzünde oluşturacağı baskı hissi ve çocuklarda öğürme refleksini tetikleyebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle bu yöntemde kalın ve ekstra kalın lastikler çerçeve ile berber oluşacak gerilimi artıracağı için çocuk hastalarda tercih edilmemelidir. Özellikle küçük yaş gruplarında veya aşırı duyarlı, kooperasyon seviyesi düşük hastalarda alternatif tekniklerin tercih edilmesi gerekebilir.

Resim 20: Tek aşamalı teknik ile lastik örtü, klemp ve çerçevenin tek bir ünite hâlinde önceden hazırlanarak hedeflenen bölgeye birlikte uygulanması



İkinci yöntem

İkinci yöntemde uygun klemp seçiminin ardından klemp forseps ile beraber hedeflenen dişe sabitlenir. Sonrasında sırasıyla, tekli veya çoklu izolasyon tercihine göre punch yardımı ile delik açılmış olan elastik örtü ve ardından çerçeve sırasıyla yerleştirilir.

Önce klempin yerleştirildiği bu teknik (Resim 21), çocuk hastalarda dikkatli vaka seçimi ile uygulandığında etkili izolasyon sağlama potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, çocuk diş hekimliğine özgü bazı avantajları ve sınırlılıkları da beraberinde getirir.

Bu yöntemin en önemli avantajlarından biri, izolasyon yapılacak dişte sabitlik ve kontrolü artırmasıdır. Özellikle tam sürmemiş, rotasyonel pozisyon gösteren ya da kısmen gömülü dişlerde, öncelikle klempin yerleştirilmesi sayesinde, lastik örtünün pozisyonu daha kolay kontrol edilebilmekte ve stabil bir uygulama elde edilebilmektedir. Bu durum, küçük ağız yapısına sahip pedodontik hastalarda ağız içi organizasyonu kolaylaştırmakta, klinisyene daha geniş ve düzenli bir görüş alanı sunmaktadır. Ayrıca bu teknik, klempin sabitliğinin lastik örtü yerleştirilmeden önce test edilmesine olanak tanır. Böylece, klempin dişe ve dişetine zarar verip vermediği ya da yeterli tutuculuğa sahip olup olmadığı önceden değerlendirilebilir. Bu durum, hem hasta konforunun korunması hem de işlem sırasında yaşanabilecek olası komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir.

Bu teknikte lastik örtü yerleştirilmeden doğrudan metal bir alet olan klempin dişe uygulanması, özellikle küçük yaş grubundaki çocuklarda korku, tedirginlik ve kooperasyon kaybına yol açabilir. Diş hekimi ile yeni tanışan ya da önceki dental deneyimleri olumsuz geçmiş olan çocuk hastalar için bu doğrudan temas, işlemin başarısını olumsuz yönde etkileyebilir. Aynı zamanda bu yöntemin

uygulanmasında, genellikle kanatsız klemplerin tercih edilmesi önerilmektedir. Çünkü kanatlı klempler, çocuk hastanın yetişkin hastalara nisbeten geniş olmayan oral kavitesinde özellikle dil tarafına bakan tarafta rahatsızlığa neden olabilir ve lastik örtünün dişe geçirilmesini teknik olarak zorlaştırabilir. Ancak, uygulayıcının klinik deneyimi yeterliyse, kanatlı klemplerle de bu yöntemin uygulanabileceği bildirilmektedir.

Resim 21: Önce klempin yerleştirildiği ikinci yönteme ait klinik uygulama aşamaları



Üçüncü yöntem

Lastik örtü ve çerçeve yerleştirildikten sonra klempin dişe yerleştirildiği yöntemdir. Delik dişin ve dişetinin üzerinde gerildiğinde daha iyi bir görüş alanı oluşturur ve ardından forseps yardımıyla klemp yerleştirilir (Eskibağlar et al., 2021). Bu yöntem,

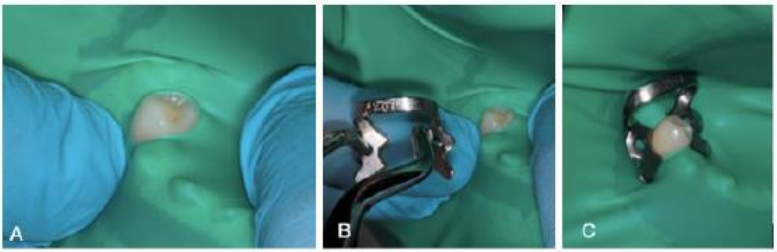
pedodontik uygulamalarda sıklıkla tercih edilen, hasta konforunu önceleyen bir izolasyon yöntemidir. Bu teknikte, lastik örtü işlem öncesinde uygun dişe göre delinerek çerçeveye yerleştirilir. Hedef dişe lastik örtü dikkatlice geçirilir ve ardından klemp, ilgili dişe oturtulur. Son aşamada klempin stabilitesi sağlanır (Resim 22).

Bu yaklaşım, özellikle dental işlem öncesi anksiyetesi yüksek olan ya da davranış yönetimi zor olan çocuk hastalar için oldukça uygundur. Çünkü işlem, "önce klemp" tekniğine kıyasla daha az ekipmanla başlatıldığı için çocuk hastada kaygı oluşturabilecek durumların minimumda tutulmasını sağlar. Ayrıca klempin sonradan takılması sayesinde, klemp takılırken ağzı daha az süre açık kalmakta ve bu da çocuğun konforunu olumlu etkilemektedir.

Tekniğin bir diğer avantajı, uygulama süresinin nispeten daha kısa olmasıdır. Bu, çocuk hastaların sınırlı dikkat süreleri ve düşük kooperasyon düzeyleri dikkate alındığında önem taşır. Özellikle hızlı bir izolasyonun gerektiği çürük temizliği işlemleri ve vital pulpa tedavileri gibi durumlarda klinisyene zaman kazandırabilir.

Bununla birlikte, "önce dam" tekniğinin bazı teknik sınırlılıkları da bulunmaktadır. Özellikle lastik örtünün izolasyonu hedeflenen dişe geçirilmesi ve sonrasında klempin yerleştirilmesi esnasında sadece bir uygulayıcının tek başına bu işlemi gerçekleştirmesi zorlayıcı olacaktır, yardımcı personele ihtiyaç duyulabilir. Ayrıca dişin yeterince sürmemiş olduğu ya da tutuculuğun düşük olduğu vakalarda, klempin stabilitesi istenilen düzeyde sağlanamayabilir. Bu gibi durumlarda teknik, modifiye edilerek veya alternatif yaklaşımlarla desteklenerek uygulanmalıdır.

Resim 22: Önce lastik örtünün ardından klempin yerleştirildiği üçüncü yöntemin aşamaları



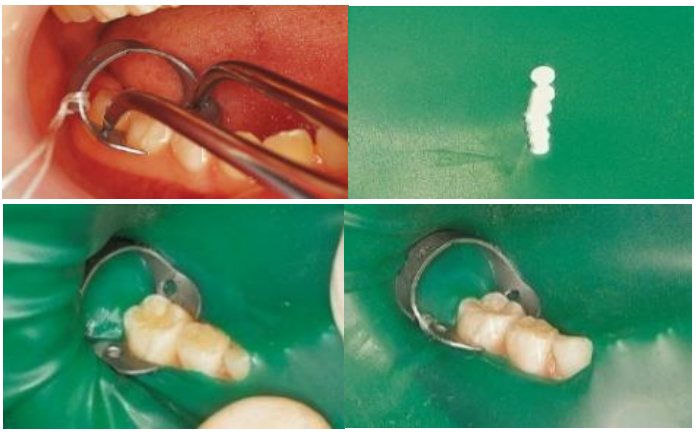
Kaynak: (Eskibağlar et al., 2021).

Dördüncü yöntem

Split dam tekniği, lastik örtü materyalinin birkaç dişi izole edecek şekilde uzunlamasına uygulanması esasına dayanır (Resim 23) (Duggal, Nazzal, & Robertson, 2022). Bu yöntem, özellikle birden fazla dişe aynı seansta müdahale edilmesi gereken restoratif işlemlerde tercih edilmektedir. Split dam tekniği, tek diş için ayrı ayrı delik açılmasına gerek kalmadan dam materyalinin doğrudan yerleştirilmesini sağladığı için oldukça hızlı bir uygulama süresi sunar. Bu sayede, anksiyetesi yüksek ya da hareketli çocuk hastalarda kooperasyon sorunlarını azaltarak klinik süreci kolaylaştırır. Aynı zamanda, aynı kadranda yer alan iki veya üç dişin tedavisinde birden fazla dişi izole etme imkânı sunmasıyla pratik bir kullanım alanına sahiptir ve çocuk diş hekimliğinde sıkça kullanılan paslanmaz çelik kronların preparasyonu ve simantasyonuna olanak sağlar (Resim 24). Çocuk hastalarda ağız açıklığının sınırlı olması, küçük dental ark yapısı ve kooperasyon problemleri gibi etmenler, geleneksel çok delikli dam uygulamalarını zorlaştırabilir. Bu durumlarda split dam tekniği, uygulama süresini kısaltarak hasta konforunu artırabilir ve klinisyen için daha pratik bir izolasyon alternatifi sunar.

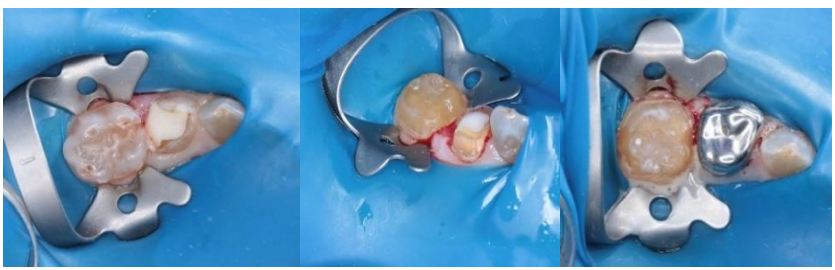
Ancak bu teknikte sızdırmazlık seviyesi, klasik tek diş izolasyonuna kıyasla daha düşüktür. Bu nedenle, kontaminasyondan özellikle kaçınılması gereken pulpa tedavileri veya rezin bazlı restorasyonlar gibi işlemlerde dikkatli vaka seçimi yapılmalıdır. Split dam tekniğinde sızdırmazlığın sınırlı olması nedeniyle daha fazla tükürük emici ya da pamuk rulo kullanımına ihtiyaç duyulabilir ve lastik örtünün ağız içinde yeterli stabiliteyi sağlayabilmesi için dental kama, gingival bariyer gibi ek sabitleme yöntemlerinin uygulanması gerekebilir.

Resim 23: Split-dam yönteminin klinik aşamaları



Kaynak: (Duggal, Nazzal, & Robertson, 2022)

Resim 24: Split dam yöntemi ile izole edilen süt birinci molar dişinde paslanmaz çelik kron preparasyonu ve simantasyonu

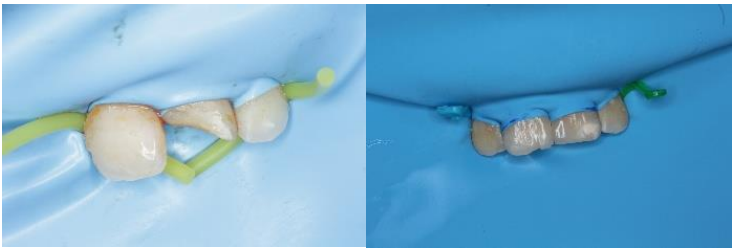


Beşinci yöntem

Çocuk diş hekimliğinde klemp kullanılmadan rubber dam (lastik örtü) yerleştirme yöntemi; özellikle klemp kullanımından çekinilen anterior travma vakalarında, hedeflenen dişe klemp yerleşiminin zor olduğu küçük ağız yapısı ve erüpsiyonunu tamamlamamış dişler varlığında, klempin varlığından dolayı kaygı duyan anksiyete düzeyi yüksek ve sınırlı kooperasyon gösteren hastalarda, anestezi yapılmadan rubber dam izolasyonunun sağlanması istenilen durumlarda tercih edilen bir yöntemdir. Bu sayede, klempin neden olabileceği rahatsızlık, travma ya da klempin gingival dokuda oluşturabileceği estetik sorunlar ortadan kaldırılır. Bu yöntemde klemp kullanılmadığı için lastik örtünün tutuculuğu; stabilizasyon kordları, plastik, elastik ve tahta kamalar, diş ipleri, lastik örtüden kesilen parçalar ve gingival bariyer (biyouyumlu fotopolimerize rezin) gibi yardımcı stabilizasyon yöntemleri ile sağlanır (Resim 25). yöntem ile sırasıyla elastik stabilizasyon kordları ve plastik kamalarla stabilizasyonu sağlanmış iki vaka sunulmuştur.

Sonuç olarak klemp kullanılmadan yapılan rubber dam uygulamaları, pedodontik pratikte özellikle anterior dişlerde sıklıkla tercih edilen, hasta kooperasyonunu artıran, konforlu ve travmasız izolasyon sağlayan bir yöntemdir. Ancak her vakada uygunluk göstermediğinden, klinik değerlendirme ve vaka seçimi büyük önem taşır.

Resim 25: Klemp kullanılmadan yapılan 2 ayrı klinik olguda, sırasıyla elastik stabilizasyon kordları ve plastik kamalar kullanılarak sağlanan stabilizasyon örnekleri



Çocuk Hastalarda Rubber Dam Kullanımının Limitasyonları ve Kontrendikasyonlar

Çocuk diş hekimliğinde rubber dam kullanımının çeşitli sınırlılıkları ve kontrendikasyonları bulunmaktadır. Davranışsal uyum problemi olan, anksiyetesi yüksek ya da dental fobisi bulunan çocuk hastalarda rubber dam uygulaması zorlaşmakta, hatta imkânsız hale gelebilmektedir. Bu gibi durumlarda, hasta kooperasyonunu sağlamak amacıyla sedasyon veya genel anestezi gerekebilir. Servikal bölgede yeterli sağlam doku bulunmayan, geniş çürük kavitesi olan veya restorasyon kaybı olan dişlerde de klemp sabitlemesi teknik olarak güçleşir. Nazal tıkanıklık, üst solunum yolu enfeksiyonu ya da burun anatomisine bağlı ağız solunumu gereken durumlarda lastik örtü solunumu engelleyebileceğinden kullanımı zorlaşır. Epilepsi gibi nörolojik hastalıklar ile nöbet riski içeren diğer bazı sistemik durumlar, çocuk diş hekimliğinde rubber dam kullanımını sınırlayabilir veya kontrendike hale getirebilir. Özellikle kontrolsüz epilepsili hastalarda, dental işlem sırasında oluşabilecek ani nöbet riski nedeniyle rubber dam kullanımında dikkatli olunmalıdır. Rubber dam, hastanın solunum yolunu kısmen kısıtlayabileceği gibi, nöbet sırasında klemplerin veya çerçevenin ağız içinde yer değiştirmesi sonucu yaralanma riski doğurabilir.

Ayrıca, nöbet esnasında damın aspirasyonu veya yerinden çıkması ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Bu nedenle epilepsili hastalarda, nöbet öyküsü ve kontrol düzeyi detaylıca sorgulanmalı, gerekirse işlem öncesi hekim-konsültasyonu alınmalı ve alternatif izolasyon yöntemleri (pamuk rulolar vd.) tercih edilmelidir. Epilepsi dışında bazı sistemik hastalıklar da rubber dam kullanımını engelleyebilir. Örneğin, ağır astımı veya üst solunum yolu obstrüksiyonu olan çocuklarda rubber dam, ağız solunumu yapan hasta için ciddi solunum sıkıntısı yaratabilir. Down sendromu, otizm spektrum bozukluğu, duyu bütünleme problemleri ya da ağır mental retardasyon gibi durumlarda, hastanın rubber dam uygulamasına toleransı sınırlı olabilir. Bu tür bireylerde, uygulamanın yaratacağı kaygı ve kooperasyon problemleri nedeniyle izolasyon başarısız olabilir veya tedaviye uyumu olumsuz etkileyebilir. Tüm bu nedenlerle rubber dam uygulamasında vaka seçimi dikkatle yapılmalı, gerekli durumlarda izolasyon için alternatif yöntemler değerlendirilmelidir.

Lateks alerjisi ve güncel çözüm yolları

Diş hekimliğinde rubber dam (lastik örtü) uygulamalarında önemli gelişmeler yaşanmış ve bu materyalin hasta tarafından rahatça tolere edilebilen, dişe kolay adapte olabilen formda tasarlanması sağlanmıştır. Ancak, bu avantajlara rağmen, bazı klinik sınırlamalar hâlen geçerliliğini korumaktadır. Bu kısıtlamaların başında, bazı bireylerde görülen lateks duyarlılığı yer almaktadır. Yaygın olarak kullanılan rubber dam ürünleri, cis-1,4 poliizopren adı verilen doğal bir polimerden üretilir. Bu madde, genellikle tropikal iklim kuşağında yetişen *Hevea brasiliensis* kauçuk ağacının özsuyundan (lateks reçinesi) elde edilmektedir (Ownby, 2002).

Doğal latekse karşı alerjik reaksiyonlar çok uzun zamandır bilinmektedir. Klinik bulgular, kişiden kişiye değişmekle birlikte, çoğunlukla ciltte kızarıklık, kaşıntı, şişlik gibi hafif semptomlarla başlar ve bazı bireylerde yaşamı tehdit eden anafilaktik yanıtlara

kadar ilerleyebilir. Lateks içerikli cerrahi eldivenlerin neden olduğu aşırı duyarlılık reaksiyonları ise ilk kez 1984 yılında rapor edilmiştir (Ownby, 2002; Cullinan, Brown & Field, 2003).

Gerek sağlık personellerinde gerekse hastalarda, lateks içeren maddelerle sürekli temasın bir sonucu olarak IgE antikorlarına bağlı Tip I aşırı duyarlılık ve irritatif kontakt dermatit vakalarında artış gözlemlenmiştir (Safadi et al., 1996; Fuchs & Wahl, 1992). Bu sorunun fark edilmesiyle birlikte, latekse alternatif olabilecek biyouyumlu materyaller geliştirilmiştir. Günümüzde nitril esaslı rubber dam ürünleri, alerjik protein içermemeleri ve yüksek dayanıklılık göstermeleri nedeniyle yaygın şekilde kullanılmaktadır. Nitril, lateksin mekanik avantajlarını sağlayabilen ve immünolojik risk taşımayan sentetik bir materyal olarak öne çıkmıştır. Bunun yanında polietilen ve polivinilklorür gibi farklı sentetik materyallerden üretilen rubber dam çeşitleri de piyasaya sunulmuştur (Kosti & Lambrianidis, 2002) (Resim 26).

Resim 26: Latex içermeyen lastik örtü ürün örnekleri



Bu gelişmeler sayesinde, klinisyenler hem hastalar hem de dental sağlık profesyonelleri için daha güvenli uygulamalar gerçekleştirebilmekte ve lateksle ilişkili komplikasyonların önüne geçilebilmektedir. Özellikle çocuk hastalarda kullanılacak izolasyon materyali seçilirken, olası alerjik riskler dikkate alınmalı ve gerekirse alternatif malzemeler tercih edilmelidir. Böylece hem tedavi etkinliği hem de hasta güvenliği en üst düzeyde sağlanabilir.

Çocuk Diş Hekimliğinde Rubber Dam İzolasyonuna Alternatif Olabilecek Güncel İzolasyon Sistemleri

Bu sistemler, özellikle kooperasyonu düşük çocuk hastalarda veya hızlı tedavi gereken durumlarda uygulama süresini kısaltmak, hasta konforunu artırmak ve izolasyon kalitesini iyileştirmek amacıyla tercih edilebilmektedir. Ancak rubber dam'ın sağladığı tam izolasyonun ve güvenliğin yerini tutamayabileceği de unutulmamalıdır. Bu nedenle izolasyon sistemlerinin seçimi, tedavi tipi, hasta yaşı, kooperasyonu ve klinik koşullar dikkate alınarak yapılmalıdır.

Isolite® sistemi

Isolite® sistemleri, aspirasyon, ışıklandırma ve yumuşak doku ekartasyonu işlevlerini aynı anda gerçekleştirebilen entegre bir ağız içi izolasyon sistemidir (Resim 27). Bu sistemde, ağız içine yerleştirilen özel başlıklar sayesinde hem alt hem de üst çenede belirli diş gruplarının izolasyonu sağlanabilir. Sistem, LED ışık kaynağı ile birlikte çalışarak tedavi alanının aydınlatılmasına da katkıda bulunur. Ayrıca sistemin aspirasyon özelliği sayesinde, işlem sırasında biriken tükürük, su ve aerosoller etkin bir şekilde uzaklaştırılır. Böylece çalışma sahası kuru kalır ve enfeksiyon kontrolü açısından avantaj sağlanır.

Çocuk hastalarda uygulandığında, dil ve yanakların aktif şekilde ekarte edilmesine yardımcı olarak hekime rahat ve engelsiz bir görüş alanı sunar. Dilin aspiratöre kaçma riski azalır ve çocuk hastanın istemsiz hareketlerinden kaynaklanabilecek sorunlar minimize edilir. Ayrıca çocuk hastaların ağzını uzun süre açık tutmakta zorlandığı durumlarda, sistemin ağız açıklığını koruyabilme yetisi, hekimin tedavi sürecini daha kontrollü ve verimli yürütmesini mümkün kılar.

Isolite sistemleri, özellikle sedasyon altında ya da genel anestezi ile gerçekleştirilen dental işlemlerde güvenli bir şekilde kullanılabilir. Bu durum, sistemin sabit durması ve aspirasyonun aktif olarak sürmesi nedeniyle operasyon sırasında sıvı birikiminin önlenmesini sağlar. Aynı zamanda aspirasyon sistemi, solunum yoluna sıvı kaçışı veya aspirasyon riskini de azaltır.

Bu özellikleriyle Isolite, geleneksel rubber dam uygulamasına alternatif olarak değerlendirilebilmekte; çocuk hastalarda hem klinik etkinliği artırmakta hem de hasta konforunu sağlamaktadır.

Resim 27: Isolite sisteminin ünitenin vakum hattına bağlanmış hali, ağız içine yerleştirilmeden önce katlanmış görünümü ve ağız içindeki yerleşim pozisyonu



Kaynak: (Townsend & Martens, 2022).

DryShield sistemi

DryShield sistemi, Isolite'a benzer şekilde aspirasyon, ışıklandırma ve yumuşak doku ekartasyonunu aynı anda sağlayan entegre bir izolasyon sistemidir (Resim 28).

Sistemin yeniden kullanılabilir veya tek kullanımlık uç seçenekleri sayesinde ekonomik açıdan farklı alternatifler sunulmaktadır. Özellikle çocuk hastalarda sınırlı zaman diliminde etkili ve verimli bir tedavi süreci yürütülmesine olanak tanır.

Resim 28: DryShield sisteminin ünitenin vakum hattına bağlanmış hali ve ağız içindeki yerleşim pozisyonu



OptraDam sistemi

OptraDam sistemi, üç boyutlu anatomik tasarımı sayesinde ekstra bir çerçeveye ihtiyaç duyulmadan kullanılır (Resim 29). Özellikle çocuk hastalarda dudak ve yanaklarda oluşabilecek gerilimi azaltarak hasta konforunu artırır. Geleneksel rubber dam sistemlerine benzer şekilde dişler üzerindeki stabilizasyon klemp kullanarak da sağlanabilir. Ancak genellikle elastik stabilizasyon kordları gibi yardımcı elemanlar ve kendi tasarımı sayesinde dişler üzerindeki stabilizasyonu sağlanır. Esnek yapısı sayesinde tek bir operatör tarafından kolaylıkla uygulanabilir.

Resim 29: OptraDam sisteminin tasarımı ve ağız içinde elastik stabilizasyon kordları ile stabilizasyonu



Literatürden Klinik Bulgular ve Çalışmalar

Rubber dam kullanımı çoğunlukla endodontik tedaviler ve adeziv prosedürlerle ilişkilendirilmiş olsa da, bu materyal onlarca yıldır pedodontik hastaların tedavisinde temel bir yardımcı unsur olarak kullanılmaktadır (Varughese et al., 2016). Gıda dışı yabancı cisim yutma vakalarının büyük bir kısmı çocuk hastalarda görülmektedir (Kim, Park, Kong, & Choi, 2016). Kooperasyon problemi yaşayan ya da zihinsel veya fiziksel engeli bulunan çocuklar, dental işlemler sırasında aletleri yutma veya aspire etme riski açısından daha hassas grubu oluşturmaktadır (Hodges, Durham, & Stanley, 1992). Bu bağlamda rubber dam uygulaması yalnızca daha elverişli bir çalışma alanı yaratmakla kalmaz; aynı zamanda hastanın güvenliğini de sağlar.

Yukarıda belirtilen gerekçelerle rubber dam kullanımının önemi açık olmakla birlikte, çocuk hastaların bu uygulamaya karşı tutumu da dikkate değerdir. Lastik örtü uygulaması, çocuk hastalarda stres seviyesini artırmakta mıdır? yoksa azaltmakta mıdır? Çocuk diş hekimliği literatürüne bakıldığı zaman en çok rubber dam kullanımın çocuklarda oluşturabileceği stres ve kaygı düzeyi üzerine fizyolojik, psikometrik ve projektif ölçekler ile çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu soruya yanıt arayan McKay, 2021 yılında yayımladığı çalışmasında, rubber dam altında gerçekleştirilen tedavi sonrası çocuk hastaların deneyimlerini değerlendirmiştir. Bu çalışmada Görsel analog skalasına (VAS) verdikleri cevaplara göre hastaların deneyimleri değerlendirilmiş ve rubber dam uygulamasının çocuklar tarafından büyük oranda iyi tolere edildiği sonucuna varılmıştır (McKay, Farman, Rodd, & Zaitoun, 2013).

Vanhée ve arkadaşlarının 2021 yılında yayınlamış oldukları bir çalışmada, rulo pamuk izolasyonu ve rubber dam izolasyonu altında 2 ayrı grup olarak, 51 çocuk hastanın endodontik tedavileri esnasında kalp atım hızı, görsel analog skala (VAS) ve modifiye

venham skalası değerleri ölçülmüş ve rubber dam izolasyonu altında tedavi edilen grupta tanımlanan çeşitli stres parametrelerinde anlamlı bir azalma görülmüştür. Bu çalışmanın nitröz oksit sedasyonu olan ve olmayan hasta alt grupları karşılaştırıldığında ise yine rubber dam izolasyonu altında olan gruptaki stres parametrelerinin rulo pamuklarla izolasyon sağlanan gruba göre anlamlı derecede düşük olduğu görülmüştür. Aynı zamanda bu çalışmadaki işlemler 12 farklı hekim tarafından yapılmış ve çocuk hastalarda rubber dam uygulama süresinin ortalama 2 dakika sürdüğü ve Rubber dam izolasyonunun pamuk rulo kullanımı ihtiyacını azaltması gibi faktörlerle rulo pamuk ile izolasyon sağlanan gruba göre total tedavi süresini etkilemediği görülmüştür (Vanhée ve ark., 2021).

Kucukyilmaz ve arkadaşlarının 2025 yılında yayınlanan ülkemizde yapmış oldukları güncel bir çalışmada ise 100 hasta üzerinde fissür örtücü işlemi üzerinde hastalar pamuk rulo izolasyonu ve lastik örtü izolasyonu grubu olarak ikiye ayrılmış ve çeşitli zaman aralıklarında hastaların objektif (Sistolik ve Diyastolik Kan Basıncı ve Nabız Hızı) ve subjektif **(**Wong-baker Yüz Ağrı Değerlendirme Ölçeği (WBFPRS) ve Görsel Analog Skala (VAS)) değerleri ölçülmüştür. İstatistiksel olarak hem subjektif hem de objektif stres parametrelerinde rubber dam ile pamuk rulo grubu arasında anlamlı bir fark bulunmaması ve aynı zamanda tedavi sırasında lastik örtü grubunda gözlenen anlamlı grup içi düşüşlerin varlığı, Rubber dam izolasyon yönteminin çocuk hastalarda ek strese yol açmadığını ve prosedür sırasında fizyolojik adaptasyonu kolaylaştırabileceğini düşündürmektedir. Lastik örtü grubunda gözlenen stres düzeylerindeki azalmaya yönelik olası bir açıklama, lastik örtünün işlem alanını etkili biçimde izole etmesidir. Bu izolasyon, hastanın işlem sırasında ağzını açık tutma gereksinimini azaltmakta, böylece aeratörden çıkan su ve tükürük emicilerin dil veya dilaltı tabanıyla temasından kaynaklanan rahatsızlığı minimize

etmektedir. Bu çalışmada işlemi yapan hekimin de nabız değerlerinin incelenmesi, tedavi sırasında hekimin yaşadığı stresin hastaya yansıma potansiyeli nedeniyle önem taşımaktadır. Rubber dam kullanılan grupta, hem tedavi sırasında hem de tedavi öncesine kıyasla operatör nabzında anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Bu durum, rubber dam kullanımının hekime de daha az stres yaşattığını göstermektedir. Önceki çalışmalarla da uyumlu olarak, rubber dam kullanımı hekimin stresini azaltmakta ve bu sayede daha sakin bir tedavi ortamı oluşturulmaktadır. Bu durumun, dolaylı olarak çocuk hastalarda da stres düzeyini azaltabileceği düşünülmektedir (Kucukyilmaz ve ark., 2025).

Sonuç

Diş hekimliğinde uzun yıllardır kullanılan Rubber dam izolasyonu; etkinliği ve hasta konforuna katkısı literatürde yer alan çalışmalarla kanıtlanmış bir uygulamadır. Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi'nin kılavuzlarında da belirtildiği üzere, birçok restoratif ve endodontik prosedürde standart bir uygulama olarak önerilmektedir (AAPD, 2007a; 2007b). Pedodontik klinik uygulamalarda, rubber dam sadece çalışma alanının izolasyonunu sağlamakla kalmamakta; aynı zamanda hastanın tedaviye olan tepkilerini de olumlu yönde etkilemektedir.

Güncel bulgular, rubber dam kullanımının çocuk hastalarda yalnızca fiziksel bir bariyer işlevi görmediğini, aynı zamanda anksiyete düzeyini azaltarak gevşeme ve hatta uyku halini kolaylaştırabileceğini göstermektedir (Vanhée et al., 2021). Bu fizyolojik yanıtlar, dental tedavi sırasında davranış yönetimi açısından önemli avantajlar sunmakta, tedavi sürecinin hem hasta hem de hekim için daha ergonomik ve verimli bir şekilde ilerlemesini sağlamaktadır. Rubber dam uygulamasının ortalama iki dakikalık kısa bir sürede yerleştirilebilmesi, bu avantajların pratikte uygulanabilirliğini artırmaktadır.

Tüm bu veriler ışığında, rubber dam izolasyonunun yalnızca teknik bir zorunluluk değil, aynı zamanda pedodontide davranış yönetimini destekleyen önemli bir araç olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle, hem mezuniyet öncesi eğitimlerde hem de klinik uygulamalarda rubber dam kullanımına daha fazla önem verilmesi, hasta güvenliği ve tedavi kalitesi açısından değerli bir yaklaşım olacaktır.

Kaynakça

American Academy of Pediatric Dentistry. (2007). Guideline on pediatric restorative dentistry. *Pediatric Dentistry, 29*(suppl), 155–162.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2007). Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatric Dentistry, 29*(suppl), 163–167.

Andrew. (2020). *Dental Historian, 65*(2).

Browet, S., & Gerdolle, D. (2017). Precision and security in restorative dentistry: The synergy of isolation and magnification. *International Journal of Esthetic Dentistry, 12*(2), 172–185.

Christensen, G. J. (1994). Using rubber dams to boost quality, quantity of restorative services. *Journal of the American Dental Association, 125*(1), 81–82.

Cochran, M. A., Miller, C. H., & Sheldrake, M. A. (1989). The efficacy of the rubber dam as a barrier to the spread of microorganisms during dental treatment. *Journal of the American Dental Association, 119*(1), 141–144.

Cushing, G. H. (1870). The Missouri dental journal; monthly record of medical science, *2*, 389–393.

Cullinan, P., Brown, R., & Field, A. (2003). Latex allergy: A position paper of the British Society of Allergy and Clinical Immunology. *Clinical & Experimental Allergy, 33*(11), 1484–1499.

Eccleston, C., & Crombez, G. (1999). Pain demands attention: A cognitive-affective model of the interruptive function of pain. *Psychological Bulletin, 125*, 356–366.

Fuchs, T., & Wahl, R. (1992). Immediate reactions to rubber products. *Clinical Reviews in Allergy, 13*(2), 61.

Heise, A. L. (1971). Time required in rubber dam placement. *Journal of Dentistry for Children, 38*(2), 116–117.

Hodges, E. D., Durham, T. M., & Stanley, R. T. (1992). Management of aspiration and swallowing incidents: A review of the literature and report of case. *ASDC Journal of Dentistry for Children, 59*, 413–419.

Kim, S. Y., Park, B., Kong, I. G., & Choi, H. G. (2016). Analysis of ingested foreign bodies according to age, type and location: A retrospective observational study. *Clinical Otolaryngology, 41*(6), 640–645. https://doi.org/10.1111/coa.12656

Kosti, E., & Lambrianidis, T. (2002). Endodontic treatment in cases of allergic reaction to rubber dam. *Journal of Endodontics, 28*(11), 787–789.

Lim, S., & Julliard, K. (2004). Evaluating the efficacy of EMLA topical anesthetic in sealant placement with rubber dam. *Pediatric Dentistry, 26*(6), 497–500.

Marwash, N. (2019). Rubber dam. In *Textbook of pediatric dentistry* (Vol. 44, No. 4, p. 545). India: Jaypee Brothers Medical Publishers.

McGehee, W. H. O. (1914). Instruments and appliances. In *Operative and dental anatomy technics* (pp. 79–84). P. Blakiston's Son & Co.

McKay, A., Farman, M., Rodd, H., & Zaitoun, H. (2013). Pediatric dental patients' attitudes to rubber dam. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 38*(2), 139–141. https://doi.org/10.17796/jcpd.38.2.7122765685684761

Ownby, D. R. (2002). A history of latex allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology, 110*(2), 27–32.

Patel, S., & Hamer, S. (2021). A simple guide to using dental dam. *British Dental Journal, 230*(10), 644–650.

Proceedings of dental societies. (1870). American Dental Association. *The Dental Cosmos: A Monthly Record of Dental Science, 12*(10), 531.

Safadi, G. S., Safadi, T. J., Terezhalmy, G. T., Taylor, J. S., Battisto, J. R., & Melton, A. L. (1996). Latex hypersensitivity: Its prevalence among dental professionals. *Journal of the American Dental Association, 127*(1), 83–88.

Şirin, A. F. (2024). 2., 3., 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin lastik örtü (rubber dam) hakkındaki farkındalıklarının ve kullanım eğilimlerinin değerlendirilmesi (Uzmanlık tezi, Kocaeli Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı). YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Soxman, J. A. (Ed.). (2022). *Handbook of clinical techniques in pediatric dentistry* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Summitt, J. B. (1996). Field isolation. In J. B. Summitt, J. W. Robbins, & R. S. Schwartz (Eds.), *Fundamentals of operative dentistry* (pp. 109–139). Illinois: Quintessence Books.

Thorpe, B. L. (1909). *History of dental surgery* (Vol. 2, pp. 417–420).

Torres, C. R. G. (Ed.). (2020). *Modern operative dentistry: Principles for clinical practice*. Springer.

Townsend, J. A., & Martens, L. V. (Eds.). (2022). *McDonald and Avery's dentistry for the child and adolescent* (11th ed.). Elsevier.

Varughese, R. E., Andrews, P., Sigal, M. J., & Azarpazhooh, A. (2016). An assessment of direct restorative material use in posterior teeth by American and Canadian pediatric dentists: II. Rubber dam isolation. *Pediatric Dentistry, 38*(7), 497–501.

Vanhée, T., Tassignon, C., Porta, P., Bottenberg, P., Charles, T., & Vanden Abbeele, A. (2021). Behavior of children during dental care with rubber dam isolation: A randomized controlled study. *Dentistry Journal, 9*(8), Article 89. https://doi.org/10.3390/dj9080089

Yoon, R. K., & Chussid, S. (2009). Topical anesthesia for rubber dam clamp placement in sealant placement: Comparison of lidocaine/prilocaine gel and benzocaine. *Pediatric Dentistry, 31*(5), 377–381.

Zaidman, L., Lusky, G., Shmueli, A., Halperson, E., Moskovitz, M., Ram, D., & Fux-Noy, A. (2022). Distraction with virtual reality goggles in paediatric dental treatment: A randomised controlled trial. *International Dental Journal, 72*(5), 609–615. https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.06.003

CHAPTER 8

AFET SONRASI ÇOCUKLARDA DİŞ HEKİMİ KORKUSU VE DAVRANIŞ YÖNETİMİ YAKLAŞIMLARI

Ezgi EROĞLU ÇAKMAKOĞLU[1]
Ayşe GÜNAY[2]
Elif BİLGİN[3]

Giriş

6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye'nin güneydoğusunda meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremler, yaklaşık 11 ili etkileyerek çok sayıda çocuğun yaşamını doğrudan etkilemiştir (AFAD, 2023). Afetler, yalnızca fiziksel hasara yol açmakla kalmayıp, özellikle çocuklar için ciddi psikososyal travmaların da kaynağı olabilmektedir (Pfefferbaum & North, 2008: 24-26). Travmatik deneyimlerin ardından çocuklarda gelişen kaygı, kontrol

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0002-5014-3099, dterogluezgi@gmail.com
[2] Doç. Dr., Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0002-0918-7962, ayok18@hotmail.com
[3] Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0009-0007-0657-0521, ebilgin@adiyaman.edu.tr

kaybı ve belirsizlik duyguları, sağlık hizmetlerine karşı olumsuz tutumlar geliştirmelerine neden olabilir (Kar, 2009**:** 5-11).

Özellikle diş hekimliği gibi doğrudan bedene müdahaleyi içeren uygulamalar, bu çocuklarda daha yoğun stres ve korku tepkileri doğurabilir (Morgan, 2021). Travma sonrası dönem, özellikle çocuklarda sağlık hizmetlerine yönelik tutumları olumsuz etkileyebilir. Norris ve arkadaşları (Norris et. al, 2002: 207-239), afetlerin ardından bireylerde güven kaybı, kayıp yaşantıları ve çevresel değişimlerin sıkça görüldüğünü ve bu durumların psikolojik uyumu zorlaştırabildiğini bildirmektedir.

Diş hekimliği uygulamaları çocuklar tarafından sıklıkla ağrılı ve korkutucu olarak algılanmaktadır (Cianetti et al., 2017: 121-130). AAPD (2020) çocuk diş hekimliğinde yalnızca klinik uygulamaların yeterli olmadığını, aynı zamanda çocukların psikolojik ihtiyaçlarına duyarlı, güven verici ve destekleyici bir yaklaşımın da benimsenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu tür yaklaşımlar, afet sonrası dönemde çocukların sağlık hizmetlerine uyumunu kolaylaştırabilir.

Bu bölümde, afet sonrası gelişen diş hekimi korkusunun nedenleri ve çocuklar üzerindeki etkileri ele alınacak; davranış yönetimi yaklaşımları tartışılacak ve bu süreçte çocuk diş hekimlerinin üstlenmesi gereken roller değerlendirilecektir.

Diş Hekimi Korkusunun Nedenleri

Diş hekimi korkusu, çocuklarda sıklıkla karşılaşılan bir durumdur ve tedaviye uyum üzerinde belirleyici bir etkisi bulunmaktadır. Bu korkunun gelişiminde kalıtsal yatkınlıklar, önceki olumsuz deneyimler, ebeveyn tutumları ve sosyal öğrenme süreçleri rol oynamaktadır (Klingberg & Broberg, 2007: 393). Afet gibi travmatik yaşantılar, çocuklarda yalnızca genel anksiyete düzeylerini değil, aynı zamanda sağlık hizmetlerine yönelik algılarını da olumsuz yönde etkileyebilir. Pfefferbaum ve North

(2008: 24-62), afetlerin çocuklarda güvenlik duygusunun zedelenmesine ve sağlık kurumlarına karşı güvensizlik gelişmesine neden olabileceğini belirtmektedir. Bu bağlamda, afet sonrası dönemde ortaya çıkan diş hekimi korkusu, klasik nedenlerin ötesinde, yaşanan travmanın bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Deprem sonrası dönemde yaşanan yer değiştirme, geçici barınma ve aile kaybı gibi stres etmenleri, çocukların sağlık hizmetlerine karşı geliştirdiği kaygıyı artırabilir. Pfefferbaum ve arkadaşları (2015: 1-6), afetlerin çocuklar üzerindeki psikolojik etkilerinin aile ve sosyal faktörlerle yakından ilişkili olduğunu belirtmektedir. Cianetti ve arkadaşları (2017:121-130), çocukların diş hekimliği uygulamalarını sıklıkla tehdit edici olarak algıladıklarını ve önceki olumsuz deneyimlerin travmatik etkiler yaratabileceğini belirtmektedir. Özellikle gecikmiş tedavi ihtiyaçlarının acil müdahalelerle karşılandığı durumlarda, bu olumsuz deneyimlerin pekişmesi mümkündür. Bu bağlamda, beden bütünlüğüne yönelik tıbbi müdahalelerin, çocuklarda tehdit algısını artırabileceği söylenebilir.

6 Şubat depremleri sonrasında sahada çalışan bazı diş hekimleriyle yapılan görüşmelerde, çocuk hastalarda artan tedavi reddi, sedasyon gereksinimi ve iletişim zorlukları gözlemlenmiştir. Bu bulgular, diş hekimi korkusunun travmatik deneyimlerle nasıl pekişebileceğine dair önemli klinik ipuçları sunmaktadır. Bu korkunun yalnızca klinik başarıyı değil, çocuğun genel ruh sağlığını da olumsuz etkilediği dikkate alındığında, erken tanı ve uygun davranışsal müdahalelerin önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Davranış Yönetimi Yaklaşımları: Afet Sonrası Klinik Uyumun Desteklenmesi

6 Şubat 2023 depremlerinin ardından UNICEF tarafından yayımlanan raporlarda, çocukların sağlık hizmetlerine erişiminde çeşitli zorluklar yaşandığı ve psikososyal destek ihtiyacının arttığı

belirtilmiştir (UNICEF, 2023). Afet sonrası dönemde çocuklarda gelişen duygusal bozukluklar, sağlık hizmetleriyle kurulan ilişkiyi doğrudan etkiler (Norris et. al, 2002: 207-239; UNICEF, 2023). Diş hekimliği uygulamaları ise genellikle beden bütünlüğüne doğrudan müdahale gerektirdiğinden, çocuklarda yüksek düzeyde stres ve korku oluşturabilir. Bu nedenle travma yaşamış çocuklara yönelik davranış yönetimi yaklaşımları, yalnızca tedavi başarısını değil, aynı zamanda çocuğun ruh sağlığını korumak açısından da kritik öneme sahiptir (AAPD, 2020).

Klingberg ve Broberg (2007: 391-406) klasik davranış yönetimi tekniklerinin çocuklarda dental anksiyeteyi azaltmada önemli olduğunu, ancak bireysel farklılıklar ve önceki olumsuz deneyimlerin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, travma sonrası dönemde çocukların hassasiyetleri göz önünde bulundurularak bu tekniklerin uyarlanması önem taşımaktadır. Özellikle travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) belirtileri gösteren çocuklarda, yüksek ses, hızlı hareketler ve ani temas gibi uyaranlar, panik tepkilerine neden olabileceğinden dikkatle yönetilmelidir (Pfefferbaum et al., 2014: 78-97).

Afet sonrası çocuklarla çalışırken güven ilişkisi kurmak temel bir ilkedir. Pfefferbaum ve arkadaşları (2014: 78-97), bu süreçte çocuğun kontrol duygusunu desteklemenin ve aileyi sürece dahil etmenin uyumu artırabileceğini vurgulamaktadır. Randevu öncesinde çocuklara söz hakkı vermek, işlemle ilgili bilgi paylaşmak gibi küçük ama anlamlı uygulamalar tedavi sürecine olumlu katkı sağlayabilir.

2023 Depremi sonrası çocuklara en uygun 5 temel davranış yönetimi yaklaşımı

- Anlat–Göster–Uygula: Her işlem öncesi görsel ya da oyuncaklarla örneklemek.

- Kontrol Hissi Sağlama: Çocuğa işlemi durdurma hakkı verildiğini ifade etme.
- Sözel Güvence: “Sana zarar vermeyeceğim, birlikte yapacağız” gibi ifadelerle destekleme.
- Ebeveyn Katılımı: Çocuğun yanında ebeveynin bulunmasına izin vererek güven oluşturma.
- Duyusal Uyaranların Azaltılması: Yüksek ses, ani ışık veya temaslardan kaçınma.

Bu tekniklerin her biri, yalnızca tedavi uyumunu artırmakla kalmamakta; aynı zamanda çocuğun sağlık hizmetlerine duyduğu güvenin yeniden inşasında önemli rol oynamaktadır. Bu yaklaşımlar, çeşitli kaynaklarda ayrı ayrı önerilen uygulamalara dayanarak derlenmiştir (Pfefferbaum et al., 2014: 78-97; Pfefferbaum et al., 2015: 1-6; Demir, 2022: 71-77).

Vaka Örneği 1: 7 yaşındaki K.G., deprem sonrası Adıyaman Konteyner Kent'te gerçekleştirilen diş sağlığı taramasında ağzını açmakta zorlanmış, işlem sırasında ellerini yüzüne kapatarak ağlamıştır. Hekimin “anlat–göster–uygula” tekniğiyle kullanılan bir oyuncak model üzerinde diş muayenesi göstermesi ve çocuğa işlemi durdurma hakkı vermesi, K.G., nin ikinci muayenesinde tedaviye daha rahat uyum sağlamasına katkı sağlamıştır.

Vaka Örneği 2: 10 yaşındaki T.E.T., deprem sonrası Adıyaman Konteyner Kent'te yapılan diş sağlığı taramasında ileri tedavi ihtiyacı saptanarak Adıyaman Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'na yönlendirilmiştir. İlk muayenesinde, çekim işlemi gerektiği bilgisi verildiğinde yoğun kaygı yaşamış, kliniğe girmek istememiştir. Hekimle yapılan ön görüşmede, çocuğun ailesinden bir bireyi kaybettiği ve yüksek sesli ortamlarda huzursuz olduğu öğrenilmiştir. Bu doğrultuda işlem günü ortam sessizleştirilmiş, hekim yavaş ve yumuşak bir tonla iletişim

kurmuş, çocuğun yanında teyzesinin bulunmasına izin verilmiştir. Ayrıca çocuğa işlemi istediği zaman durdurabileceği bilgisi verilmiş ve işlem öncesinde kısa bir gevşeme egzersizi yaptırılmıştır. Bu yaklaşımlar sonucunda T.E.T., çekim işlemini tamamlamış ve takip muayenesine gönüllü olarak gelmiştir.

Davranış yönetimi tekniklerinin yetersiz kaldığı durumlarda farmakolojik yöntemler (sedasyon veya genel anestezi) gerekebilir. Cianetti ve arkadaşları (2017), bu tür müdahalelerin çocuğun psikolojik durumu ve önceki deneyimleri dikkate alınarak, en az travmatize edici şekilde planlanması gerektiğini vurgulamaktadır.

Travma sonrası süreçte uygulanan davranışsal yaklaşımlarda temel amaç, çocuğun güven duygusunu yeniden inşa etmek, hekimle kurulan ilişkiyi tehdit değil destekleyici bir etkileşim hâline getirmek ve ağız diş sağlığı hizmetlerine erişimi sürdürülebilir kılmaktır.

Afet Sonrası Çocuk Diş Hekimleri İçin Etik Sorumluluklar

Afet sonrası travma geçirmiş çocuklarla çalışan diş hekimlerinin, yalnızca teknik uygulamaya değil, aynı zamanda etik duyarlılıklara da özen göstermesi beklenir. Rızaya dayalı uygulamalar, çocuğun işlem hakkında bilgilendirilmesi, müdahale sürecine aktif katılımının sağlanması ve söz hakkının tanınması bu dönemde daha da önemlidir (AAPD, 2024). Ayrıca, ailelerin de travma etkisi altında olduğu unutulmamalı; ebeveynlerin kaygı düzeyini düşüren, bilgilendirici ve destekleyici bir yaklaşım benimsenmelidir.

Sonuç ve Öneriler

Afet sonrası dönemler, yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda ruhsal ve sosyal açıdan da iyileşme gerektiren karmaşık süreçlerdir. Çocuklar bu süreçten en çok etkilenen gruplar arasında yer almakta ve sağlık hizmetleriyle kurdukları ilişkide belirgin değişimler yaşanmaktadır. Diş hekimi korkusu, özellikle afet sonrası çocuklarda

daha yoğun gözlenmekte ve bu durum hem tedavi sürecini hem de çocuğun genel iyilik halini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu çerçevede çocuk diş hekimlerinin üstlenmesi gereken sorumluluk yalnızca teknik tedaviyle sınırlı kalmamalı; afet sonrası ruhsal travmaların anlaşılması, uygun iletişim dilinin geliştirilmesi ve bireyselleştirilmiş davranış yönetimi stratejilerinin uygulanmasıyla genişletilmelidir. Hekimlerin afet ve kriz yönetimi konusunda bilgilendirilmesi, afet bölgelerinde görev alacak sağlık çalışanlarına yönelik temel psikolojik ilk yardım eğitimi verilmesi, bu sürecin daha sağlıklı yönetilmesini sağlayacaktır.

Ayrıca, kamu kurumları ve üniversitelerin iş birliğiyle afet sonrası bölgelerde çocuklara yönelik ağız ve diş sağlığı taramalarının düzenli hale getirilmesi, sahra kliniklerinin çocuk dostu şekilde planlanması ve çocukların bu hizmetlerden düzenli olarak yararlanabilmesi için mobil ekiplerin oluşturulması önem arz etmektedir. Bu uygulamalar hem tedavi edici hizmetleri yaygınlaştıracak hem de çocuklarda sağlık kurumlarına karşı duyulan korkunun azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Gelecekte yapılacak çalışmaların, afet sonrası çocukların sağlık hizmetlerine adaptasyonunu ölçen ölçeklerle desteklenmesi, bu tür rehber niteliğindeki yaklaşımların bilimsel temellere daha güçlü şekilde dayandırılmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, afet sonrası çocuklara sunulan ağız diş sağlığı hizmetlerinde, fiziksel iyileşmenin ötesinde psikososyal iyileşmeye de katkı sunacak bir yaklaşım benimsenmelidir. Çocuk diş hekimleri bu sürecin hem sağlık hizmeti sağlayıcısı hem de iyileştirici birer aktörü olarak önemli bir rol üstlenmektedir.

Kaynakça

AFAD (2023). 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri Genel Durum Raporu. https://www.afad.gov.tr (Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2025).

American Academy of Pediatric Dentistry. (2020). Behavior guidance for the pediatric dental patient. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2024). *Behavior guidance for the pediatric dental patient*. In AAPD Reference Manual 2024 (pp. 358–378). https://www.aapd.org/media/policies_guidelines/bp_behavguide.pdf

Cianetti, S., Lombardo, G., Lupatelli, E., Pagano, S., Abraha, I., Montedori, A., & De Giorgio, S. (2017). Dental fear/anxiety among children and adolescents: A systematic review. European Journal of Paediatric Dentistry, 18(2), 121–130.

Demir, M. (2022). Çocuk Diş Hekimliğinde Davranış Yönetimi. HRU International Journal of Dentistry and Oral Research, 1(3), 71-77.

Kar, N. (2009). Psychological impact of disasters on children: review of assessment and interventions. *World Journal of Pediatrics*, 5(1), 5–11.

Klingberg, G., & Broberg, A. G. (2007). Dental fear/anxiety and dental behaviour management problems in children and adolescents: a review of prevalence and concomitant psychological factors. International journal of paediatric dentistry, 17(6), 391-406.

Morgan, A. (2021). Understanding Dental Fear and Anxiety in Children (Doctoral dissertation, University of Sheffield).

Norris, F. H., Friedman, M. J., Watson, P. J., Byrne, C. M., Diaz, E., Kaniasty, K. (2002). 60,000 disaster victims speak: Part I. An empirical review of the empirical literature, 1981—2001. Psychiatry, 65(3), 207-239.

Pfefferbaum, B., Jacobs, A. K., Griffin, N., & Houston, J. B. (2015). Children's disaster reactions: the influence of exposure and personal characteristics. Current psychiatry reports, 17, 1-6.

Pfefferbaum, B., Noffsinger, M. A., Wind, L. H., & Allen, J. R. (2014). Children's coping in the context of disasters and terrorism. Journal of loss and trauma, 19(1), 78-97.

Pfefferbaum B, North CS. (2008) Chıldren And Famılıes In The Context Of Dısasters: Implıcatıons For Preparedness And Response. Fam Psychol. 1;24(2):6-10. doi: 10.1901/jaba.2008.24-6.

UNICEF. (2023). Türkiye: Deprem Durumu Raporu – Sayı 2. United Nations Children's https://www.unicef.org/turkiye/raporlar/turkiye-deprem-durumu-raporu-sayi-2

CHAPTER 9

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜR UYGULAMASI

Sinem BİRANT[1]
Belen ŞİRİNOĞLU ÇAPAN[2]

Giriş

Altı yaşından küçük çocuklarda birden fazla çürük lezyonu, çürüğe bağlı diş kaybı veya herhangi bir süt dişinde dolgulu diş yüzeyinin varlığı olarak tanımlanan erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ) önemli bir halk sağlığı sorunudur (AAPD, 2020). 2017 yılında yapılan Küresel Hastalık Yükü çalışmasına göre, süt dişlerindeki tedavi edilmemiş çürük enfeksiyonu, küresel olarak en yaygın onuncu durumdur ve dünya çapında 532 milyon çocuk çürük enfeksiyonundan etkilenmiştir (AAPD, 2020; Quritum & ark., 2024). EÇÇ sadece ağız ve diş sağlığını etkilemekle kalmaz, aynı zamanda bu hastalığın sonuçları etkilenen çocukların büyümesi, beslenmesi, refahı ve yaşam kalitesi üzerine de olumsuz etkilere sahiptir (El Tantawi & ark., 2018).

[1] Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0002-3990-7270, sinembirant@iuc.edu.tr
[2] Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0003-1829-0379, belen.capan@iuc.edu.tr

EÇÇ'den etkilenen çocuklarda hem yaş hem de ağrı gibi etkenler sonucu kooperasyon problemleri olması ve çürük dişlerin genellikle ileri restorasyonlar gerektirmesi nedeniyle geleneksel dental tedavilerin klinik ortamında gerçekleştirilmesi oldukça zordur. Bu nedenle bu hastalar çoğu zaman genel anestezi altında tedavi edilmektedir. Ancak son yıllarda minimal invaziv diş hekimliği (MİD) klinisyenler tarafından giderek daha fazla benimsenmektedir (Torres & ark., 2021). MİD, çürük sürecinin erken önlenmesi ve durdurulmasına odaklanarak bireyselleştirilmiş çürük risk değerlendirmesini uygulayan konservatif bir yaklaşımdır. Bu biyolojik yaklaşım, sağlam diş dokusunun yanı sıra potansiyel olarak remineralize edilebilecek dokuyu da korumayı amaçlamaktadır. Belirli bir ortamdaki karyojenik etkenler kontrol edilebilir ve uygun terapötik ajanlar kullanılırsa çürük süreci durdurulabilir (Giacaman & ark., 2018). Diş çürüğünün önlenmesinde temel olarak uygulanan koruyucu/önleyici yöntemlerden biri florür uygulamaları iken, son yıllarda MİD yaklaşımları arasında gümüş diamin florür (GDF) (Silver diamine floride-SDF) uygulaması, çürüklerin önlenmesi ve yönetimi için daha popüler ve etkili yöntemlerden biri olarak ortaya çıkmıştır (Torres & ark., 2021). GDF; erken çocukluk çağı çürüklerini durdurmak, kök çürüklerini yönetmek, pit ve fissür çürüklerini önlemek, sekonder çürükleri engellemek, hipomineralize dişlerin remineralizasyonunu sağlamak, enfekte kök kanallarını tedavi etmek ve aşırı hassas dişleri duyarsızlaştırmak için kullanılabilmektedir (Zheng & ark., 2022).

GDF'nin karyojenik bakteriler üzerinde kanıtlanmış güçlü bir antibakteriyel etkisi vardır ve yapılan sistematik derlemeler GDF uygulamasının süt dentisyonda çürüğün durdurulması amacıyla kullanılabilecek etkili ve güvenilir bir yöntem olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, GDF'nin en sık gözlenen dezavantajı çürük dentin ve mine dokusunu siyaha boyamasıdır (Seifo & ark., 2019). Bu

bölümde GDF nin etki mekanizması, kullanım alanları, yan etkileri ve klinik uygulama yöntemleri güncel literatür ışığında ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Gümüş Diamin Florürün Tarihçesi ve Kullanıldığı Ülkeler

Gümüşün diş hekimliğinde çürükleri durdurmak amacıyla kullanımı 1840'ların başlarında gümüş nitratın kullanımı ile rapor edilmeye başlanmıştır. 20. yüzyılın sonu ve 21. yüzyılın başlarında yapılan *in vivo* (McDonald & Sheiham, 1994; Greenwall-Cohen & ark., 2020) ve *in vitro* çalışmalar (Oppermann & Rölla, 1980; Ostela & Tenovuo, 1990) gümüş florür bileşiklerinin çürük lezyonlarını durdurmadaki etkinliğini belgelemiştir. Bu durum gümüş florür bileşiklerinin Meksika, Avustralya ve Japonya'da ticari olarak kullanılmasına yol açmıştır. Bu kullanımı takiben amonyum GDF içeriğine dahil edilerek bileşiğin etkinliğinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. %38'lik GDF ilk kez Japonya'da 1960'ların sonlarında Dr. Yamaga ve Dr. Nishino tarafından çürüğü durdurucu etkisi ile tanıtılmıştır (Minervini & ark., 2023). 1972 yılında ise GDF ile ilgili ilk klinik uygulamaların sonuçları rapor edilmiştir (Yamaga & ark., 1972). Günümüzde Japonya'da dental piyasada Saforide (Bee Brand Medico Dental Co, Ltd) markası ile %38'lik GDF solüsyonu ve Saforide RC ismi ile de %3,8'lik GDF solüsyonu olmak üzere pazarlanmaktadır (Zheng & ark., 2022).

Avustralya'da, ise çürükleri tedavi etmek için %40 konsantrasyonda nötr gümüş florür solüsyonu kullanmıştır. Gümüş florür solüsyonunun 1980'lerde süt dişlerindeki çürükleri yavaşlatabileceği bildirilmiştir. 2000'li yıllarda Dr. Geoffrey Knight çürük diş dokularında gümüş florür bileşiğinin neden olduğu siyah renkleşmeyi gidermek için potasyum iyodür kullanımını öne sürmüştür (Knight & ark., 2005). Daha sonra bir üretici potasyum iyodürlü GDF'yi (Riva Star) geliştirmiştir. Riva Star marka adı ile üretilen GDF, Avustralya'da diş hekimleri tarafından hem diş

hassasiyetini gidermek amacıyla hem de diş çürüklerini tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır (Zheng & ark., 2022).

Amerika'da, GDF üzerine yapılan araştırmaların sonuçları doğrultusunda 2014 yılında, Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (U.S Food and Drug Administration, FDA) 21 yaş üstü yetişkinlerde dentin hassasiyetinin giderilmesi amacıyla GDF kullanımını onaylamıştır. GDF'nin %38'lik konsantrasyondaki solüsyon formu, 2015 yılından beri Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilmektedir. Ticari olarak Advantage Arrest marka adı ile hassasiyet giderici ajan olarak pazarlanmaktadır ve birçok diş hekimi GDF'yi çürük tedavisi için de kullanmaktadır. 2016 yılında Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi, GDF'yi diş çürüklerini durdurmak amacıyla resmi olarak kullanılabilecek bir ilaç olarak onaylamıştır (Kyoon-Achan & ark., 2020; Zheng & ark., 2022). Amerikan Pediatrik Diş Hekimleri Birliği (The American Academy of Pediatric Dentistry, AAPD) ise 2017 yılında "Özel Bakım Hizmetlerine İhtiyacı Olanlar da Dahil Olmak Üzere Çocuk ve Ergenlerde Diş Çürüğü Yönetimi için Gümüş Diamin Florür Kullanımı" kılavuzunu yayınlamıştır (Crystal & ark., 2017). Son olarak 2020 yılında Amerikan Diş Hekimleri Birliği, çürük yönetimi için SDF kullanımını desteklemiştir (ADA, 2021).

Tayland'da Tayland Diş Hekimleri Birliği, GDF de dahil olmak üzere florür kullanımı için bir kılavuz yayınlamıştır. 2018 yılında Tayland Gıda ve İlaç İdaresi, dentin aşırı duyarlılığının tedavisi için %38'lik SDF (Topamine) içeren ticari bir ürünü onaylamıştır. Tayland Halk Sağlığı Bakanlığı daha sonra SDF'yi süt dişlerindeki koronal çürüklerin ve sürekli dişlerdeki kök çürüklerinin tedavisinde kullanım için onaylamıştır (Zheng & ark., 2022).

Günümüzde GDF'nin %12, %30, %38 gibi farklı konsantrasyonları Arjantin, Brezilya, Avustralya, Hindistan, Tayland, Finlandiya, Japonya, Güney Afrika, İsviçre, İngiltere ve Amerika gibi dünyanın birçok ülkesinde aktif olarak tedavi amacıyla kullanılsa da, halen kullanımı için kılavuzların oluşturulmadığı ve ticari olarak piyasada bulunmadığı ülkeler bulunmaktadır (Gao & ark., 2021; Zheng & ark., 2022) (Tablo 1). Genel olarak çürük tedavisi ve dentin hassasiyetini azaltmak amacıyla GDF'nin %38'lik konsantrasyondaki solüsyonu kullanılmaktadır. Çalışmalar, GDF'nin düşük konsantrasyonda (%10-12) çürüğü durdurma etkisinin yüksek konsantrasyona (%38) oranla önemli ölçüde daha az olduğunu göstermiştir (Fung & ark., 2009). Kök kanal tedavisi için dezenfeksiyon ajanı olarak kullanımı amacıyla da %3,8 konsantrasyonunda GDF solüsyonu (Saforide RC, Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd., Osaka, Japonya) geliştirmiştir.

Tablo 1. Diş hekimliğinde kullanılan ticari SDF solüsyonlarının konsantrasyonları

Ürünün ticari adı	**Üretici firma**	**SDF konsantrasyonu**	**Ülke**
Advantage Arrest	Elevate Oral Care	%38	Amerika
Bioride	DENTSPLY Industrial & Commercial Ltd.	%38	Brezilya
e-SDF	Kids-e-Dental	%38	Hindistan
Dengen Caries Arrest	Dengen Dental	%38	Hindistan
Fagamin	Tedequim SRL	%38	Arjantin
Fluoroplat	NAF Laboratory	%38	Arjantin
Riva Star	SDI Dental Ltd.	%38	Avustralya
Saforide	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.	%38	Japonya
Topamine	Dentalife Australia Pty. Ltd.	%38	Tayland
Ancárie	Maquira, Maringá	%30	Brezilya
Cariestop	Biodinamica	%30	Brezilya
Ancárie	Maquira, Maringá	%12	Brezilya
Cariestop	Biodinamica	%12	Brezilya
Cariestatic	Inodon Dentistry	%10	Brezilya
Saforide RC	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.	%3,8	Japonya

Gümüş Diamin Florür İçeriği

GDF, gümüş, florür ve amonyum iyonlarının renksiz, kokusuz, pH değeri 9-12 arasında olan alkali bir çözeltisidir ve bileşen oranları Tablo 2 de verilmiştir (Surendranath & ark., 2022). GDF, florür iyonunun çürük önleyici etkisi ile gümüş iyonunun antibakteriyel etkilerinin birleştirilmesi ile geliştirilmiştir. Formülü Ag(NH3)2F şeklindedir ve bir gümüş iyonuna bağlanan iki amonyak molekülünden oluşur. Bu çözeltide amonyak stabilize edici bir ajan görevindedir. Amonyak iyonları gümüş iyonlarıyla birleşerek diamin-gümüş iyonu adı verilen kompleks bir iyon oluşturur ve bu kompleks gümüş florürden daha kararlı bir yapıya sahiptir. GDF sadece gümüş, amonyum ve florür iyonlarının basit bir tuzu değil, daha ziyade karışık bir ağır metal halojenür koordinasyon kompleksidir (Chu & Lo, 2008; Mükellef & ark., 2024) (Tablo 2). Çoğu gümüş bileşiği gibi GDF de güneş ışınları altında kararsızdır ve gümüşe ayrışır. Bu nedenle, GDF ışık geçirmez bir şişede saklanmalıdır. Klinik uygulamada şişeden dağıtıldıktan sonra mümkün olan en kısa sürede kullanılmalıdır.

Tablo 2. Gümüş diamin florür bileşenleri

Gümüş	%24–27
Amonyum	%7.5–11
Florür	%5–6 (yaklaşık 44,800 ppm)
Mavi boya	<%1
Deiyonize su	<%62.5

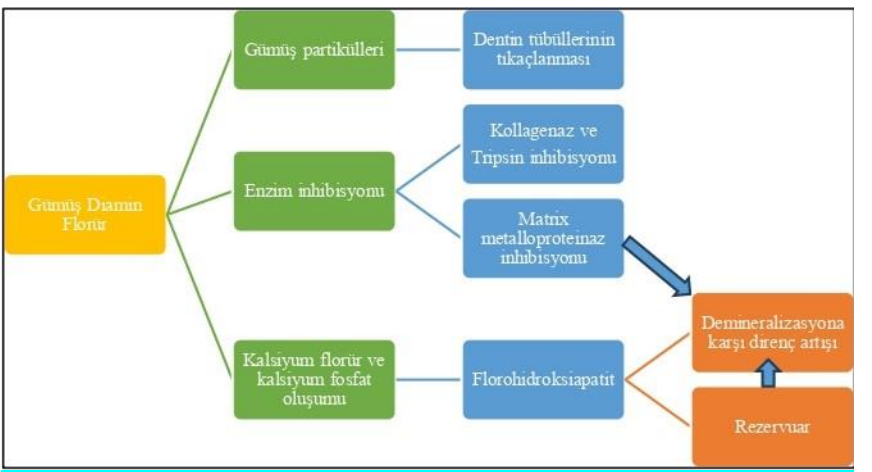
GDF'nin fiziksel görüntüsü suya benzemekle birlikte sadece Advantage Arrest (Elevate Oral Care, Florida) isimli ürün mavi

renktedir. Üreticiler GDF'yi kendi formülasyonlarına göre farklı konsantrasyonlarda üretseler de araştırmacılar çoğunlukla %38'lik SDF solüsyonunun 253.870 ppm gümüş ve 44.800 ppm florür iyonu içerdiğini göstermiştir (Patel & ark., 2021). GDF çürük diş dokusuna uygulandığında, dentin tübüllerinin tıkanması sonucu dişin desensitizasyonu ve çürük lezyonunun durdurulması, bakteriyel ölüm, demineralize dişin remineralizasyonu ve dentin kolajen degradasyonunun inhibisyonunu teşvik eden bir dizi kimyasal reaksiyon gerçekleşir. Bu kimyasal reaksiyonların dezavantajı, çürük lezyonlarının (mine ve dentin) kalıcı olarak siyaha boyanmalarıdır, ancak sağlıklı minede renkleşme görülmez (Horst & ark., 2016; Seifo & ark., 2020).

GDF Etki Mekanizması

Gümüş bir amonyak çözeltisi içinde florür ile birleştiğinde, gümüş ve florür iyonları açığa çıkar. GDF'nin bakteriler ve dişler üzerine direkt etkisi vardır. Bu etkisini beş olası mekanizma ile göstermektedir (Shah & ark., 2014; Surendranath & ark., 2022) (Şekil 1).

Şekil 1. *Gümüş Diamin Florürün Etki Mekanizması*



1. Dentin Tübüllerinin Tıkaçlanması: Çürük, dentin tübüllerinin tıkaçlanması ile önlenebilir çünkü çürük lezyonunun ilerlemesi esas olarak tübüller yoluyla gerçekleşmektedir. Gümüş ve gümüş bileşikleri dentin tübüllerini tıkayarak dentin hassasiyetini azaltırken, mikrobiyal invazyonu ve asit difüzyonunu önler. Dentindeki mikroorganizmalar gümüşün oligomerik etkisi ile canlılığını yitirir. Bu özelliği ile dentin tübüllerinde *S. mutans* sayısının azaltılmasında etkilidir (Hamana & ark., 2015; Abdellatif & ark., 2021).

2. GDF'nin Reaksiyon Ürünleri ve Demineralizasyonun önlenmesi: GDF'nin dişler üzerine etkisi dentin çürüklerinin remineralizasyonunu sağlaması ile görülülür. Florür iyonları dentinin demineralizasyona karşı direncini arttırır ve dentinin daha derin katmanlarına asit penetrasyonunun azalmasını sağlar. GDF'deki florür iyonu dentinde 50-200 mikron derinliğe kadar nüfuz edebilmektedir. GDF ve hidroksiapatit kristalleri arasındaki kimyasal reaksiyon, pH'ın yükselmesi ve florür rezervuarlarının oluşmasına yardımcı olan gümüş fosfat ve kalsiyum florür oluşumu ile sonuçlanır. Kalsiyum fosfat florapatit için bir rezervuar görevi görür. Böylece çözünmeye karşı daha dirençli olan florapatit oluşumu kolaylaşır (Mei & ark., 2013a; Zhao & ark., 2018).

3. Florhidroksiapatit Oluşumu ve Reminerazlizasyonun sağlanması: GDF tükürükteki kalsiyum ve fosfatlarla reaksiyona girerek florhidroksiapatit oluşturur. GDF'nin alkalin özelliği bu reaksiyonun oluşmasına yardımcı olur (Mei & ark., 2017). Florhidroksiapatit oluşumu dişin asit direncini, mineral yoğunluğunu ve sertliğini arttırır (Mei & ark.,2018).

4. Antibakteriyal etkisi: GDF'nin antibakteriyel etkisinde, içeriğinde bulunan florür ve gümüş iyonları etkilidir. Hem gümüş hem de florür iyonları karyojenik biyofilm oluşumunu engelleme yeteneğine sahiptir. Yüksek konsantrasyonlu florürler, bakteriyel hücresel bileşenlere bağlanır ve bakteriyel enzimleri etkileyerek

biyofilm oluşumunu engeller. Gümüş iyonlarının antibakteriyel etkisi ise üç yönlüdür: bakteri hücre duvarı yapılarına nüfuz ederek onları tahrip eder, enzimatik aktiviteyi engelleyerek metabolik süreçleri etkiler ve bakteri DNA'sının replikasyonunu engeller (Peng & ark., 2012; Schwendicke & ark., 2013). Bu bakterisidal özellikler dental plak biyofilminin bozulmasına neden olur ve biyofilmin oluşumunu engeller. GDF uygulanan dentin, kollajenaz ve tripsin enzimlerine karşı daha dirençli hale gelir. Knight ve ark. tarafından yapılan bir in vitro çalışma, çürük lezyonunun başlaması ve ilerlemesiyle ilişkili en önemli patojenlerden biri olan *Streptococcus mutans* miktarının GDF ile tedavi edilen dentin yüzeylerinde, GDF ile tedavi edilmeyenlere kıyasla önemli ölçüde azaldığını göstermiştir (Knight & ark., 2005).

GDF en sık kullanılan çözeltisi %38'lik konsantrasyonudur. %24 ila %27 gümüş içeren gümüş diamin florür, *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus acidophilus* üzerindeki antimikrobiyal etkisi nedeniyle kullanılmaktadır (Yamaga & ark., 1972). Buna ek olarak gümüş etkisi ile ölen bakteriler, gümüşle enfekte oldukları için öldürücü metalik katyonların salınımı için bir rezervuar görevi görürüler. Canlı bakteriler, bu ölü bakterilerle temas ettiğinde ölürler. Bu etkiye "zombi etkisi" adı verilmektedir. GDF 'zombi etkisi' yoluyla hem biyofilmin bozulmasında hem de tüm ağzın çürükten korumasında ayrıca önemli bir role sahiptir (Wakshlak & ark., 2015).

5. Matriks Metalloproteinazların İnhibisyonu: GDF'nin yüksek gümüş konsantrasyonu sayesinde matriks metalloproteinazlar (MMP'ler) ve katepsinler üzerinde inhibitör etkisi olduğu gösterilmiştir. MMP'ler ve katepsinler dentin kolajen matrixinin parçalanmasına ve çürük sürecinin ilerlemesine katkıda bulunan proteolitik enzimlerdir. GDF inhibitör etkisi ile kolajen matriksin parçalanmasını engeller. Kolajen ağı yeni remineralizasyon odakları için bir iskelet oluşturduğundan bu etkisi çok önemlidir (Thanatvarakorn & ark., 2016; Mei & ark., 2018).

2012 yılında yapılan bir çalışmada %38 konsantrasyondaki GDF; MMP-2, MMP-8 ve MMP-9 üzerinde inhibitör etki göstermiş ve dentinde çürük sürecinin durdurulmasına yardımcı olmuştur (Mei & ark., 2012). MMP'ler ve katepsinler aynı zamanda dentin-adeziv arayüzdeki kolajen matrisinin hidrolitik bozunmasından da sorumludur. Bu nedenle, GDF'nin bu etkisi, adeziv restorasyonların ömrünü uzatmak için kullanılmasında önemli rol oynayabileceğini düşündürmektedir (Greenwall-Cohen & ark., 2020).

Endikasyonları

GDF diş hekimliği klinik pratiğinde aşırı hassas dişlerin duyarsızlaştırılması, diş çürüklerinin önlenmesi ve durdurulması, hipomineralize azı dişlerinin remineralize edilmesi, kök kanallarının dezenfekte edilmesi, diş erozyonunun önlemesi ve hafif derecedeki diş eti iltihabının tedavi edilmesi amacıyla kullanılabilmektedir. GDF kullanımının endikasyonuları şunlardır (Zhen & ark., 2022; Surendranath & ark., 2022):

- Çürüğün önlenmesi ve durdurulması
    - Küçük çocuklarda görülen yüksek çürük riski ve EÇÇ
    - Tıbbi açıdan risk taşıyan çocuklarda diş çürükleri
    - Non-koopere çocuklarda çürük yönetimi
    - Kök çürüklerinin durdurulması
    - Pit ve fissür çürüklerinin durdurulması
    - Tekrarlayan çürüklerin durdurulması
- Dentin hassasiyetinin giderilmesi ve dişlerin duyarsızlaştırılması
    - Hipomineralize azı dişlerinin remineralizasyonu
    - MMP ve katepsin inhibisyonu
    - Enfekte kök kanallarının irrigasyonu
    - Diş erozyonunun önlenmesi
    - Hafif diş eti iltihabının tedavisi

Çürüğün önlenmesi ve durdurulması

GDF için en yaygın uygulama, çürük önleyici ve çürük durdurucu bir ajan olarak kullanılmasıdır. Çürükleri önlemek ve durdurmak için kullanılan GDF uygulaması gibi restoratif olmayan, minimal invaziv yöntemler, özel ekipman gerektirmemesi ve çürük temizlenmeden de uygulanabilmesi gibi özellikleri nedeniyle, dental ekipmanların kısıtlı olduğu topluluklarda ve klinik ortamın dışında diş çürüklerinin yönetimi için ulaşılabilir seçenekler sunmaktadır (Rosenblatt & ark., 2009; Gao & ark., 2016; Chibinski & ark., 2017). Çocuk diş hekimliği alanında ise özellikle erken çocukluk çağı çürüklerini durdurmak amacıyla kullanılmaktadır (Zheng & ark., 2022).

GDF, sodyum florürün diş yapısını remineralize etme özelliğini, gümüş nitratın antimikrobiyal özellikleriyle birleştirmesi ile mükemmel kariyostatik etkinliğe sahiptir. Rosenblatt ve ark. tarafından yapılan araştırmada, GDF'nin köpük, jel ve vernik formunda yaygın olarak kullanılan sodyum florür, kalay florür veya asitlendirilmiş fosfat florürden iki ile üç kat daha fazla florür saldığı gösterilmiş ve GDF uygulamasının çürük önlemede kullanılabilecek güvenilir bir yöntem olabileceği bildirilmiştir (Rosenblatt & ark., 2009).

2002 yılında Chu ve ark. 3-5 yaş grubundaki çocuklarda %38 SDF (48.000 ppm F) uygulaması ile %5 sodyum florür (NaF) verniğinin (22.600 pp F) kullanımını karşılaştırmak amacıyla her iki ürünü çürük süt ön dişleri olan Çinli okul çocuklarına üç ayda bir uygulanmışlardır. Çalışma, GDF'nin süt dişlerinde çürüğü durdurma ve önleme oranlarının florür verniğe oranla daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada ayrıca GDF uygulamasından önce çürüğün uzaklaştırılmasının önemli bir faydası bulunmamıştır (Chu & ark., 2002). Duangthip ve ark. haftalık aralıklarla üç kez uygulanan %30 GDF'nin etkisini incelemiş ve bunu üç kez %5 NaF vernik uygulaması ve tek bir kez %30 GDF uygulaması ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak bahsedilen bu çalışmada, GDF'nin

çürüğü durdurma etkisinin NaF'a göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunurken, üç kez GDF uygulaması ile tek GDF uygulaması arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Duangthip & ark., 2016). Son yıllarda yapılan bir meta-analizde ise %38'lik konsantrasyondaki GDF'nin, %12 lik konsantrasyona oranla çürüğü durdurmada daha etkili olduğu bildirilmiştir (Jabin & ark., 2020).

Dentin hassasiyetinin tedavisi

Dentin hassasiyeti, soğuk ve dokunma gibi uyaranlara yanıt olarak açıkta kalan dentin yüzeylerinden kaynaklanır. Dentin hassasiyeti şiddetli, kalıcı ağrı ve rahatsızlığa neden olabilir (Chu & ark.i 2011). Dentin hassasiyetinin giderilmesi için kullanılabilecek materyallerden biri de gümüş diamin florürdür. Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi 2014 yılında GDF'nin dentin hassasiyetinin azaltılmasında kullanımına izin vermiştir (U.S. Food & Drug Administration, 2014). GDF dentin yüzeyine uygulandığında, suda çözünen gümüş ve florür iyonları açığa çıkan dentin üzerinde skuamöz bir tabaka oluşturarak dentin tübüllerini kısmen tıkar ve böylece dentin tübüllerindeki sıvı hareketini azaltır (Horst & ark, 2016). *In vitro* çalışmalar, GDF uygulamasından sonra dentin tübüllerinin tıkandığına dair kanıtlar sunmaktadır (Peng & ark., 2021). Klinik çalışmalar ise, GDF'nin topikal uygulamasının şiddetli hassasiyeti olan daimi dişlerde bir hafta içinde ağrıyı hafiflettiğini göstermiştir (Zheng & ark., 2022). GDF'nin dentinal tübülleri tıkama özelliği hassasiyeti azalttığından büyük azı-keser hipomineralizasyounu olan (MIH) kalıcı azı dişlerinde kullanılabileceği önerilmektedir. Alternatif hassasiyet azaltıcı ajanlarla karşılaştırıldığında GDF'nin hassasiyet giderici ajan olarak kullanımıyla ilgili sorunlardan biri renk değişimine neden olmasıdır. Ancak, açığa çıkan dentin yüzeyinde mevcut çürük olmadığı sürece herhangi bir renklenme meydana gelmediği bildirilmiştir (Castillo & ark., 2011).

Hipomineralize azı dişlerinin remineralizasyonu

Hipomineralize dişlere sahip çocuklar, hızlı mine kaybı sonucu dentinin açığa çıkması nedeniyle genellikle şiddetli aşırı duyarlılıktan muzdariptir. Ayrıca hipomineralize dişlerdeki defektli mine nedeniyle yüksek çürük riskine sahiptirler. GDF, hipomineralize dişlerin yönetimi için basit, ağrısız ve minimal invaziv bir tedavi seçeneği olarak görülmektedir. GDF uygulaması hipomineralize bir dişi etkili bir şekilde duyarsızlaştırır ve çürük lezyonlarını hızla durdurur. Yapılan klinik bir çalışma, iki yılda bir GDF uygulamasının çürük gelişimini önlediğini ve hipomineralize azı dişlerinde dentin aşırı duyarlılığını azalttığını ortaya koymuştur (Da Costa-Silva & ark., 2011).

MMP ve sistein katepsin inhibitörleri

Mei ve ark. GDF, gümüş nitrat (AgNO3) ve NaF varlığında MMP'ler tarafından kolajenin *in vitro* bozunmasını inceledikleri çalışmalarında, GDF'nin MMP'ler üzerinde, diğer çözeltilere oranla daha fazla inhibisyona neden olduğunu rapor etmişlerdir (Mei & ark., 2012). Literatürde GDF'nin katepsin B ve K aktivistesini inhibe ettiğini ve kollajen degredasyonunu azalttığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Greenwall-Cohen & ark., 2020). Ancak bu etkisinin kesin olarak kanıtlanabilmesi için daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.

Endodontik tedavide irrigasyon ve randevular arası medikasyon

Kronik periapikal periodontitis, endodontik tedavinin başarısız olmasına neden olan yaygın bir endodontik enfeksiyondur. Hirashi ve ark. %3,8 GDF solüsyonunun (orijinal %38 SDF'nin 1:10 oranında seyreltilmesi) kök kanalının dezenfeksiyonu için etkinliğini incelemişler ve Enterococcus faecalis'in hem GDF hem de NaOCl (kontrol) uygulaması sonrası tamamen öldüğünü göstermişlerdir (Hiraishi & ark.,2010). GDF kök kanallarını

dezenfekte etmiş ve yeniden enfeksiyon oluşmasını önlemiştir. Yine bu çalışmada GDF'nin randevular arası medikament olarak 72 saatlik uygulamasından sonra radiküler dentin yüzeylerinin %66,5'inde gümüş birikintileri gözlenmiştir. Dentin tübüllerinde gümüş birikintilerinin varlığı, GDF'nin dentin tübüllerinde oluşan biyofilmlere nüfuz etmesinin ve bunları azaltmasının/ortadan kaldırmasının mümkün olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bu durum GDF'nin hem irrigasyon ajanı hem de randevular arası medikament olarak etkili olabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde literatürde %3,8 lik GDF nin irrigasyon ajanı olarak kullanıldığı diğer çalışmalar da, GDF'nin *E. faecalis* biyofilmlerinin uzaklaştırılmasında etkili olduğunu göstermiştir (Wang & ark., 2012).

GDF kök kanalına uygulandığında, gümüş tuzları dentin tübüllerine çökerek oblitere etmekte ve bakterilerin dezenfekte edilmiş dentin tübüllerini yeniden enfekte etmesini önlemektedir. Araştırmacılar gümüş tuzlarının, gümüş iyonlarının zaman içinde kademeli olarak salınmasına izin veren potansiyel bir substantivite aracı sağlayabileceğini öne sürmüştür. Ayrıca, araştırmacılar GDF'nin geçirgenliği azalttığını, yüzey sertliğini artırdığını ve kök kanalının kırılma direncini güçlendirdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte, laboratuvar çalışmalarının sonuçlarını doğrulayan klinik çalışmalar yetersizdir ve GDF'nin irrigasyon ajanı olarak kullanımının önerilebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Zheng & ark., 2022).

Diş erozyonunun yönetilmesi

Dental erozyon, diş yapısının asitle çözünmesi olarak tanımlanırken bu süreç bakterilerin varlığını içermemektedir (da Cunda & ark., 2021). Açık dentin tübülleri ile diş dokusun kaybı genellikle dentin aşırı duyarlılığını başlatır ve bu da şiddetli ağrı ve rahatsızlıkla sonuçlanır. GDF, remineralize edici özelliklere sahip etkili bir anti-eroziv ajandır. Diş mineralleri ile reaksiyona girerek

diş yüzeylerinde metalik gümüş ve gümüş klorür oluşturur (Mei & ark., 2013b; Mei & ark., 2014).

Hafif diş eti iltihabının tedavisi

GDF'nin şiddetli periodontitise neden olan periodontal patojenlere karşı önemli antibakteriyel özellikler gösterdiğini bildiren *in vitro* çalışmalar bulunmaktadır (Rams & ark., 2020). GDF'nin subgingival biyofilmlerdeki periodontal patojenleri baskılaması nedeniyle, periodontal enfeksiyonların tedavisinde potansiyel yeni bir terapötik ajan olabileceği öne sürülmektedir. Yakın zamanda yapılan bir klinik çalışma, GDF'nin hiperplastik diş eti iltihabını tedavi etmek için kullanılabileceğini göstermiştir (Lim & Yang, 2022). Başka bir klinik çalışma ise, GDF'nin diş eti iltihabı olan yaşlı yetişkinlerin diş eti sağlığını hiçbir yan etki olmaksızın iyileştirdiğini ortaya koymuştur (Zheng & ark., 2022).

Kontrendikasyonları

GDF her ne kadar güvenilir ve minimal invaziv olarak uygulanan bir ajan olsa da kullanımının kontrendike olduğu durumlar vardır. GDF kullanımının kontraendikasyonları şunlardır:

- Gümüş alerjisi
- Belirgin deskuamatif gingivitis veya mukozit
- Hamilelik
- Emzirme
- Çürüğe bağlı spontan ve şiddetli ağrı
- Periapikal patolojinin belirti, radyografik bulgu veya semptomları
- Klinik ve radyolojik bulgulara göre pulpaya yakın derin çürük lezyonu
- GDF kullanımı için ebeveynden onam alınmaması ve renkleşmeye ilişkin endişelerin varlığı

Hastalarda gümüş alerjisi bulunması GDF için tam bir kontrendikasyondur. Renk değişikliğinin engellenmesi amacıyla klinik uygulama sırasında potasyum iyodür (KI) kullanılması, gelişmekte olan tiroidin iyodür ile aşırı yüklenmesi riskine neden olabileceğinden hamile kadınlarda ve emzirmenin ilk altı ayında uygulanması kontrendikedir. GDF'nin pulpa üzerine direk uygulanmasının pulpa nekrozuna neden olabilecği bildirilmiştir (Greenwall-Cohen & ark.,2022).

Avantajları

Erişilebilirliği, uygulama kolaylığı, ağrısız olması, lokal anesteziye gerek duyulmadan uygulanabilmesi, hızı ve pahalı olmaması nedeniyle GDF; erken çocukluk çağı çürükleri, ek ihtiyaçları olan pediyatrik hastalar, sosyoekonomik yönden zayıf hastalar ve geleneksel tedaviyi engelleyen davranışsal veya tıbbi sorunları olan hastalar söz konusu olduğunda geleneksel restoratif tedavilere kıyasla önemli bir avantaj teşkil etmektedir (BaniHani & ark., 2022). GDF ayrıca 2020'nin başlarından bu yana, COVID-19 pandemisi ile birlikte, aerosol oluşturmaması ve çapraz enfeksiyon riski düşük olduğu için aerosol üreten prosedürlere bir alternatif olarak ön plana çıkmaktadır (Reddy & ark., 2022).

Bir diğer önemli avantajı ise, küçük hacimlerde (25 µL) GDF'nin beş dişe kadar tedavi için kullanılabildiği maliyet etkinliğidir. Böylece diş hekimleri, düzenli diş bakımını karşılayamayan veya bunlara erişemeyen kişilere kolaylıkla diş tedavisi sunabilmektedir (Roberts & ark., 2020; Aly & Yousry, 2022). 2021 yılında Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), GDF'yi yetişkinler ve çocuklar için sağlık sistemindeki en önemli ihtiyaçları karşılamak için etkili, güvenli ve uygun maliyetli ilaçlardan biri olarak listeye dahil etmiştir (WHO, 2021). GDF'nin tüm bu avantajları ve özel ekipman gerektirmemesi nedeniyle çürüklerin önlenmesi ve durdurulmasına yönelik dişhekimliği sosyal yardım hizmetlerinde

kullanımı tercih edilmektedir. Küçük çocukların yanı sıra, GDF tedavisi, fiziksel kısıtlamaların geleneksel diş tedavisine izin vermediği yaşlı yetişkinlerde ve özel ihtiyaçları olan bireylerde diş çürüklerini yönetimi için umut verici bir stratejidir.

Dezavantajları

GDF uzun bir süredir çeşitli ülkelerde kullanılmaktadır. Şimdiye kadar bu materyal ile ilgili bildirilmiş advers olay veya komplikasyon bulunmamaktadır (Chu & Lo, 2008). Ancak bazı lokalize yan etkiler görülebilmektedir.

Renkleşme

GDF'nin en sık bildirilen yan etkilerinden biri çürük mine ve dentinde siyah/koyu kahve renk değişikliğine sebep olmasıdır (Duangthip & ark., 2016). Bu renk değişikliğinin diş çürüklerinin GDF ile teması sonrası oluşan gümüş fosfattan (Ag_3PO_4) kaynaklandığı düşünülmektedir. Gümüş fosfat güneş ışığı altında veya indirgeyici ajanların etkisi altında kolayca siyaha dönmektedir.

Renk değişikliği, özellikle de GDF anterior dişlere uygulandığında, dişin estetik görünümünü etkilediğinden, birçok ebeveynin tedaviyi reddetmesine ve diş hekiminin bunu bir tedavi seçeneği olarak önerme konusunda tereddüt etmesine neden olabilmektedir (Aly & Yousry, 2022). Renk değişikliği sorununun üstesinden gelmek için, GDF kullanımından sonra potasyum iyodür (KI) tuzu uygulanması önerilmektedir. KI tuzu, kalan serbest gümüş iyonlarıyla reaksiyona girerek kremsi beyaz renkli gümüş iyodür (AgI) oluşumunu sağlar ve bunun sonucunda GDF'teki serbest gümüş (Ag) miktarını azaltarak renk değişimini önler (Knight & ark., 2006a). Riva Star (SDI, Australia), GDF ve KI'nın beraber kullanıldığı ticari olarak piyasada bulunan tek üründür. Ancak KI uygulaması da GDF etkinliğini azaltabilmektedir. Turton ve ark. yaptıkları çalışmada GDF ve GDF+KI kullanımının çürük durdurma

üzerindeki etkisini incelemişler ve KI uygulanan grupta çürük durdurma oranının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (Turton & ark., 2020). Bu sonucun nedeninin, KI çözeltisinin uygulanması sonrası gümüş iyonlarının miktarının azalması olabileceği düşünülmüştür.

GDF sonrası renklenmenin değerlendirildiği çalışmalarda renk değişiminin uygulanan dişin türü ve konumuna göre hastalar/ebeveynlerde endişe kaynağı olduğu bildirilmiştir. Ebeveynlerin süt dişlerinde ve posterior dişlerde renk değişimini kabul etme olasılığı daha yüksektir (Greenwall-Cohen & ark., 2020). Literatürdeki çalışmalar GDF uygulamasının çocukların genel anestezi ihtiyacını büyük oranda azalttığını ve bu nedenle özellikle de çocuklarının genel anestezi altında tedavi edilmesi gereken ebeveynlerin renk değişikliğinden rahatsız olmadığını bildirmiştir (Cernigliaro & ark., 2019; Huebner & ark., 2020; Yawary & Hegde, 2021). Ancak estetiğin kaygı yaratacağı vakalarda, renklenmenin giderilmesi genellikle non-invaziv işlemler ile mümkün değildir. Polisaj yapıldığında özellikle restorasyon kenarlarında renklenme kalır. Renklenmenin metalik doğası nedeniyle, diş beyazlatma uygulamaları renklenmeyi ortadan kaldırmaz. Hastaların işlem öncesinde, özellikle restorasyon kenarlarında renk değişikliği oluşma potansiyeli konusunda uyarılması önemlidir.

Bağlanma kuvveti

Restoratif materyallerin uzun dönem başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri bağlayıcı ara yüzey ve iki materyalin adezyonudur. GDF'nin diş-restorasyon kompleksinde ve dentin tübüllerinin oklüzyonunda yeni bir arayüz oluşturması nedeniyle adeziv materyallere bağlanma gücünü azalttığı ve böylece adeziv ajanların tübüllere penetrasyonunu azalttığı öne sürülmüştür. Ancak literatürde çelişkili bulgular mevcuttur.

Quock ve ark. tarafından yapılan bir *in vitro* çalışmada GDF'nin (%38 ve %12) dentine bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve GDF'nin rezin kompozitin çürük olmayan dentine bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediği bulunmuştur (Quock & ark., 2012). Bir başka çalışmada ise KI ile GDF'nin dentin üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmalar, çökelti yıkandığı ve kurutulduğu sürece KI içeren veya içermeyen GDF'nin cam iyonomer siman (CİS)'a bağlanma dayanımı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirilmiştir (Wang & ark., 2016). Bu araştırmaların aksine Koizumi ve ark. tarafından yapılan çalışmada ise, GDF ve KI'nin bir dizi adeziv sistemin dentine bağlanma gücü üzerindeki etkisi incelenmiş ve her iki materyalin de adeziv sistemlerin dentine bağlanma gücünü önemli ölçüde azaltma potansiyeline sahip olduğu ortaya koyulmuştur (Koizumi & ark., 2016). Benzer şekilde gümüş diamin florürün farklı restoratif materyallerin süt dişi dentinine bağlanma dayanımları üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada, GDF uygulamasının materyallerin bağlanma dayanımını önemli ölçüde azalttığı sonucuna varılmıştır (Abdullah & ark., 2022). Ancak son yıllardaki çalışmalar GDF'nin CİS'e bağlanma kuvveti üzerinde önemli bir fark yaratmadığını; sadece, KI içermeyen GDF ile CİS'e bağlanma kuvvetinin, KI içeren GDF'ye göre daha yüksek olduğunu göstermiştir (Greenwall-Cohen & ark.i 2020).

Sonuç olarak, GDF ve KI kullanılacaksa, yapıştırıcı sistem veya malzeme uygulanmadan önce çökeltinin yıkanması ve hava ile iyice kurutulması oldukça önemlidir. GDF/KI uygulamasından asit-etch kullanılması bağlanma kuvveti daha da artırabilir. Son olarak, adeziv bir rezin siman gerekiyorsa, GDF'den etkilenen dentinin kısmen uzaklaştırılması gibi daha invaziv önlemler gerekebilir.

Dentin-pulpa kompleksi üzerine etkisi

Pulpa kompleksine gümüş iyonu penetrasyonu potansiyeli nedeniyle, pulpaya yakın çürük lezyonlarında GDF kullanılmaması önerilmektedir. Buna karşın GDF'nin 55 çürük süt dişinin pulpası üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada, dişlerde gümüş florüre karşı olumlu bir pulpa yanıtı, reperatif dentin oluşumu ve geniş bir odontoblastik tabaka varlığı izlenmiştir (Gotjamanos, 1996).

Bu nedenle GDF'nin, indirekt pulpa kuafaj materyali olarak derin çürük lezyonlarında kullanılabileceği düşünülmüştür. Dentin çürüğünü durdurma yeteneği, çıkarılması gereken doku miktarını azaltarak iyatrojenik pulpal maruziyet miktarını da azaltabilir. Ancak bu alanda kullanımının önerilebilmesi için literatürde daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Diş eti üzerine etkisi

GDF'nin potansiyel olarak diş eti eritemine, diş eti iltihabına, diş eti beyazlamasına ve diş eti ağrısına neden olduğu bildirilmiştir. Bu durumun başlangıç değerlerinden önemli ölçüde farklı olmadığı, geçici olduğu (yedi günden az) ve şiddetli olmadığı görülmüştür. Ayrıca, oluşan eriteme dişetinde uzun süreli bir lekelenme eşlik etmemiştir (Castillo & ark., 2011).

Mukoza ve deri üzerine etkisi

GDF'nin yüksek pH'ı nedeniyle, uygulama sonrası mukoza veya cilt yanıkları oluşabilir. Yanıklar mukozada küçük, hafif ağrılı beyaz lezyonlar olma eğilimindedir ve tedavi olmaksızın 48 saat sonra kaybolur. Ayrıca GDF giysilerde, vücut derisinde ve korneada leke bırakabilir. Ağrıya veya hasara neden olmamasına rağmen, GDF kaynaklı cilt lekesi kolayca geçmez ve kaybolması yaklaşık yedi gün sürer. Ancak GDF kaynaklı giysi lekelenmesi kalıcıdır.

Korneanın korunması için uygulama sırasında mutlaka hasta ve hekimin koruyucu gözlük takması gerekmektedir (Ucar & Akyıldız, 2022). Ayrıca GDF işlem sonrası ağızda metalik bir tat bırakmaktadır.

GDF'nin konsantrasyonu azaldıkça, yan etkilerinin de ortaya çıkma ihtimalinin azaldığı, ancak bu durumun çürük durdurucu etkinliğini de azaltabileceği bildirilmektedir. GDF kullanımının diş ve kişi özelinde endikasyon, kontraendikasyon, avantaj ve dezavantajları Tablo 3'te özet halinde verilmiştir (Seifo & ark., 2020).

Tablo 3. Süt dişleri için restoratif olmayan kavite kontrolünün bireysel faktörlere göre ayrıntılı endikasyonları, kontrendikasyonları, avantajları ve dezavantajları

GDF Kullanımı		
	Seviye	**Tanım**
Endikasyonlar	**Diş**	Süt dişlerinde asemptomatik kaviteli dentin çürük lezyonları
		Temizlenebilir olan veya temizlenebilir hale getirilebilen lezyonlar
		Restore edilemeyen dentin lezyonları
		Hepsi tek bir ziyarette tedavi edilemeyecek çok sayıda çürük lezyon
		Kök yüzeyi çürük lezyonları (süt ve daimi dişler)
		Hassasiyet veren çürük olmayan servikal lezyonlar
		Hassasiyeti azaltmak için Büyük azı-keser hipomineralizasyonu

	Kişi	Kooperasyonu zayıf çocuklar, davranışları/tıbbi durumları invaziv restoratif tedaviyi sınırlayan ve sedasyon veya genel anestezi ile tedaviden kaçınmak veya geciktirmek için 'zaman kazanma' ihtiyacı olan çocuklar ve yetişkinler
		Diğer tedavi yaklaşımlarını sınırlayan tıbbi veya psikolojik durumları olan yüksek çürük riskine sahip hastalar, örneğin dental fobisi, tıbbi durumları veya engelleri olan hastalar
		Halihazırda yüksek standartlarda diş fırçalayan veya çürük lezyonları temizlemek için sık, kaliteli diş fırçalama veya diğer yöntemleri uygulamak üzere davranış değişikliği önlemlerine duyarlı olması muhtemel hastalar
Kontrendikasyonlar	**Diş**	Geri dönüşümsüz pulpitis veya diş apsesi/fistülünün klinik belirti veya semptomları
		Pulpal tutulumun veya periradiküler patolojinin radyografik bulguları
		Pulpa veya besin gömülmesinden kaynaklanan enfeksiyon veya ağrı
	Kişi	Fırçalayamıyor veya fırçalamaya istekli değil ve fırçalama ihtimali düşük. Sorumluluk alamayan veya almak istemeyen hastalar (veya ebeveynler)
		Potasyum iyodür hamile veya emziren kadınlarda, tiroid bezi tedavisi gören veya tiroid ilacı kullanan hastalarda veya potasyum veya iyoda karşı alerjisi olduğu bilinen hastalarda kontrendikedir
		Ülserasyon, mukozit, stomatit olan hastalar
		Gümüş, florür veya amonyak alerjisi olan hastalar
Avantajlar	**Diş**	Bir dişin/kökünün çekilmesi önlenebilirse, süt/karma dişlenme döneminde boşluğun korunmasına yardımcı olabilir

	Kişi	Tıbbi veya psikolojik olarak dental tedavilerle başa çıkmakta zorlanan hastalarda restorasyonlardan veya diş çekiminden kaçınabilir
		Minimal invaziv bir tedaviye izin vererek ve ardından başarılı tedavi ve başa çıkma stratejileri üzerine inşa ederek endişeli veya prekooperatif bireylerde işbirliğini geliştirmek için faydalıdır
Dezavantajlar	**Diş**	Her zaman başarılı değildir. Bir dereceye kadar temizlenebilirliğe ve hasta/bakıcı veya biyofilm profili tarafından temizlenmeye dayanır ve bunların tahmin edilmesi mümkün olmayabilir
		Başarıyı izlemek zor
		Yeterince hızlı veya yeterince başarılı çalışmayabilir
	Kişi	Estetik kaygı
		Geleneksel bir restoratif çözümü erteleme/kaçınma hissi

GDF'nin Klinik Uygulama Tekniği

AAPD rehberlerine göre diş çürüklerinin yönetiminde GDF'nin klinik uygulama tekniği şu aşamaları içermektedir (Crystal & Marghalani, 2017):

- Hazırlık (Preparasyon)
- İzolasyon
- Çürüğün uzaklaştırılması
- Uygulama
- Restoratif tedavi
- GDF konsantrasyonu
- Uygulama sonrası
- Uygulama sıklığı

Hazırlık

GDF klinik çalışma tezgahlarını ve giysileri lekeleme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, plastik kaplı bir çalışma yüzeyi kullanılmalıdır. Ayrıca, hastalar için mutlaka önlük kullanımı gereklidir.

İzolasyon

İstenmeyen yan etkileri en aza indirmek için GDF uygulamasından önce çeşitli önlemlerin alınması gerekir. İdeal olarak, rubber dam kullanımı ile tam izolasyon sağlanmalıdır; ancak bu her zaman mümkün olmayabilir. Bazı hastalarda, tedavi gören dişlerin ve komşu dişlerin mukozasına uygulanmak üzere ışıkla sertleşen sıvı baraj (liquid dam) materyalleri kullanılabilir.

Rubber dam veya liquid dam mevcut değilse, diş etine vazelin sürülmesi ve dişi izole etmek için pamuk rulo kullanılması esastır. Dişlerin etkili bir şekilde izole edilmesi, GDF uygulamasıyla ilişkili dişeti ve mukoza tahrişini en aza indirir. Ağız içine bir gazlı bez yerleştirilmesi, dili ve ağız tabanını korumak için gereklidir. GDF cilt lekelenmesi riskini en aza indirmek için dudakların ve vermilyon sınırının etrafına da vazelin sürülmesi önerilir.

Çürüğün uzaklaştırılması

Literatüdeki çalışmalar GDF uygulamasından önce çürüğün uzaklaştırılmasının önemli bir faydası olduğunu bildirmemiştir. Bununla birlikte, yazarların önerisi, bakteri yükünü yeterince azaltmak için GDF uygulamasından önce yumuşak, nekrotik, enfekte dentinin uzaklaştırılmasıdır (Chu & ark, 2002). Ancak bu durum vakaya göre değişiklik gösterebilir ve çürük

uzaklaştırılmadan önce iyatrojenik perforasyon riski değerlendirilmelidir.

Uygulama

Bir mikro fırça GDF solüsyonuna tamamen daldırılmalı ve materyal aplikatör fırça yardımı ile doğrudan söz konusu diş yüzeyine uygulanmalıdır. GDF ideal olarak 1-3 dakika bekletilmelidir; ancak, özellikle kooperasyonu zayıf olan hastalarda bu süreye ulaşmak her zaman mümkün olmayabilir. Hastalar GDF uygulandığında genellikle 'metalik bir tat' tarif etmektedirler. GDF kuruyana kadar diş yüzeyi 1 dakika boyunca hava ile kurutulmalıdır. Fazla materyal daha sonra pamuk veya gazlı bez yardımı ile uygun şekilde alınmalıdır ve uygulama sonrası 3 dakika daha izolasyon sağlanmalıdır.

KI uygulanacaksa, KI'ye tamamen batırılmış bir mikro fırça GDF üzerine uygulanmalıdır. Başlangıçta beyaz bir çökelti oluşacaktır. Çökelti renksiz hale gelene kadar KI uygulanması tekrarlanmalıdır. Daha önce de belirtildiği gibi, çökeltinin diş üzerinde bırakılması bağlanma gücünde azalmaya neden olabilir; bu nedenle, daha fazla restoratif müdahalede bulunmadan önce çökelti durulanarak uzaklaştırılmalı ve diş hava spreyi ile kurutulmalıdır (Knight & ark., 2006b). Mukoza ile temas oluşursa, bölgenin iyice durulanması şarttır. Yanık/lekelenme genellikle beyaz/siyah karışık bir lezyon olarak ortaya çıkar ve 1-2 hafta içerisinde iyileşir.

Restoratif tedavi

Restoratif tedavi öncesi asit uygulaması sadece GDF (KI ile veya KI olmadan) uygulandıktan sonra yapılmalıdır. GDF uygulandıktan sonra diş iyice yıkanmalı ve hava ile kurutulmalıdır. Minenin GDF kontaminasyonunu en aza indirmek için GDF

uygulaması mümkün olduğunca dentinle sınırlandırılmalıdır; ancak uygulama yöntemi (mikro fırça) nedeniyle bunu yapmak zor olabilir. GDF uygulanmış dentinde yüzey aşındırması da adeziv bağlanma gücünü artırmak için faydalı olabilir.

Tedavi için bir adeziv rezin siman gerekiyorsa, GDF'den etkilenen dentinin kısmen çıkarılması gibi daha invaziv önlemler gerekebilir. Yine, iatrojenik perforasyon riski nedeniyle yumuşak dentinin uzaklaştırılmasından önce vaka bazlı kararlarla analiz edilmelidir.

GDF konsantrasyonları

Farklı konsantrasyonlarıda GDF preparatları mevcuttur. Literatürde GDF konsantrasyonunun çürük durdurma üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar %38'lik GDF'nin, %12'lik GDF'ye oranla çürük durdurmada daha etkili olduğunu bildirmektedir. Bu nedenle, tedavi amacıyla %38 konsantrasyondundaki GDF kullanımı önerikmektedir (Fung & ark., 2018).

Uygulama sonrası

GDF uygulaması bittikten sonra tüm dişlere ince bir tabaka %5 NaF vernik uygulanmalıdır. GDF uygulamasından hemen sonra florür vernik kullanılacaksa, vernik GDF'nin antibakteriyel etkisini azaltabileceğinden, GDF'nin yerleştirildiği yüzeylere uygulanmamalıdır. GDF uygulamasının ardından yiyip-içme konusunda herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır. Hastalara rutin olarak florürlü diş macunu ile diş fırçalamaları önerilmektedir.

Uygulama sıklığı

Yapılan çalışmaların bulguları doğrultusunda GDF ile çürüğün durdurulması için iki yıl boyunca altı ayda bir uygulama önerilmektedir (Fung & ark., 2018; Greenwall-Cohen & ark., 2020).

Gümüş ile Modifiye Atravmatik Restoratif Tedavi (GMART)

Atravmatik Restoratif Tedavi (ART), genellikle anestezi ve motorlu dental ekipman kullanılmadan, yalnızca el aletleri kullanılarak çürük dokunun uzaklaştırılmasını ve dental kavitenin geleneksel veya yüksek viskoziteli cam iyonomer siman gibi adeziv bir dental materyal ile restorasyonunu içeren, diş çürüğünün yönetimi için kullanılan minimal invaziv bir yaklaşımdır (Dorri & ark., 2017). Son zamanlarda GDF, ART ile birlikte kullanılmış ve bu teknik Gümüş İle Modifiye Atravmatik Restoratif Tedavi (GMART; Silver Modified Atraumatic Restorative Treatment-SMART) olarak adlandırılmıştır (Ballikaya & ark., 2022).

Gümüş ile modifiye edilmiş atravmatik restoratif tedavi (GMART), klinisyenler arasında yeni gelişmekte olan bir restoratif teknik olup, lokal anestezi olmaksızın geniş çürük lezyonunun tedavisini içerir. Bu teknikte kavitenin tabanında etkilenmiş dentin bırakılırken, periferde sağlam dentine ulaşana kadar çürük doku temizlenir (Fa & ark., 2016). Etkilenen dentin yüzeyine GDF uygulanır ve ardından aynı seansta CİS ile restorasyon yapılır. GMART'ın savunucuları, bu tekniğin GDF ve ART'nin faydalarını birleştirdiğini ve ofis dışında (örneğin huzurevleri) ve kooperasyonu zayıf hastalarda (örneğin çocuk hastalar) uygulanabileceğini öne sürmektedir. ART ile çürüğün kısmen temizlenmesi pulpanın etkilenme olasılığını azaltırken, GDF'nin antimikrobiyal etkisi ile kavitede kalan bakteriyel biyofilmin aktivitesini durdurur, florohidroksiapatit oluşumu sağlar ve dentin hassasiyetini önler

(Khor & ark., 2022). GMART ile restorasyon sonucu bakterilerin çoğalması için gerekli besin kaynağı ortadan kalkmış olur kalan diş yapısının korunması sağlanır (Ucar & Akyıldız, 2022).

GDF uygulaması sonrası kaviteye bir CİS restorasyonunun yerleştirilmesi, karyojenik biyofilmi fermente edilebilir karbonhidrat substratından izole etmektedir. Böylece açık bir kavitenin neden olduğu gıda tutulumunu en aza indirmekte ve GDF'nin neden olduğu koyu renk değişimini azaltmaktadır. SMART tekniği ile ayrıca restorasyonun mikrosızıntı yapması durumunda bakteriyel biyofilmin GDF'nin antimikrobiyal etkisiyle devre dışı bırakılacağı ve çürük sürecinin yeniden başlama olasılığını en aza indireceği öne sürülmektedir (Khor & ark., 2022).

Gümüş ile Modifiye Atravmatik Restoratif Tekniğin Prensipleri şunlardır (Fa & ark., 2016):

- Çürüğün durdurulmasında GDF'nin remineralize edici ve antibakteriyel etkisinden yararlanma
- Pulpayı açığa çıkarmayan derin çürük lezyonu durumunda çürük dokunun kısmen uzaklaştırılması ve böylece pulpanın korunması
- Bağlanma kuvveti üzerinde bir etkisi olmadan CİS'in kimyasal bağlanması

GMART tekniğin yukarıda belirtilen prensiplere dayalı olarak sağladığı avantajlarının yanı sıra düşük maliyetli olması, küçük çocuklar için daha az korku uyandırması ve geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemine kıyasla operasyon sırasında aerosol oluşturmaması diş hekimliği açısından özellikle çocuk diş hekimliği alanında önemli avantajlar sunmaktadır.

Son yıllarda, ART ve GMART ile yapılan restorasyonların etkinliğini karşılaştıran çalışmalar rapor edilmiştir (Jiang & ark., 2020; Mohammed & ark., 2022). GMART'ın geleneksel yöntemlerle karşılaştırılabilir başarı oranları gösterilerek çocuk dostu bir alternatif olma potansiyeli vurgulanmıştır. Yapılan bir çalışmada birinci büyük azı dişlerindeki derin asemptomatik çürüklerin tedavisinde GMART tekniğinin kullanımı geleneksel çürük uzaklaştırma ve doldurma yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Yaşları 4-8 arasında değişen 226 çocuğun katıldığı çalışma, GMART'ın geleneksel yöntemle karşılaştırılabilir başarı oranlarına sahip olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, GMART uygulanan hastalar tedaviyi daha iyi kabul etmişlerdir (%79'a karşı %56), bu da GMART tekniğini iş birliği yapmayan çocuklar için potansiyel bir alternatif haline getirmektedir. Bu sonuç, minimal invaziv tekniklere doğru paradigma değişimiyle uyumlu olarak, çocuk diş hekimliğinde minimal invaziv yaklaşımların öneminin altını çizmektedir (Inchingolo & ark., 2021).

12 ay boyunca birinci molar dişlerde GMART ve ART'nin klinik performansını ve maliyet etkinliğini değerlendirildiği bir çalışmada aktif çürükleri olan 67 çocuğa rastgele GMART veya ART uygulanmıştır. Hem GMART hem de ART teknikleri sırasıyla 11,8 ve 11,6 aylık ortalama sağkalım süreleri ile karşılaştırılabilir klinik performans göstermiştir (Raskin & ark., 2021). GMART'ın ortalama tedavi süresi (7,8 dk.) ve restorasyon başına toplam maliyeti önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle benzer klinik sonuçlara rağmen, GMART'ın birinci molar dişlerdeki tek yüzeyli oklüzal lezyonların tedavisinde ART'den daha az zaman alıcı ve daha uygun maliyetli olduğu vurgulanmıştır (Favia & ark., 2015).

Nano Gümüş Florür

Nanobilim ve teknoloji uygulamalarının diş hekimliğinde yaygınlaşması ile beraber son yıllarda GDF kadar etkili ancak

GDF'nin renkleşme dezavantajını oluşturmayan, yeni bir çürük önleyici ajan olarak Nano Gümüş Florür (NSF) geliştirilmiştir (Targino & ark, 2014).

NSF bileşiği oluşturulurken gümüş nitrat kimyasal olarak indirgenmiş, taşıyıcı olarak kitosan ve stabilize edici ajan olarak florür kullanılarak ilk NSF bileşiği ortaya çıkmıştır. İçeriğinde bulunan kitosan, gümüş nanopartiküller ve florür gibi sinerjik bileşenler, çürüğün önlenmesinde etkilidir. Sonrasında nanogümüş sodyum florür verniği ile karıştırılarak vernik haline getirilmiştir (Hanghoo & ark., 2014; Pushpalatha & ark., 2022). Kolloidal solüsyon ve vernik en yaygın olarak çalışılan iki NSF türüdür. Bu yeni çürük önleyici ajanın çocuk ve yetişkinlerde kullanımı güvenlidir ve diş çürüğü oluşumunda rol oynayan başlıca mikroorganizmalar olan *Mutans streptokokları* ve *Laktobasillere* karşı son derece önemli antibakteriyel aktiviteye sahiptir (Targino & ark, 2014). Gümüş nanopartiküller bakterilerin temas edeceği daha geniş yüzey alanı sağlama ve oksidatif hasardan sorumlu radikaller oluşturma özellikleri ile daha güçlü antimikrobiyal etki gösterir (Bektas, 2023).

NSF, mine veya dentin çürüğü lezyonlarına uygulandığında çürüğün durdurulması ve tedavisi için invazif olmayan bir yaklaşım sağlayan bir çürük önleyici ajandır. Çürük lezyonlarının tedavisine yönelik geleneksel diş tedavisi zaman alıcı ve maliyetli olabilir ve bazı durumlarda invaziv tedaviyi karşılayamama veya tolere edememe nedeniyle pratik olmayabilir. NSF uygulaması ekonomiktir, invaziv değildir ve toksik değildir, dolayısıyla çoğu birey bu tedaviyi karşılayabilir. Tedavi yaklaşımı çok basittir; bu nedenle özellikle kooperasyonu zayıf çocuklarda herhangi bir risk olmaksızın yılda sadece iki damla uygulanabilir. Araştırmalara göre, NSF formülasyonu diş çürüklerinin önlenmesi ve durdurulmasında GDF kadar etkilidir (Nagireddy & ark., 2019).

Önemli bir avantajı GDF'nin aksine NSF'nin dişlerde renk değişikliği korkusu olmadan ön dişlerde güvenle kullanılabilmesidir. NSF formülasyonları ortamın oksijeni ile temas ettiğinde oksitlenmez, dolayısıyla stabildir. Gümüş nanopartiküllerin boyutunun daha küçük olması nedeniyle zaman içinde renk değişimi gözlenmediği bildirilmiştir. Espíndola-Castro ve ark., NSF uygulamasından 2 hafta sonra, diş yüzeyinde formülasyonda bulunan kitosan nedeniyle sarımsı lekelerin fark edildiğini bildirmiştir. Ancak bu lekeler gazlı bez yardımıyla veya diş fırçalama ile kolayca çıkarılabilmektedir (Espíndola-Castro & ark., 2020). Bunun yanı sıra NSF daha düşük pH değerine sahip olduğu ve daha biyouyumlu olduğu için yumuşak dokuları tahriş etmez. NSF, GDF'ye oranla daha düşük maliyetlidir ve ağızda metalik tadı bırakmaz (Yin & ark., 2020). Tüm bu özellikleri nedeniyle NGF'nin ileride GDF'ye alternatif bir ajan olabileceği düşünülmesine rağmen, çürük kontrolü ve renklenme ile ilgili bu materyalle yapılmış daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Son zamanlarda NSF ve GDF'ye alternatif olarak kullanılabilecek yeni ajanlar da araştırılmaktadır. Bunlardan bir tanesi antioksidan, antimikrobiyal ve antiviral etkisi olduğu gösterilen selenyum nanopartikülleri (SeNPs) içeren çürük durdurucu ürünlerdir. Ancak tüm bu ürünler daha geliştirilme aşamasındadır ve etkinlikleri ile ilgili literatürde çok kısıtlı sayıda araştırma vardır.

Sonuç

Diş hekimliğinde son yıllarda elde edilen ilerlemelere rağmen EÇÇ dünya genelinde çocuklarda yaygın olarak görülen bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir. Tedavisinde invaziv olmayan uygulamalardan florür içerikli preperatların uygulanmasına göre yine içeriğinde florüre ek olarak gümüş de bulunduran GDF solüsyonlarının kullanımının daha başarılı olduğu belirtilmektedir. GDF uygulaması etkili, basit, hızlı ve güvenli bir tedavi yöntemidir. Yapılan birçok in vitro ve in vivo çalışma GDF'nin çürük

durdurmadaki etkinliğini ortaya koymaktadır. Özellikle kooperasyonu zayıf küçük yaş grubundaki hastalar için hem hekimlere hem de ebeveyn ve çocuklara alternatif bir çözüm yolu sunmaktadır. Ancak dişlerde siyah renkleşmeye neden olması ve bağlanma kuvvetine etkisi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bahsedilen bu dezavantajlar için kombine uygulamların önerilmesi ve yeni materyallerin geliştirilmesi söz konusu olmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar doğrultusunda daha etkili ve güvenilir sonuçlara ulaşabilmek için konu kapsamında daha çok in vitro ve invivo çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynakça

Abdellatif, H. M., Ali, A. M., Baghdady, S. I., & ElKateb, M. A. (2021). Caries arrest effectiveness of silver diamine fluoride compared to alternative restorative technique: randomized clinical trial. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, *22*(4), 575–585. https://doi.org/10.1007/s40368-020-00592-0

Aly, M. M., & Yousry, Y. M. (2022). Potential discolouration of silver diamine fluoride versus silver diamine fluoride/potassium iodide in primary teeth: a randomised clinical study. *British dental journal*, 1–6. Advance online publication. https://doi.org/10.1038/s41415-022-5272-9

American Academy of Pediatric Dentistry. (2020). Policy on early childhood caries (ECC): Classifications, consequences, and preventive strategies. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, Ill.: *American Academy of Pediatric Dentistry*; 79-81.

American Dental Association. (2021). *Silver Diamine Fluoride.* (01/05/2025 tarihinde https://www.ada.org/resources/research/science-and-research-institute/oral-health-topics/silver-diamine-fluoride adresinden ulaşılmıştır).

Ballikaya, E., Ünverdi, G. E., & Cehreli, Z. C. (2022). Management of initial carious lesions of hypomineralized molars (MIH) with silver diamine fluoride or silver-modified atraumatic restorative treatment (SMART): 1-year results of a prospective, randomized clinical trial. *Clinical oral investigations*, *26*(2), 2197–2205. https://doi.org/10.1007/s00784-021-04236-5

BaniHani, A., Santamaría, R. M., Hu, S., Maden, M., & Albadri, S. (2022). Minimal intervention dentistry for managing carious lesions into dentine in primary teeth: an umbrella review. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, *23*(5), 667–693. https://doi.org/10.1007/s40368-021-00675-6

Bektaş, Ö. (2023). Çürük Kontrolünde Minimal İnvaziv Bir Yaklaşım: Nano Silver Florür Uygulaması. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, *12*(3), 467-473.

Castillo, J. L., Rivera, S., Aparicio, T., Lazo, R., Aw, T. C., Mancl, L. L., & Milgrom, P. (2011). The short-term effects of diammine silver fluoride on tooth sensitivity: a randomized controlled trial. *Journal of dental research*, *90*(2), 203–208. https://doi.org/10.1177/0022034510388516

Cernigliaro, D., Kumar, A., Northridge, M. E., Wu, Y., Troxel, A. B., Cunha-Cruz, J., Balzer, J., & Okuji, D. M. (2019). Caregiver satisfaction with interim silver diamine fluoride applications for their children with caries prior to operating room treatment or sedation. *Journal of public health dentistry*, *79*(4), 286–291. https://doi.org/10.1111/jphd.12338

Chibinski, A. C., Wambier, L. M., Feltrin, J., Loguercio, A. D., Wambier, D. S., & Reis, A. (2017). Silver Diamine Fluoride Has Efficacy in Controlling Caries Progression in Primary Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Caries research*, *51*(5), 527–541. https://doi.org/10.1159/000478668

Chu, C. H., & Lo, E. C. (2008). Promoting caries arrest in children with silver diamine fluoride: a review. *Oral health & preventive dentistry*, *6*(4), 315–321.

Chu, C. H., Lam, A., & Lo, E. C. (2011). Dentin hypersensitivity and its management. *General dentistry*, *59*(2), 115–124.

Chu, C. H., Lo, E. C., & Lin, H. C. (2002). Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *Journal of dental research*, *81*(11), 767–770. https://doi.org/10.1177/0810767

Crystal, Y. O., Marghalani, A. A., Ureles, S. D., Wright, J. T., Sulyanto, R., Divaris, K., Fontana, M., & Graham, L. (2017). Use of Silver Diamine Fluoride for Dental Caries Management in Children and Adolescents, Including Those with Special Health Care Needs. *Pediatric dentistry*, *39*(5), 135–145.

Da Costa-Silva, C. M., Ambrosano, G. M., Jeremias, F., De Souza, J. F., & Mialhe, F. L. (2011). Increase in severity of molar-incisor hypomineralization and its relationship with the colour of enamel opacity: a prospective cohort study. *International journal of paediatric dentistry*, *21*(5), 333–341. https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2011.01128.x

da Cunha, W. A., Palma, L. F., Shitsuka, C., Corrêa, F. N. P., Duarte, D. A., & Corrêa, M. S. N. P. (2021). Efficacy of silver diamine fluoride and sodium fluoride in inhibiting enamel erosion: an ex vivo study with primary teeth. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, *22*(3), 387–392. https://doi.org/10.1007/s40368-020-00559-1

Dorri, M., Martinez-Zapata, M. J., Walsh, T., Marinho, V. C., Sheiham Deceased, A., & Zaror, C. (2017). Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *The Cochrane database of systematic reviews*, *12*(12), CD008072. https://doi.org/10.1002/14651858.CD008072.pub2

Duangthip, D., Chu, C. H., & Lo, E. C. (2016). A randomized clinical trial on arresting dentine caries in preschool children by topical fluorides--18 month results. *Journal of dentistry*, *44*, 57–63. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.05.006

El Tantawi, M., Folayan, M. O., Mehaina, M., Vukovic, A., Castillo, J. L., Gaffar, B. O., Arheiam, A., Al-Batayneh, O. B., Kemoli, A. M., Schroth, R. J., & Lee, G. H. M. (2018). Prevalence and Data Availability of Early Childhood Caries in 193 United Nations Countries, 2007-2017. *American journal of public health*, *108*(8), 1066–1072. https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304466

Espíndola-Castro, L. F., Rosenblatt, A., Galembeck, A., & Monteiro, G. (2020). Dentin Staining Caused by Nano-silver Fluoride: A Comparative Study. *Operative dentistry*, *45*(4), 435–441. https://doi.org/10.2341/19-109-L

Fa, B. A., Jew, J. A., Wong, A., & Young, D. (2016). Silver modified atraumatic restorative technique (SMART): an alternative caries prevention tool. *Stomatology Edu Journal*, *3*(2), 243-249.

Favia, G.; Tempesta, A.; Limongelli, L.; Crincoli, V.; Piattelli, A.; Maiorano, E. (2015). Metastatic Breast Cancer in Medication-Related Osteonecrosis Around Mandibular Implants. *American Journal of Case Reports*, 16, 621–626. https://doi.org/10.12659/AJCR.894162

Fung, M. H. T., Duangthip, D., Wong, M. C. M., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2018). Randomized Clinical Trial of 12% and 38% Silver Diamine Fluoride Treatment. *Journal of dental research*, *97*(2), 171–178. https://doi.org/10.1177/0022034517728496

Gao, S. S., Amarquaye, G., Arrow, P., Bansal, K., Bedi, R., Campus, G., Chen, K. J., Chibinski, A. C. R., Chinzorig, T., Crystal, Y. O., Duangthip, D., Ferri, M. L., Folayan, M. O., Garidkhuu, A., Hamama, H. H., Jirarattanasopha, V., Kemoli, A., Leal, S. C., Leelataweewud, P., Mathur, V. P., … Chu, C. H. (2021). Global Oral Health Policies and Guidelines: Using Silver Diamine Fluoride for Caries Control. *Frontiers in oral health*, *2*, 685557. https://doi.org/10.3389/froh.2021.685557

Gao, S. S., Zhang, S., Mei, M. L., Lo, E. C., & Chu, C. H. (2016). Caries remineralisation and arresting effect in children by professionally applied fluoride treatment - a systematic review. *BMC oral health*, *16*, 12. https://doi.org/10.1186/s12903-016-0171-6

Giacaman, R. A., Muñoz-Sandoval, C., Neuhaus, K. W., Fontana, M., & Chałas, R. (2018). Evidence-based strategies for the minimally invasive treatment of carious lesions: Review of the literature. *Advances in clinical and experimental medicine: official organ Wroclaw Medical University*, *27*(7), 1009–1016. https://doi.org/10.17219/acem/77022

Gotjamanos T. (1996). Pulp response in primary teeth with deep residual caries treated with silver fluoride and glass ionomer cement ('atraumatic' technique). *Australian dental journal*, *41*(5), 328–334. https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1996.tb03142.x

Greenwall-Cohen, J., Greenwall, L., & Barry, S. (2020). Silver diamine fluoride - an overview of the literature and current clinical techniques. *British dental journal*, *228*(11), 831–838. https://doi.org/10.1038/s41415-020-1641-4

Haghgoo, R., Saderi, H., Eskandari, M., Haghshenas, H., & Rezvani, M. (2014). Evaluation of the antimicrobial effect of conventional and nanosilver-containing varnishes on oral streptococci. *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)*, *15*(2), 57–62.

Hamama, H. H., Yiu, C. K., & Burrow, M. F. (2015). Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide on residual bacteria in dentinal tubules. *Australian dental journal*, *60*(1), 80–87. https://doi.org/10.1111/adj.12276

Hiraishi, N., Yiu, C. K., King, N. M., Tagami, J., & Tay, F. R. (2010). Antimicrobial efficacy of 3.8% silver diamine fluoride and its effect on root dentin. *Journal of endodontics*, *36*(6), 1026–1029. https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.029

Horst, J. A., Ellenikiotis, H., & Milgrom, P. L. (2016). UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications and Consent. *Journal of the California Dental Association*, *44*(1), 16–28.

Huebner, C. E., Milgrom, P., Cunha-Cruz, J., Scott, J., Spiekerman, C., Ludwig, S., Mitchell, M., Allen, G., Dysert, J., & Shirtcliff, R. M. (2020). Parents' Satisfaction with Silver Diamine Fluoride Treatment of Carious Lesions in Children. *Journal of dentistry for children (Chicago, Ill.)*, *87*(1), 4–11.

Inchingolo, A. D., Inchingolo, A. M., Bordea, I. R., Xhajanka, E., Romeo, D. M., Romeo, M., Zappone, C. M. F., Malcangi, G., Scarano, A., Lorusso, F., Isacco, C. G., Marinelli, G., Contaldo, M., Ballini, A., Inchingolo, F., & Dipalma, G. (2021). The Effectiveness of Osseodensification Drilling Protocol for Implant Site Osteotomy: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis. *Materials (Basel, Switzerland)*, *14*(5), 1147. https://doi.org/10.3390/ma14051147

Jabin, Z., Vishnupriya, V., Agarwal, N., Nasim, I., Jain, M., & Sharma, A. (2020). Effect of 38% silver diamine fluoride on control of dental caries in primary dentition: A Systematic review. *Journal of family medicine and primary care*, *9*(3), 1302–1307. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1017_19

Jiang, M., Wong, M. C. M., Chu, C. H., Dai, L., & Lo, E. C. M. (2020). A 24-month randomized controlled trial on the success rates of restoring untreated and SDF-treated dentine caries lesions in primary teeth with the ART approach. *Journal of dentistry*, *100*, 103435. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103435

Khor, M. M., Rosa, V., Sim, C. J., Hong, C. H. L., & Hu, S. (2022). SMART: Silver diamine fluoride reduces microtensile bond strength of glass ionomer cement to sound and artificial caries-affected dentin. *Dental materials journal*, *41*(5), 698–704. https://doi.org/10.4012/dmj.2021-319

Knight, G. M., McIntyre, J. M., Craig, G. G., & Mulyani (2006a). Ion uptake into demineralized dentine from glass ionomer cement following pretreatment with silver fluoride and potassium iodide. *Australian dental journal*, *51*(3), 237–241. https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2006.tb00435.x

Knight, G. M., McIntyre, J. M., & Mulyani (2006b). The effect of silver fluoride and potassium iodide on the bond strength of auto cure glass ionomer cement to dentine. *Australian dental journal*, *51*(1), 42–45. https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2006.tb00399.x

Knight, G. M., McIntyre, J. M., Craig, G. G., Mulyani, Zilm, P. S., & Gully, N. J. (2005). An in vitro model to measure the effect of a silver fluoride and potassium iodide treatment on the permeability of demineralized dentine to Streptococcus mutans. *Australian dental journal*, *50*(4), 242–245. https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2005.tb00367.x

Koizumi, H., Hamama, H. H., & Burrow, M. F. (2016). Effect of a silver diamine fluoride and potassium iodide-based desensitizing and cavity cleaning agent on bond strength to dentine. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, *68*, 54-61.

Kyoon-Achan, G., Schroth, R. J., DeMaré, D., Sturym, M., Edwards, J., Lavoie, J. G., Sanguins, J., Campbell, R., Chartrand, F., Bertone, M. F., Singh, S., Moffatt, M. E. K., & Scaling-up Healthy Smile Happy Child team (2020). Indigenous community members' views on silver diamine fluoride to manage early childhood caries. *Journal of public health dentistry*, *80*(3), 208–216. https://doi.org/10.1111/jphd.12370

Lim, G. X. D., & Yang, J. (2022). Effect of silver diamine fluoride on hyperplastic gingivitis in an adult with intellectual disability-A case report. *Special care in dentistry: official publication of the American Association of Hospital Dentists, the Academy of Dentistry for the Handicapped, and the American Society for Geriatric Dentistry*, *42*(1), 73–79. https://doi.org/10.1111/scd.12633

McDonald, S. P., & Sheiham, A. (1994). A clinical comparison of non-traumatic methods of treating dental caries. *International dental journal*, *44*(5), 465–470.

Mei, M. L., Ito, L., Cao, Y., Li, Q. L., Lo, E. C., & Chu, C. H. (2013a). Inhibitory effect of silver diamine fluoride on dentine demineralisation and collagen degradation. *Journal of dentistry*, *41*(9), 809–817. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.06.009

Mei, M. L., Chu, C. H., Low, K. H., Che, C. M., & Lo, E. C. (2013b). Caries arresting effect of silver diamine fluoride on dentine carious lesion with S. mutans and L. acidophilus dual-species cariogenic biofilm. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, *18*(6), e824–e831. https://doi.org/10.4317/medoral.18831

Mei, M. L., Ito, L., Cao, Y., Li, Q. L., Chu, C. H., & Lo, E. C. (2014). The inhibitory effects of silver diamine fluorides on cysteine cathepsins. *Journal of dentistry*, *42*(3), 329–335. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.018

Mei, M. L., Li, Q. L., Chu, C. H., Yiu, C. K., & Lo, E. C. (2012). The inhibitory effects of silver diamine fluoride at different concentrations on matrix metalloproteinases. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, *28*(8), 903–908. https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.04.011

Mei, M. L., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2018). Arresting Dentine Caries with Silver Diamine Fluoride: What's Behind It? *Journal of dental research*, *97*(7), 751–758. https://doi.org/10.1177/0022034518774783

Mei, M. L., Nudelman, F., Marzec, B., Walker, J. M., Lo, E. C. M., Walls, A. W., & Chu, C. H. (2017). Formation of Fluorohydroxyapatite with Silver Diamine Fluoride. *Journal of dental research*, *96*(10), 1122–1128. https://doi.org/10.1177/0022034517709738

Minervini, G., Franco, R., Marrapodi, M. M., Fiorillo, L., Cervino, G., & Cicciù, M. (2023). The association between parent education level, oral health, and oral-related sleep disturbance. An observational crosssectional study. *European journal of paediatric dentistry*, *24*(3), 218–223. https://doi.org/10.23804/ejpd.2023.1910

Mohammed, S. M. E., Awad, S. M., & Wahba, A. H. (2022). Comparison of Clinical Outcomes of Silver-modified Atraumatic Restorative Technique vs Atraumatic Restorative Technique in Primary Teeth: A Randomized Controlled Trial. *The journal of contemporary dental practice*, *23*(11), 1140–1145. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3437

Mükellef, H., Çoğulu, D., Ertuğrul, F., & Türkün, M. (2024). Evaluation of the Effect of Silver Diamine Fluoride and Potassium Iodide on Shear Bond Strength and Discoloration of Restorative Materials. *International Archives of Dental Sciences,* 45(3), 155-163.

Nagireddy, V. R., Reddy, D., Kondamadugu, S., Puppala, N., Mareddy, A., & Chris, A. (2019). Nanosilver Fluoride-A Paradigm Shift for Arrest in Dental Caries in Primary Teeth of Schoolchildren: A Randomized Controlled Clinical Trial. *International journal of clinical pediatric dentistry*, *12*(6), 484–490. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1703

Oppermann, R. V., & Rölla, G. (1980). Effect of some polyvalent cations on the acidogenicity of dental plaque in vivo. *Caries research*, *14*(6), 422–427. https://doi.org/10.1159/000260485

Ostela, I., & Tenovuo, J. (1990). Antibacterial activity of dental gels containing combinations of amine fluoride, stannous fluoride, and chlorhexidine against cariogenic bacteria. *Scandinavian journal of dental research*, *98*(1), 1–7. https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1990.tb00933.x

Patel, J., Foster, D., Smirk, M., Turton, B., & Anthonappa, R. (2021). Acidity, fluoride and silver ion concentrations in silver diamine fluoride solutions: a pilot study. *Australian dental journal*, *66*(2), 188–193. https://doi.org/10.1111/adj.12822

Peng, J. J., Botelho, M. G., & Matinlinna, J. P. (2012). Silver compounds used in dentistry for caries management: a review. *Journal of dentistry*, *40*(7), 531–541. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.03.009

Peng, J. Y., Botelho, M. G., Matinlinna, J. P., Pan, H. B., Kukk, E., & Low, K. J. (2021). Interaction of storage medium and silver diamine fluoride on demineralized dentin. *The Journal of international medical research*, *49*(2), 300060520985336. https://doi.org/10.1177/0300060520985336

Pushpalatha, C., Bharkhavy, K. V., Shakir, A., Augustine, D., Sowmya, S. V., Bahammam, H. A., Bahammam, S. A., Mohammad Albar, N. H., Zidane, B., & Patil, S. (2022). The Anticariogenic Efficacy of Nano Silver Fluoride. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, *10*, 931327. https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.931327

Quock, R. L., Barros, J. A., Yang, S. W., & Patel, S. A. (2012). Effect of silver diamine fluoride on microtensile bond strength to dentin. *Operative dentistry*, *37*(6), 610–616. https://doi.org/10.2341/11-344-L

Quritum, M., Abdella, A., Amer, H., El Desouky, L. M., & El Tantawi, M. (2024). Effectiveness of nanosilver fluoride and silver diamine fluoride in arresting early childhood caries: A randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*, 24(1), 701. https://doi.org/10.1186/s12903-024-04406-3

Rams, T. E., Sautter, J. D., Ramírez-Martínez, G. J., & Whitaker, E. J. (2020). Antimicrobial activity of silver diamine fluoride on human periodontitis microbiota. *General dentistry*, *68*(5), 24–28.

Raskin, S. E., Tranby, E. P., Ludwig, S., Okunev, I., Frantsve-Hawley, J., & Boynes, S. (2021). Survival of silver diamine fluoride among patients treated in community dental clinics: a naturalistic study. *BMC oral health*, *21*(1), 35. https://doi.org/10.1186/s12903-020-01379-x

Reddy, L. K. V., Madithati, P., Narapureddy, B. R., Ravula, S. R., Vaddamanu, S. K., Alhamoudi, F. H., Minervini, G., & Chaturvedi, S. (2022). Perception about Health Applications (Apps) in Smartphones towards Telemedicine during COVID-19: A Cross-Sectional Study. *Journal of personalized medicine*, *12*(11), 1920. https://doi.org/10.3390/jpm12111920

Roberts, A., Bradley, J., Merkley, S., Pachal, T., Gopal, J. V., & Sharma, D. (2020). Does potassium iodide application following silver diamine fluoride reduce staining of tooth? A systematic review. *Australian dental journal*, *65*(2), 109–117. https://doi.org/10.1111/adj.12743

Rosenblatt, A., Stamford, T. C., & Niederman, R. (2009). Silver diamine fluoride: a caries "silver-fluoride bullet". *Journal of dental research*, *88*(2), 116–125. https://doi.org/10.1177/0022034508329406

Schwendicke, F., Dörfer, C. E., & Paris, S. (2013). Incomplete caries removal: a systematic review and meta-analysis. *Journal of dental research*, *92*(4), 306–314. https://doi.org/10.1177/0022034513477425

Seifo, N., Cassie, H., Radford, J. R., & Innes, N. P. T. (2019). Silver diamine fluoride for managing carious lesions: an umbrella review. *BMC oral health*, *19*(1), 145. https://doi.org/10.1186/s12903-019-0830-5

Seifo, N., Robertson, M., MacLean, J., Blain, K., Grosse, S., Milne, R., Seeballuck, C., & Innes, N. (2020). The use of silver diamine fluoride (SDF) in dental practice. *British dental journal*, *228*(2), 75–81. https://doi.org/10.1038/s41415-020-1203-9

Shah, S., Bhaskar, V., Venkatraghavan, K., Choudhary, P., & Trivedi, K. (2014). Silver diamine fluoride: a review and current applications. *Journal of Advanced Oral Research*, *5*(1), 25-35.

Surendranath, P., Krishnappa, S., & Srinath, S. (2022). Silver Diamine Fluoride in Preventing Caries: A Review of Current Trends. *International journal of clinical pediatric dentistry*, *15*(Suppl 2), S247–S251. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2167

Targino, A. G., Flores, M. A., dos Santos Junior, V. E., de Godoy Bené Bezerra, F., de Luna Freire, H., Galembeck, A., & Rosenblatt, A. (2014). An innovative approach to treating dental decay in children. A new anti-caries agent. *Journal of materials science. Materials in medicine*, *25*(8), 2041–2047. https://doi.org/10.1007/s10856-014-5221-5

Thanatvarakorn, O., Islam, M. S., Nakashima, S., Sadr, A., Nikaido, T., & Tagami, J. (2016). Effects of zinc fluoride on inhibiting dentin demineralization and collagen degradation in vitro: A comparison of various topical fluoride agents. *Dental materials journal*, *35*(5), 769–775. https://doi.org/10.4012/dmj.2015-388

Torres, P. J., Phan, H. T., Bojorquez, A. K., Garcia-Godoy, F., & Pinzon, L. M. (2021). Minimally Invasive Techniques Used for Caries Management in Dentistry. A Review. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, *45*(4), 224–232. https://doi.org/10.17796/1053-4625-45.4.2

Turton, B., Horn, R., & Durward, C. (2021). Caries arrest and lesion appearance using two different silver fluoride therapies on primary teeth with and without potassium iodide: 12-month results. *Clinical and experimental dental research*, *7*(4), 609–619. https://doi.org/10.1002/cre2.367

U.S. Food & Drug Administration (2014). *510(k) Premarket Notification: Diammine Silver Fluoride Dental Hypersensitivity Varnish.* (28/04/2025 tarihinde http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfpmn/pmn.cfm?ID=K102973 adresinden ulaşılmıştır).

Uçar, Z., & Akyıldız, B. M. (2022). Use of silver diamine floride in pediatric dentistry. *Selçuk Dental Journal*, 9(2), 652-661.

Wakshlak, R. B., Pedahzur, R., & Avnir, D. (2015). Antibacterial activity of silver-killed bacteria: the "zombies" effect. *Scientific reports*, *5*, 9555. https://doi.org/10.1038/srep09555

Wang, A. S., Botelho, M. G., Tsoi, J. K., & Matinlinna, J. P. (2016). Effects of silver diammine fluoride on microtensile bond strength of GIC to dentine. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, *70*, 196-203.

Wang, Q. Q., Zhang, C. F., Chu, C. H., & Zhu, X. F. (2012). Prevalence of Enterococcus faecalis in saliva and filled root canals of teeth associated with apical periodontitis. *International journal of oral science*, *4*(1), 19–23. https://doi.org/10.1038/ijos.2012.17

World Health Organization Model List of Essential Medicines–22nd List,2021. Geneva: *World Health Organization*; 2021 (WHO/MHP/HPS/EML/2021.02). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Yamaga, R., Nishino, M., Yoshida, S., & Yokomizo, I. (1972). Diammine silver fluoride and its clinical application. *The Journal of Osaka University Dental School*, *12*, 1–20.

Yawary, R., & Hegde, S. (2022). Silver Diamine Fluoride Protocol for Reducing Preventable Dental Hospitalisations in Victorian Children. *International dental journal*, *72*(3), 322–330. https://doi.org/10.1016/j.identj.2021.05.009

Yin, I. X., Zhao, I. S., Mei, M. L., Lo, E. C. M., Tang, J., Li, Q., So, L. Y., & Chu, C. H. (2020). Synthesis and Characterization of Fluoridated Silver Nanoparticles and Their Potential as a Non-Staining Anti-Caries Agent. *International journal of nanomedicine*, *15*, 3207–3215. https://doi.org/10.2147/IJN.S243202

Zhao, I. S., Gao, S. S., Hiraishi, N., Burrow, M. F., Duangthip, D., Mei, M. L., Lo, E. C., & Chu, C. H. (2018). Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. *International dental journal*, *68*(2), 67–76. https://doi.org/10.1111/idj.12320

Zheng, F. M., Yan, I. G., Duangthip, D., Gao, S. S., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2022). Silver diamine fluoride therapy for dental care. *The Japanese dental science review*, *58*, 249–257. https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2022.08.00

CHAPTER 10

PEDODONTİDE MİNİMAL İNVAZİV YAKLAŞIMLAR, HALL TEKNİK

Maryam NEZHAT ÇAKAR[1]

Giriş

Dawson ve Makinson ile birlikte "Minimal İnvaziv Diş Hekimliği (MİD)" terimi dişhekimliği literatürüne girmiştir. MİD, diş dokularını ve hasta konforunu korumayı öncelikli tutan operatif restoratif girişimleri tanımlamaktadır (Dawson et al., 1992).

Minimal invaziv yaklaşımın temel hedefi; daimi dişlerin ömür boyu fonksiyonunu sürdürmesini, süt dişlerinin ise fizyolojik düşme dönemlerine kadar ağızda kalmasını sağlamaktır. Bu nedenle, modern diş hekimliği uygulamalarında MİD önemli bir yer tutmaktadır (Frencken et al; Pitts et al.,2011). Bu yaklaşım; operasyonel müdahaleleri en aza indirmeyi amaçlayan koruyucu bir felsefe ile hareket eder. Lezyonların erken ve doğru teşhisi, bireyselleştirilmiş çürük risk değerlendirmeleri ve kavitasyona uğramamış çürüklerin remineralizasyonu için uygulanan tedaviler MİD'in temel unsurlarını oluşturur (Pitts et al.,2011;Bhatiya et

[1] Dt. Maryam NEZHAT ÇAKAR, İstanbul Sağlık Teknoloji Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Orcid: 0009-0009-7598-372X, maryamnezhat83@gmail.com

al.,2015). Aynı zamanda, invazivliğin azaltılması sayesinde hastanın duyduğu ağrı ve stresin düşmesi de, kaygı düzeyinin azalmasına katkı sağlamaktadır (Marwah et al.,2009).

Diş hekimliğinde minimal invaziv tedavi prensipleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

A. Erken çürük teşhisi

B. Çürüğün derinliği ve ilerlemesinin sınıflandırılması

C. Bireysel riskin değerlendirilmesi

D. Optimum çürük önleme tedbirleri

E. Başlangıç halindeki lezyonların remineralizasyonu

F. Çürük lezyonlarının minimal operasyonel müdahalesi

G. Kusurlu restorasyonun yerine yenisini yapmak yerine onarım

Bu prensiplere bakıldığında koruyucu, durdurucu ve önleyici çocuk diş hekimliğinin tüm temelini kapsadığı görülebilir (Bhatiya et al.,2015). Süt dişlerinde güncelde sıklıkla uygulanan minimal invaziv teknikler irdelenecektir:

1. Restoratif olmayan çürük tedavisi (NRCT)

2. Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)

3. İnterim Terapötik Restorasyonlar (İTR)

4. Pit ve Fissür Örtücü Uygulamaları

5. Rezin İnfiltrasyon Tedavisi

6. Gümüş Diamin Florür Uygulaması (GDF)

7. Hall Teknik (HT)

8. Mikroabrazyon Tekniği

9. Ozon Tedavisi

10. Air Abrazyon Yöntemi ile Kavite Preparasyonu

11. Lazer ile Kavite Preparasyonu

12. Kemomekanik Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri

Bu kitap bölümünde süt dişlerinde güncelde sıklıkla uygulanan minimal invaziv yöntemlerin bir kısmı incelemektedir, özellikle son yıllarda en çok kullanılan ve başarı oranı yüksek olan Hall Teknik kapsamlı bir şekilde odaklanılacaktır.

Restoratif Olmayan Çürük Tedavisi (NRCT)

Bu metod, çocuğun bireysel ihtiyaçlarına göre uygulanan birbirine yakın üç ilkeye dayanmaktadır:

1. Ebeveynlerin, çocukların ve ergenlerin diş çürüğünü lokalize bir hastalık olarak anlamada eğitilmeleri,

2. Evde plak kontrolü konusunda yoğun eğitim

3. Profesyonel olarak erken operatif olmayan müdahaleyi içeren profesyonel plak kaldırma,%2'lik NaF'nin lokal olarak uygulanması ve fissür örtücü uygulamalarını içermektedir (Ekstrand et al.,2005).

Bu tedavi yönteminin temeli 1987 yılında Danimarka'nın Baltık Denizi'ndeki Bornholm adasında Nexö kasabasında atılmıştır. Sosyo ekonomik seviyesi düşük olan bu bölgede, yukarıda belirtilen ilkelere uyularak bir program geliştirilmiş, hastalar için 6-8 aylık kontrol randevuları verilmiştir. Sonuçta DMFS değerlerinde anlamlı ölçüde düşüşler kaydedilmiştir ve program başlamadan önce DMFS değerleri ile Danimarka'nın en yüksek ortalamalarına sahip olan Nexö, programla 15 yıllık süreçte en düşük DMFS ortalamasına gerilemiştir (Ekstrand et al.,2005). Bu çalışmalar, Hollanda ve çeşitli ülkelerde tekrarlanmış, süt ve sürekli dişlerde DMFS değerlerinde düşüşler sağlanmıştır (Vermaire et al., 2014).

Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)

Ekskavatör benzeri el aletleri ile yumuşak çürüğün kaldırılarak temizlenen kavitenin fluorid salan kondanse olabilen cam iyonomer siman gibi adheziv bir materyal ile restorasyonunu içeren tekniktir. Tanzanya'da 1980 yılların ortasında ilk defa uygulanmış bu teknik, gelişmemiş ülkelerde diş tedavi servisleri ve elektriği olmayan bölgelerde, alan çalışmalarında uygulanması Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından da desteklenmektedir (Bhatiya et al., 2015). ART, restoratif bölüm ve buna ek olarak koruyucu eğitimi içeren iki aşamalı bir çürük yönetim stratejisini içerir. Oklüzal yüzeylerde restorasyonun ömrü açısından başarı oranı daha yüksek iken, iki yüzlü kavitelerde bu oran azalmaktadır (Hesse et al., 2016).

İnterim Terapötik Restorasyonlar (İTR)

İnterim terapötik restorasyon; uygulama açısından ART ile benzer tekniklerin kullanıldığı, geleneksel restoratif uygulamaların yapılamadığı nonkoopere ve özel gereksinimli hastalarda çürüğün ilerlemesini engellemek, durdurmak ve çürük kavitesinin restorasyonu amacıyla kullanılan yöntemdir (AAPD., 2022). ITR'de çürükten etkilenen demineralize diş dokularının kaldırılmasını takiben kavitenin flor salınımı yapan restoratif materyal ile doldurulması amaçlanmaktadır. ITR kimi zaman çok sayıda çürüğü olan hastalarda kademeli çürük kaldırmak amacıyla, aktif çürük lezyonlarının kontrolünde kimi zaman ise nonkopere hastalarda hastanın daimi restorasyon aşamasına uyumunu arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Aynı zamanda sürmekte olan azı dişlerinde oluşan çürüklerin tedavisinde yeterli izolasyonun sağlanamadığı vakalarda kullanılan yöntemdir (Amorim et al., 2018). ITR'de aktif çürük lezyonunun ilerlemesini engellemek amaçlanır ve uygulanan restoratif materyal belirli bir süre sonra daimi restorasyon ile değiştirilmelidir (Saber et al,. 2019). Geçen bu sürede hastaya ve

ailesine ağız bakım eğitimi verilerek, profesyonel koruyucu uygulamalar yapılarak ağız hijyeni en iyi seviyede tutulmalıdır. AAPD, ITR'nin genç hastalarda, non-koopere hastalarda, özel sağlık bakım ihtiyacı olan hastalarda ve geleneksel kavite hazırlığı yapmanın veya geleneksel diş restorasyonları yerleştirmenin mümkün olmadığı durumlarda diş çürüğünün ilerlemesini önlemek ve iyileştirmek için kullanılmasını destekler. Ayrıca, ITR, dişlerin kesin restorasyonu öncesinde birden fazla çürük lezyonuna sahip çocuklarda çürüğün ilerlemesini kontrol etmek için kullanılabilir (AAPD., 2022).

Pit ve Fissür Örtücü Uygulamaları

Pit ve fissür örtücü uygulaması, çürüğe eğilimli dişlerin pit ve fissürlerine, fissür örtücü materyalinin uygulanmasını içeren koruyucu konservatif bir yaklaşımdır. Bu sızdırmazlık maddesi daha sonra dişe mikromekanik olarak bağlanarak bakterileri besin kaynaklarından uzak tutan fiziksel bir bariyer sağlar. Piyasada çoğunlukla kullanılan üç tip fissür örtücü materyali bulunmaktadır. Bunlar rezin bazlı fissür örtücüler, cam iyonomer esaslı fissür örtücüler, poliasit modifiye fissür örtücülerdir (Kenneth et al., 2012). Fissür örtücülerin, açık, opak veya renkli olan türleri mevcuttur. Bu çeşit fissür örtücülerin birbirine göre üstün bir retansiyon oranı göstermediği, ancak renkli ve opak fissür örtücülerin diş hekimi tarafından daha doğru değerlendirilme avantajına sahip olduğu görülmüştür (Waggoner et al., 1996).

Fissür örtücü uygulamalarında invaziv ve non invaziv teknikten bahsedilebilir. İnvaziv teknik, dar ve derin fissürlere sahip oklüzal yüzeyde, pit ve fissürlerin genişletilmesini, pit ve fissürlerdeki organik materyal, plak ve ince yüzeyel mine tabakasının giderilmesini içeren bir yöntemdir. Bu teknik, asit ve fissür örtücülerinin fissürlerin daha derin bölgelerine nüfuz etmesine ve mine yüzey alanının artmasına olanak tanır. Non-invaziv teknik

ise diş yüzeyinde herhangi bir invaziv işlemy apılmadan, sadece mine yüzeyindeki artıkların temizlenmesi yoluyla uygulanan yöntemdir (Ünlügenç et al., 2020). Pit ve fissür örtücüler, çürüklerden korunmada ve çürük riskini azaltmada önemli rol oynamaktadır ve koruyucu diş hekimliğinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Hasta yaşı, dişin sürme zamanı, çocuğun kooperasyonu, tükürük ve nem izolasyonuna özen gösterilerek, en uygun fissür örtücü seçilmelidir. Ayrıca, düzenli yapılan kontroller sırasında bu örtücülerin gerektiğinde yenilenmesi önemlidir (Alkiş et al., 2023).

Rezin İnfiltratif Tekniği

Başlangıç mine lezyonlarının tedavisinde güncel yaklaşımlarından biri de rezin infiltratif tekniğidir. Bu teknik, başlangıç halindeki aproksimaldeki lezyonların ilerlemesini azaltmak için güvenli ve etkili bir tedavi olarak da uygulanmıştır (Altarabulsi et al., 2014). Çürük infiltrasyon tekniği, başlangıç lezyonlarını durdurabilmek amacıyla lezyon içi pörözitelerin düşük vizkoziteli bir rezin (infiltrant) ile doldurulması esasına dayanmaktadır. Çürük infiltrasyon tekniğinde, az mikarda demineralize yüzey minesi'nin uzaklaştırılması ve böylece lezyon gövdesine rezin infiltrasyonunun penetrasyonu amacıyla %15'lik hidroklorik asit ile 2-3 kez ön pürüzlendirme işlemini uygulanmaktadır. Bu işlem sonucunda rezin ile dolan pöröziteler, asitlerin difüzyonuna karşı oldukça dirençlidir. (Kielbassa et al., 2009,Çehreli et al., 2015). Bu teknikle yapılan çalışmalarda, tekniğin diş dokusunun korunmasında umut verici olduğu gözlenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Kielbassa et al., 2009).

Gümüş Diamin Florür Uygulaması (GDF)

Çürük dişin geleneksel tedavisi, çürük lezyonun uzaklaştırılmasının ardından kalan diş dokusunun restore edilmesini içermektedir. Fakat geleneksel tedaviye engel olan faktörler (örneğin; yaşa bağlı davranışlar veya sınırlı işbirliği, finansal

kısıtlamalar gibi) alternatif çürük yönetimi yöntemlerini gerektirebilir. Gümüş diamin florür (GDF), pediyatrik popülasyonda diş çürüklerini yönetmek için güvenli ve etkili bir alternatif teknik olarak kabul edilir. ABD'de pazarlanan GDF; %38 gümüş diamine florür içeren, pH'ı 10 olan renksiz bir sıvıda bulunan, %5 florür eşdeğerine sahip bir bileşiktir (AAPD, 2023). Mevcut çalışmalar, florür iyonlarının mine ve dentini remineralize etme etkisini göstermektedir. Gümüş iyonlarının ise başta tedavi edilen çürük dentinde antimikrobiyal etkisi bulunmaktadır (Chu et al., 2008). Yapılan bir çalışmada, GDF'nin dentindeki çürük lezyonlarının derinliklerinde en azından bazı antimikrobiyal etkiler sağladığı, ancak mikrobiyal büyüme için ekolojik koşulların olduğu yüzeyde daha az ölçüde antimikrobiyal etkiler sağladığı gösterilmektedir (Sulyanto et al,. 2021). Yapılan diğer bir çalışma, GDF'nin, dentin yüzey- lerinde oluşan S. mutans ve L. Acidophilus'un oluşturduğu karyojenik biyofilmlere karşı anti-mikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca GDF'nin, dentinin demineralizasyonunu yavaşlattığı ve kollajenin yok olmasını engellediğini göstermektedir (Mei et al,. 2013). GDF'nin yapısındaki flor içeriği sayesinde remineralizayonu artırdığı bilinmektedir. Uygulamayı takiben çürüğün siyaha boyanması, GDF'nin en önemli dezavantajıdır (Ballıkaya et al,. 2019).

GDF özellikle çocuk diş hekimliğinde kooperasyonun sağlanamadığı küçük yaş hastalarda iyi bir alternatif olabilir. CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment) 2019 kriterlerine göre, 0-5 yaş arası çocuklarda yüksek çürük riskine sahip olanların diş çürüklerinin tedavisinde flor vernik, interim terapötik restorasyon ve GDF kullanımı gibi minimal invaziv tedavi yaklaşımları tavsiye edilmektedir (Featherstone et al,. 2019).

Hall Teknik (HT)

Hall Tekniği (HT), medikal açıdan sağlıklı çocuk hastalarda, detaylı klinik ve radyografik değerlendirme sonrasında süt molar dişlerde pulpayı içine almayan, asemptomatik dentin çürüklerinin yönetiminde tercih edilen minimal invaziv bir tedavi yöntemidir. Bu teknikte çürük dokusunun uzaklaştırılmasına gerek duyulmaz. Uygulamanın başarılı olabilmesi için, ilgili dişte prefabrik paslanmaz çelik kron (PÇK) için yeterli koronal yapının mevcut olması, radyografik olarak interradiküler ya da periapikal bir patolojinin bulunmaması gerekir. Ayrıca, çürük lezyonuyla pulpa dokusu arasında en az 1 mm kalınlığında sağlam dentin dokusu (dentin köprüsü) bulunması, tedavinin başarı şansını artıran önemli bir kriterdir (Leal et al., 2029). Araujo ve arkadaşlarının 2017 yılında gerçekleştirdikleri bir çalışmada, klinik olarak belirti göstermeyen ve irreversible pulpitis bulguları taşımayan, okluzal veya proksimal çürük lezyonlarına sahip süt azı dişlerinde HT ile uygulanan PÇK'ların 1 yıl sonraki başarı oranı %98,5 olarak rapor edilmiştir (Araujo et al., 2017).

Hall tekniği hakkındaki ilk makale "British Dental Journal" da yayınlanmasının üzerinden 10 yıl ve ilk gündeme gelmesinin üzerinden de yaklaşık 20 yıl geçmiştir. Bu tekniği ilk ortaya atan Dr. Norna Hall yıllarca süt molarların üzerine Paslanmaz Çelik Kron uygulaması yaparak, hiç anestezi kullanmadan, diş hazırlığı yapmadan çürük dokusuyla baş edebilmeyi başarmıştır. O zamandan beridir çürüklerin, enfeksiyöz bir hastalık olmaktansa aslında biyofilm kaynaklı bir hastalık olduğu anlaşılmaya başlamıştır (Innes et al., 2017). HT ile çürük lezyonda bulunan bakterilerin beslenmeleri için gerekli olan substrata erişimlerinin engellenmesi sonucu biyofilm kompozisyonu daha az karyojenik bir mikrofloraya dönüşür, böylece süreç yavaşlar, çürük lezyonun aktivitesi ve ilerlemesi durdurulmaktadır (Santamaria et al., 2018).

Hall Tekniği, yalnızca klinik açıdan değil; aynı zamanda hekimler ve hasta yakınları tarafından da yüksek kabul gören bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Innes ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bir araştırmada, HT'nin konvansiyonel restorasyon yöntemlerine kıyasla hekimlerin %81'i ve ebeveynlerin %83'ü tarafından daha çok tercih edildiği bildirilmiştir. Hall Tekniği'ne dair marjinal kret yıkımı bulunan proksimal çürük lezyonlarına uygulanmış paslanmaz çelik kronların klinik kayıtlarını içeren ve retrospektif olarak analiz edilen ilk bilimsel yayın 2006 yılında yayımlanmıştır. O tarihten itibaren yapılan çeşitli araştırmalar, HT'nin birçok geleneksel restoratif yöntemle karşılaştırıldığında benzer düzeyde başarı oranları sunduğunu ortaya koymuştur. (Innes et al., 2008). Bu teknik uygulanmadan önce, geleneksel restoratif tedavilerde olduğu gibi, hastadan kapsamlı bir anamnez alınması esastır. Tedaviye karar verilmeden önce radyografik görüntüleme kullanılarak çürüğün pulpa ile olan ilişkisi ile beraber, interradiküler ve periradiküler alanların dikkatlice değerlendirilmesi gerekmektedir. (Evans et al., 2010)

Hall Teknik Uygulama Endikasyonları ve Kontrendikasyonları

Hall Teknik Endikasyonları:

1. Kaviteli veya kavitesiz aproksimal lezyonlarda,

2. Kavitesiz oklüzal lezyonları olup da fissür örtücü uygulamasını kabul etmeyen çocuklar,

3. Kaviteli oklüzal lezyonları olan çocuklarda, çocuk çürük kaldırımına izin vermiyorsa.

4. Yüksek çürük riskli hastalarda etkilenen yüzeylere bakılmaksızın asemptomatik çürük lezyonları olan süt azı dişleri

5. Hipoplazili süt azı dişlerinde uygulanmaktadır (Innes et al., 2017).

Hall Teknik Kontrendikasyonları:

1. Radyografilerde pulpa ile çürük arasında net bir şekilde dentin köprüsü gözlenmiyorsa,

2. İrrevesible pulpitis semptomları veya enfekte olan dişlerde,

3. Klinik veya radyolojik olarak pulpanın ekspoze olduğu durumlarda veya periradiküler patolojisi olan dişlerde,

4. Geleneksel tekniklerle restore edilemeyecek kadar dişin / kronun kırık olduğu durumlarda,

5. Havayolu güvenliği sağlanamayan çocuklarda uygulanmaktadır (Innes et al., 2017).

Hall Teknik Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

1. Tedavi süresi geleneksel restoratif tedavilere göre daha kısadır.

2. Lokal anestezi kullanılmaz.

3. Pulpanın ekspoz veya irritasyon riski yoktur.

4. Tedavi sırasında ağrı ve rahatsızlığın azalmasına bağlı olarak daha az anksiyete oluşur, özellikle kooperasyonu kısıtlı olan küçük çocuklarda tedaviye uyumu artırır (Arrow et al., 2020).

5. Proksimal veya çok yüzlü lezyonlar için yüksek klinik başarıya sahiptir (Altoukhi et al., 2020).

Dezavantajları:

1. Ortodontik separatörlere ihtiyaç durumuna ikinci seans gerekir.

2. Sert metal kuronun lokal anestezi olmaksızın sıkı temas noktalarından geçirilmesi çocuk için zorlayıcı olabilir (Rosenblatt et al., 2008).

3. Estetik açıdan metal kuronlar bazı çocuklar veya ebeveynler için kabul edilmeyebilir (Innes et al., 2007; Ludwing et al., 2014).

Hall Tekniğin Prosedürü

. PÇK solunması veya yutulması yoluyla çocuğa zarar vermemesi için yerleştirilmeden önce önlem alınmalıdır. Bu, çocuğu dik oturtarak yapılır. Yine, Kronun takılacağı yerde dil ve diş arasına gazlı bez tampon yerleştirilebilir, damağa kadar uzatılmalı ve ağız arkasını yuvarlatılması önemlidir. Alternatif olarak, kronu sabitlemek için bir mikro gözenekli bant parçası kullanılabilir

. Sıkı temas varsa ortodontik elastik ayırıcılar ile dişleri mezial ve distal kontaklardan ayırmak gerekir. Yer kazanılması için kronun yerleştirilmesini takiben 3-5 gün sonra geri çağırılması gerekir.

. Doğru PÇK seçildikten sonra, temas noktaları üzerinden PÇK'ya uygulanan hafif basınçla tam oturmaması için diş üzerinde pasif olarak denenir. PÇK ne çok gevşek ne de çok sıkı olmalıdır. Bu aşamada diş üzerinde denerken kron temas noktalarından geri yaylanma hareketi yapmalıdır.

. Kronun içi kuru olmalı ve cam iyonomer siman ile tam olarak doldurulmalıdır.

. Kron parmak basıncıyla dişin üzerine yerleştirilmeli, çocuktan ısırması istenmelidir.

. Artık siman uzaklaştırıldıktan sonra çocuktan 2-3 dk boyunca sıkıca ısırması istenilmeli ya da buna alternatif olarak kuvvetlice parmak basıncı uygulanmalıdır.

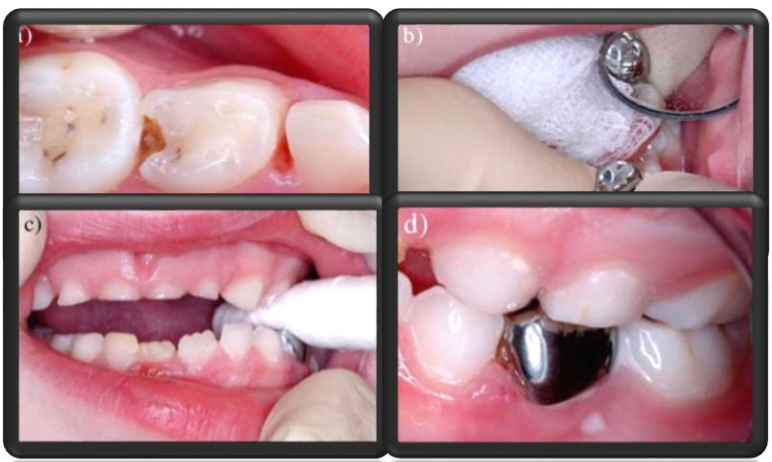
. Diş etinde oluşan beyazlık birkaç dakika içinde kaybolmaktadır. Oklüzal uyumsuzluk var ise sıklıkla birkaç hafta içinde düzelmektedir. Yapılan bir çalışmada, Hall tekniği ile tedavi sonrası oklüzyonun 15-30 gün sonra eski haline döndüğü gösterilmiştir.

. Karşıt taraftaki aynı numaralı dişle olan bukkal ilişki kontrol edilmelidir. Çapraz kapanışa neden olabilecek bir temas var ise oklüzyon yükseltilerek bu durum düzeltilmelidir.

. Çocuğa ve ailesine kronun ısırmada bir miktar yüksek hissedilebileceği, fakat bu durumun geçici olduğu mutlaka hatırlatılmalıdır.(Ghaith et al., 2017; Babaji ., 2015; Shimoli., 2020; Vander et al,. 2015)

Hall tekniği ile tedavi edilen tüm dişler, konvansiyonel tedavilerle aynı protokoller takip edilerek klinik ve radyografik olarak izlenmelidir. Diş ağrı, sinüsler, şişlik ve interradiküler radyolüsensi veya kök rezorpsiyonu belirtileri açısından radyografik olarak değerlendirilmelidir (Evans et al,. 2015)

Resim 1. a,b,c,d Hall Teknik Uygulaması (Innes et al,. 2017)



Kaynakça

Dawson, A. S., & Makinson, O. F. (1992a). Dental treatment and dental health. Part 1. A review of studies in support of a philosophy of Minimum Intervention Dentistry. Australian Dental Journal, 37(2), 126-132. .

Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a re- view: report of a FDI task group. Int Dent J 62(5):223-43.

Pitts N. Preventive and minimal intervention dentistry in the undergraduate curriculum. J Dent. 2011;39 Suppl 2:S41-8.

Bhatiya P, Thosar N. Minimal invasive den- tistry-An emerging trend in pediatric dentistry: A review. Int J Contemp Dent Med Rev, vol.2015,Article ID: 320115. doi: 10.15713/ ins.ijcdmr. 51.

Marwah N. Minimal intervention. Textbook of PediatricDentistry. 2nd ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers 2009. s. 450-5.

Ekstrand KR, Christiansen MEC. Outcomes of a Non-Operative Caries Treatment Programme for Children and Adolescents. Caries Res 2005;39:455-67.

Vermaire JH, Poorterman JHG, van Herwijnen L, van Loveren C. A Three Year Randomized Controlled Trial in 6-Year-Old Children on Caries-Preventive Strategies in a General Dental Practice in the Netherlands Caries Res 2014;48:524-33.

BhatiyaP, ThosarN.*Minimal invasive dentistry -An emerging trend in pediatric dentistry: A review,* Int J Contemp Dent Med Rev, vol. 2015, Article ID: 320115, 2015. doi: 10.15713/ins.ijcdmr. 51

American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on Interim Therapeutic Restorations (ITR). Ref Man Pediatr Dent Chicago, Ill Am Acad Pediatr Dent. 2022:78-79.

Amorim RG, Frencken JE, Raggio DP, Chen X, Hu X, Leal SC. Survival percentages of atraumatic restorative treatment (ART) restorations and sealants in posterior teeth: an updated systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. 2018;22(8):2703-2725. doi:10.1007/s00784-018-2625-5

Saber AM, El-Housseiny AA, Alamoudi NM. Atraumatic restorative treatment and interim therapeutic restoration: A review of the literature. Dent J. 2019;7(1):1-10. doi:10.3390/dj7010028

Kenneth J. Anusavice, Shen C, Rawls HR, eds. Phillips' Science of Dental Materials. Elsevier Health Sciences.; 2012.

Waggoner WF, Siegal M. Pit And Fissure Sealant Application: Updating The Tecnique. J Am Dent Assoc. 1996;127(3):351- 361. doi:10.14219/jada.archive.1996.0205

Ünlügenç E, Bolgül B. Güncel Fissür Örtücüler Literatür Derlemesi. Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg. doi:10.17567/ataunidfd.622677 2020:507-518.

Alkiş M, Akar M. Koruyucu Diş Hekimliğinde Pit ve Fissür Örtücülere Genel Bakış. 2023:36-40.

Altarabulsi MB, Alkilzy M, Petrou MA, Splieth C. Clinical safety, quality and effect of resin in- filtration for proximal caries. Eur J Paediatr Dent. 2014;15(1):39-44.

Kielbassa AM, Muller J, Gernhardt CR. Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infil- tration technique of incipient (proximal) enamel lesions. Quintessence Int 2009;40(8): 663-81.

Çehreli ZC. Sabit Ortodontik Tedavi ile Gelişen Mine Dekalsifikasyonları: Bir Kısa Güncelleme. Turkiye Klinikleri J Pediatr Dent- Special Topics 2015;1(1):91-4.

American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on the use of silver diamine fluoride for pediatric dental patients. Pediatr Dent. 2023. (İnternet Kaynağı, Erişim Tarihi) guidelines/p_silverdiamine.pdf.

Chu CH, Lo ECM. Microhardness of dentine in primary teeth after topical fluoride applications. J Dent. 2008;36(6):387-391. doi:10.1016/j.jdent.2008.02.013

Sulyanto RM, Beall CJ, Berger MB, et al. Silver diamine fluoride alters microbial communities in subsurface dentin. JADA Found Sci. 2022;1:100004. doi:10.1016/j.jfscie.2021.100004

Mei ML, Chu CH, Low KH, Che CM, Lo ECM. Caries arresting effect of silver diamine fluoride on dentine carious lesion with S. mutans and L. acidophilus dual-species cariogenic biofilm. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2013;18(6):2-9. doi:10.4317/medoral.18831

Ballıkaya E, Çehreli ZC. The Role of Silver Diamine Fluoride on the Management of Dental Caries. Turkiye Klin J Dent Sci. 2020;26(2):276-284. doi:10.5336/dentalsci.2019-66600

Featherstone JDB, Crystal YO, Chaffee BW, Zhan L, Ramos-Gomez FJ. An Updated CAMBRA Caries Risk Assessment Tool for Ages 0 to 5 Years. J Calif Dent Assoc. 2019;47(1):37-47. doi:10.1080/19424396.2019.12220744

Leal SC, Takeshita EM. Pediatric restorative dentistry. Switzerland: Springer; 2019.

Araujo M, Olegario I, Hesse D, et al. ART versus Hall Technique in primary molars: 1-year survival cost and analysis of a RCT. Caries Research. 2017;51: 290-385.

Innes NP, Evans DJ, Bonifacio CC, Geneser M, Hesse D, Heimer M, Kanellis M, Machiul- skiene V, Narbutaité J, Olegário IC, Owais A, Araujo MP, Raggio DP, Splieth C, van Amerongen E, Weber-Gasparoni K, Santa- maria RM. The Hall Technique 10 years on: Questions and answers. Br Dent J 2017;222(6):478-83.

Santamaría, R., & Innes, N. (2018). Sealing Carious Tissue in Primary Teeth Using Crowns: The Hall Technique. Monographs in oral science, 27, 113–123. (İnternet Kaynağı, Erişim Tarihi)

Innes, N. P., Stirrups, D. R., Evans, D. J., Hall, N., & Leggate, M. (2006). A novel technique using preformed metal crowns for managing carious primary molars in general practice- a retrospective analysis. British dental journal, 200(8), 451–444.

Evans, C. D., & Innes, N. (2010). The Hall Technique.A minimal intervention, child centred approach to managing the carious primary molar. A Users Manual. University of Dundee.

Arrow, P., & Forrest, H. (2020). Atraumatic restorative treatments reduce the need for dental general anaesthesia: a non-inferiority randomized, controlled trial. Australian Dental Journal, 65(2), 158-167.

Altoukhi, D. H., & El-Housseiny, A. A. (2020). Hall Technique for Carious Primary Molars: A Review of the Literature. Dentistry

Rosenblatt A. (2008). The Hall technique is an effective treatment option for carious primary molar teeth. Evidence-based dentistry, 9(2), 44–45. (İnternet Kaynağı, Erişim Tarihi)

Innes, N. P., Evans, D. J. P., & Stirrups, D. R. (2007). The Hall Technique; a randomized controlled clinical trial of a novel method of managing carious primary molars in general dental practice: Acceptability of the technique and outcomes at 23 months. BMC Oral Health, 7(1), 18. https://doi.org/10.1186/1472-6831-7-18

Ludwig, K. H., Fontana, M., Vinson, L. A., Platt, J. A., & Dean, J. A. (2014). The success of stainless steel crowns placed with the Hall technique: a retrospective study. Journal of the American Dental Association (1939), 145(12), 1248– 1253.

Shah, S. (2020). Hall Technique: A clinical review. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 7(11), 8333–8337.

Babaji, P. (2015). Crowns in pediatric dentistry (1st ed., p. 2). Jaypee Pub Ltd.

Ghaith, B., & Hussein, I. (2017). The Hall Technique in paediatric dentistry: A review of the literature and an "All Hall" case report with a 24-month follow-up. Stomatology Edu Journal, 4(3), 208–217.

Evans, D., & Innes, N. (n.d.)(2015). The Hall Technique: A minimal intervention, child centred approach to managing the carious primary molar. A user's manual (4th ed., p. 1). University of Dundee.

CHAPTER 11

MODERN DİŞ HEKİMLİĞİNDE SESSİZ DEVRİM: CAM İYONOMER SİMANLAR

Merve GÜNGÖR[1]
Buket AYNA[2]

Giriş

Diş hekimliğinde temel restoratif materyallerden biri olarak kabul edilen cam iyonomer simanlar (CİS), geliştirilip kullanıma sunulmalarından bu yana çeşitli klinik uygulamalarda geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Peker, 2023).

Silikat ve polikarboksilat siman kombinasyonu olan CİS, ilk kez 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından ASPA (aluminosilicatepolyacrylic asit) adıyla diş hekimliğine kazandırılmıştır. "Cam iyonomer siman" terimi, sertleşme sürecinin büyük ölçüde veya tamamen asit-baz reaksiyonuna dayandığı, sürekli florür salımı gerçekleştirebilen ve florür deposu görevi

[1] Arş.Gör.,Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diyarbakır/Türkiye, Orcid: 0009-0001-5477-4517, dt.mervegunes92@gmail.com
[2] Prof.Dr., Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diyarbakır/Türkiye, Orcid: 0000-0003-1963-8568, buketayna@hotmail.com

görebilen materyaller için kullanılmaktadır (Nezir, 2021), (Sarı ME, 2019).

Kullanım kolaylığı, florür salımı ve yeniden florür yüklenebilme özellikleriyle antikaryojenik potansiyel sunması, biyouyumluluğu, diş dokularına kimyasal bağlanabilmesi ve termal genleşme katsayısının diş dokularına yakın olması gibi avantajları sayesinde CİS, diş hekimliğinde oldukça tercih edilen restoratif materyaller arasında yer almaktadır (SN., 2022).

Cam İyonomer Simanların Kimyasal Yapısı ve Sertleşme Mekanizması

Geleneksel cam iyonomer simanlar (GCİS) temel olarak iki ana bileşenden oluşmaktadır: fluoro-aluminosilikat cam tozu ve karboksilik asitler içeren poli-alkenoik asitlerden oluşan bir sulu çözelti. Sulu fazın temel bileşeni poliakrilik asittir. Bununla birlikte, kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla çözeltiye polivinil fosfonik asit, poliakrilik asit, polimaleik asit, akrilik asit-itakonik asit kopolimeri, akrilik asit-maleik asit kopolimeri, akrilik asit-2 bütan dikarboksilik asit kopolimeri de eklenmiştir. Ayrıca, işlenebilirlik özelliklerini artırmak ve çalışma süresini düzenlemek için sıvı bileşime tartarik asit ilave edilmektedir. Poliasitler, simanın nemli ortamda herhangi bir yüzey ön işlemi gerekmeksizin diş dokularına ve metallere adezyonunu mümkün kılmaktadır. Radyopaklık özelliğini artırmak amacıyla ise baryum ve stronsiyum tuzları formülasyona dahil edilmiştir (Vivek Mehta, 2024), (SN., 2022).

CİS'lerin sertleşme süreci, poliakrilik asitte bulunan karboksilat grupları ile diş sert dokularında yer alan fosfat iyonları arasındaki asit-baz reaksiyonu sonucu gerçekleşmektedir. Sertleşme, cam partiküllerinin asidik solüsyonla temas etmesiyle başlar. Yüksek asiditeye sahip bu sıvı ortam, silikat cam taneciklerinin çevresindeki bölgeleri çözerek ortama kalsiyum (Ca^{2+}), alüminyum (Al^{3+}), sodyum (Na^{+}) ve florür (F^{-}) gibi iyonların

salınımına neden olur. Polimer yapıdaki karboksil grupları bu metalik iyonlarla etkileşime girerek iyonik çapraz bağlarla oluşan tuz köprüleri meydana getirir; bu süreçte cam partiküllerinin yüzeyinde silika hidrojel oluşur.

Sertleşmenin başlangıç fazında oluşan jel yapısı oldukça zayıftır ve yüksek çözünürlüğe sahip kalsiyum poliakrilat tuz zincirlerinden oluşur. Bu erken evrede siman nemle karşılaşırsa, Ca^{2+} ve Al^{3+} iyonlarının ortamdan uzaklaşması, simanın yapısal bütünlüğünü ciddi ölçüde zayıflatabilir. İlk 24–72 saatlik süre içinde, kalsiyum iyonlarının yerini daha yavaş tepkimeye giren üç değerli alüminyum (Al^{3+}) iyonları alır ve böylece daha fazla çapraz bağ içeren, mekanik olarak daha dayanıklı bir matriks yapısı gelişir. Sertleşme reaksiyonu sonrası, reaksiyona girmemiş cam partikülleri, simanı güçlendiren dolgu partikülleri olarak işlev görür.

CİS'ler, yapılarında önemli miktarda gevşek bağlı su bulundurur ve hidrofilik karakterleri nedeniyle sertleşme süreci boyunca hem dehidratasyon hem de aşırı nem etkilerine oldukça duyarlıdır. Bu nedenle, sertleşme tamamlanmadan önce maruz kalınan nem değişimleri, materyalin translusentliğinin azalmasına**,** aşınma ve çözünmeye karşı direncinin düşmesine yol açarak, restorasyonun uzun dönem başarısını olumsuz etkileyebilir (SN., 2022).

CİS'lerin başlangıç sertleşme süresi 2–3 dakika olmakla birlikte, tam kimyasal sertleşme reaksiyonu yaklaşık 48 saat içinde tamamlanır. Sodyum ve florür iyonları ise matriks içerisinde tepkimeye girmeden kalır. Simanın nihai "matürasyonu" birkaç ay sürebilir; bu süreçte alüminyum iyonları yavaşça serbest kalır ve asit ile cam arasındaki su bağlanması devam eder (Vivek Mehta, 2024), (Saraswathy, 2024).

Cam İyonomer Simanların Diş Dokularına Bağlanma Mekanizması

CİS, diş dokularına birkaç aşamalı bir adezyon mekanizması ile bağlanır. İlk olarak, karıştırılan simanın uygulanması, diş yüzeyinin homojen bir şekilde ıslanmasını sağlar. Bu aşama, hem simanın hem de diş yüzeyinin hidrofilik özellikleri tarafından desteklenmektedir. Simanda yer alan serbest karboksil grupları ile diş yüzeyindeki bağlı su molekülleri arasında hidrojen bağlarının oluşması, adezyonun başlangıcını oluşturur. Zamanla bu zayıf bağların yerini, diş dokusunda bulunan katyonlar ile simandaki anyonik fonksiyonel gruplar arasında oluşan iyonik bağlar alır. Bu süreç, diş ile siman arasında yavaş gelişen bir iyon değişim tabakasının oluşmasına neden olur (SN., 2022).

Florür Salınımı

CİS'lerin sertleşme reaksiyonunda ortaya çıkan en önemli ürünlerden biri, cam matriksten salınan florür iyonudur. Florür, iyon değişimi yoluyla cam yapıdan salınır; bu süreçte, florür iyonları karboksil grupları ve su molekülleri ile yer değiştirir. Bu salınım, yalnızca başlangıç evresiyle sınırlı olmayıp, uzun süreli bir süreç boyunca devam etmektedir. GCİS, antikaryojenik materyal olarak kabul edilmektedir.

Sertleşme reaksiyonunun ilk 24 saatlik döneminde gözlenen yüksek florür salınımı, cam tozlarının polialkenoik asit ile etkileşime girmesi sonucu oluşan bir "patlama etkisi" (burst effect) ile açıklanmaktadır. Florür salınımı, bu erken dönemde oldukça yüksektir; 24 ila 72 saat içerisinde azalmakta ve 10–20 gün içinde belirli bir düzeye sabitlenmektedir. Siman yapısında bulunan florür ise genellikle birkaç ay içinde tükenmektedir.

Cam iyonomer simanlar, asidik ortam koşullarında florür salarak ortamın pH'ını yükseltmekte, böylece çevrede tamponlama etkisi oluşturarak çürük oluşumuna karşı koruyucu rol

üstlenmektedir. Ayrıca, salınan florür iyonları, diş yapısında fluoroapatit kristalleri oluşumunu teşvik ederek, demineralizasyona karşı dirençli bir yapı meydana getirmektedir. GCİS'ler, çevresel florür konsantrasyonuna bağlı olarak dış ortamdan florür alabilir ve yeniden florür ile yüklenebilirler; bu nedenle literatürde sıklıkla bir "florür deposu" olarak tanımlanmaktadırlar (SN., 2022).

2023 yılında yapılmış bir derlemenin sonuçlarına göre;

Florür salınımı iki aşamalıdır:

- İlk aşama: Hızlı "yıkanma" dönemidir.
- İkinci aşama: Uzun dönemli salınım olup, nötr pH'ta difüzyon, asidik pH'ta ise çözünme şeklindedir.

CİS, florür salımı yoluyla hem antimikrobiyal etki hem de remineralizasyonu teşvik edici etki gösterebilir. Ancak bu etkilerin klinik anlamda kayda değer olup olmadığı, florürün diğer yaygın kaynaklarla birlikte kullanımına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. CİS'lerin florür salımı önemli bir biyolojik avantaj sağlasa da, florür katkılı diğer ajanların mevcut olduğu durumlarda bu etkinin marjinal olabileceği vurgulanmaktadır (John W. Nicholson S. K., 2023).

2019 yılında yapılan bir araştırma makalesinde, cam iyonomer esaslı farklı restoratif materyaller mikro sızıntı ve flor salınımı açısından karşılaştırılmış, En düşük sızıntı GCİS (ketac molar) grubunda, ardından kompomer (dyract-freedam), en yüksek ise RMCİS (equia) grubunda gözlenmiştir. Flor salınımı açısından Equia (RMCİS) materyalinin en başarılı, kompomerlerin ise en az başarılı grup olduğu görülmüştür (E Bahsi, 2019).

Cam İyonomerlerin Sınıflandırılması

Cam iyonomer simanlar, klinik uygulama alanlarına ve kimyasal bileşimlerine göre sınıflandırılabilmektedir.

Klinik uygulama alanlarına göre:

Tip 1: Kron, köprü ve braketlerin yapıştırılmasında kullanılan simanlar

Tip 2: Restoratif simanlar

a. Estetik: Anterior bölgede estetik amaçlı kullanılan geleneksel veya rezin modifiye cam iyonomer simanlar

b. Güçlendirilmiş: Aşınma direnci daha fazla olan posterior bölgede kullanılan cam iyonomer simanlar

Tip 3: Kaide materyali, pit ve fissür örtücü olarak kullanılan simanlar

Tip 4: Kanal dolgu patı olarak kullanılan simanlar (Dt.Tuğba KAYA, 2013), (Özgür KANIK, 2016), (Peker, 2023), (Nezir, 2021).

Kimyasal bileşimlerine göre:

1. Geleneksel cam iyonomer simanlar (GCİS)
2. Hibrit cam iyonomer simanlar
   a. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS)
   b. Poliasit modifiye kompozit rezinler (Kompomerler)
3. Yüksek visköziteli cam iyonomer simanlar (YVCİS)
4. Giomerler
5. Nano-iyonomerler (Nezir, 2021).

1. Geleneksel cam iyonomer simanlar (GCİS)

GCİS, bir asit-baz reaksiyonu ile tepkimeye giren bazik bir toz ile asidik sulu bir sıvı çözeltiden oluşmaktadır. (LUPPIERI V., 2025) Sertleşme reaksiyonu, asit-baz reaksiyonudur ve toz ile sıvının karıştırılmasıyla başlar (Kelsey Xingyun Ge, 2024). GCİS, biyouyumluluk, diş dokusuna benzer termal genleşme katsayısı, mine ve dentine kimyasal bağlanma, yerinde florür emilimi ve salınımı (bir florür rezervuarı gibi davranma) ile kompozit rezinlere

kıyasla daha düşük nem hassasiyeti gibi özelliklerle karakterizedir. Düşük organik asit içerikli bir yüzey düzenleyici ile birlikte kullanıldıklarında diş sert dokularına daha iyi bağlanabilmektedir. Ancak bu materyallerin mekanik özellikleri zayıftır ve estetik açıdan da sınırlı niteliklere sahiptirler. Bu materyallerin en büyük dezavantajı ise retansiyonlarının düşük olmasıdır. GCİS'lerin sulu ortamda yüksek çözünürlüğe sahip olması nedeniyle, asit-baz reaksiyonunun erken aşamalarında materyalin şekil bozulmasını veya yerinden ayrılmasını önlemek amacıyla ağız sıvıları ile temasından kaçınılması büyük önem taşır. Materyalin tam sertleşmesi ise 24 saat içerisinde gerçekleşir (Özgür KANIK, 2016), (LUPPIERI V., 2025).

Yapılan çalışmalar, CİS'in beş yıllık sağkalım oranının yaklaşık %65 olduğunu göstermiştir; başarısızlık nedenleri arasında en yaygın olanlar restorasyonun bozulması ve sekonder çürük oluşumudur (Tiantian Guo, 2024).

2019 yılında yapılan bir çalışma; Equia Forte Fil'in yalnızca GCİS'lerle karşılaştırıldığında değil, aynı zamanda florür salımı, mikroyapı ve sertlik yönünden de güçlü bir restoratif aday materyal olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle minimal invaziv ve yüksek flor ihtiyacı olan klinik senaryolarda (ör. pediatrik hastalar, çürük riski yüksek bireyler) kullanımı önerilmektedir (Maryam Moshaverinia, 2019).

2. Hibrit cam iyonomer simanlar

a. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS)

GCİS'ler gibi, RMCİS'ler de bazik bir toz (floroaluminosilikat cam tozları) ve asidik bir sıvıdan (HEMA (2-Hidroksietil metakrilat), metakrilat grupları, poliakrilik asit, tartarik asit ve %8 oranında su) oluşur. Ancak bu materyallerin sıvı bileşimine, ayrıca bir akrilik monomer (örneğin hidroksietil metakrilat – HEMA) ve bir fotobaşlatıcı da eklenmiştir.

RMCİS'lerin sertleşme süreci, asit-baz reaksiyonu ile birlikte gerçekleşen ve rezin bileşeninin ya oto-aktivasyonla ya da ışıkla aktivasyon yoluyla polimerizasyonunu içeren çift aşamalı bir reaksiyondur. 11. Kimyasal, ışıkla, çift ve üçlü kürleme çeşitleri vardır. Materyal HEMA ile reaksiyona girecek kimyasal bir indikatör içeriyorsa, bu durumda üç aşamalı bir sertleşme görülür.

%80 cam iyonomer siman ve %20 rezin esaslı hibrit bir restoratif materyalin karışımından oluşur. GCİS'lerin düşük mekanik dayanıklılık, nem duyarlılığı, aşınma direnci ve estetik yetersizlik gibi geleneksel problemlerini aşmak amacıyla, RMCİS 1989 yılında geliştirilmiştir. RMCİS, GCİS in florür salınımı ve klinik uygulama kolaylığı gibi avantajlarını korurken, estetik açıdan daha üstün bir görünüm sunar. GCİS'lere göre daha yüksek çekme dayanımı gösterirler (Kelsey Xingyun Ge, 2024), (Özgür KANIK, 2016), (Smritti Jaiswal, 2022).

Kimyasal bileşimleri sayesinde, rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RM-CİS), konvansiyonel cam iyonomer simanlara kıyasla geliştirilmiş mekanik ve estetik özellikler ile birlikte ağız ortamında daha düşük çözünürlük sunar. Ayrıca, çift aşamalı sertleşme reaksiyonu uygulama kolaylığını artırmakta olup, bu durum özellikle pedodontik restoratif diş hekimliğinde büyük avantaj sağlamaktadır (Özgür KANIK, 2016), (LUPPIERI V., 2025).

Sıklıkla RMCİS formülasyonlarına eklenen rezinler şunlardır:

Bisfenol-A glisidilmetakrilat (Bis-GMA)

Üretan dimetakrilat (UDMA)

Trimetilen glikoldimetakrilat (TEGDMA)

2-hidroksietil metakrilat (HEMA) (Özgür KANIK, 2016), (Smritti Jaiswal, 2022), (Kelsey Xingyun Ge, 2024).

Firma talimatlarına uygun şekilde polimerizasyon gerçekleştirilse dahi, rezidüel HEMA (hidroksietil metakrilat) salınımı meydana gelebilir. Bu durum, pulpa biyolojisini hassasiyet gelişiminden inflamasyona kadar çeşitli düzeylerde olumsuz etkileyebilir ve alerjik reaksiyonlar ile kontakt dermatit gibi durumlara neden olabilir. Sonuç olarak, içerdiği HEMA nedeniyle, RMCİS'lerin biyouyumluluğu GCİS'lere kıyasla daha düşüktür.

Sınıf II restorasyonların üç yıllık klinik sonuçlarının değerlendirildiği bir çalışmada, %94'lük bir başarı oranı bildirilmiş; ayrıca GCİS ile yapılan restorasyonların başarısızlık riskinin, RMCİS restorasyonlara kıyasla beş kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Sınıf II kavite preparasyonlarında, yüzey düzeltici ajan uygulanan ve uygulanmayan RMCİS ile kompomer restorasyonların ortalama klinik ömrünün yaklaşık beş yıl olduğu, ayrıca restorasyonun ömrünü etkileyen en belirgin faktörün uygulayıcı klinisyenler arasındaki farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Restorasyon başarısızlıklarının başlıca nedenleri; materyal kırığı, retansiyon kaybı ve endodontik komplikasyonlar olarak sıralanmaktadır (Özgür KANIK, 2016).

Florür salınımı, ilk 24 saat içerisinde en yüksektir, 7. günden sonra azalmaya başlar ve 10 gün ile 3 hafta arasında sabit bir seviyeye ulaşır. Salınım; matriks bileşeni, dolgu tipi ve florür içeriği gibi materyale bağlı değişkenlerin yanı sıra; depolama ortamı, çözeltinin değiştirilme sıklığı, tükürüğün bileşimi ve pH'ı, plak ve pelikıl oluşumu, toz-sıvı oranı, karıştırma ve sertleştirme süresi ile maruz kalan yüzey alanı gibi deneysel değişkenlerden de etkilenir (Eun Young Park, 2020).

GCİS ile karşılaştırıldığında, RMCİS daha iyi mekanik dayanım sağlar; ancak biyouyumluluğu daha düşüktür. Bunun temel nedeni, 2-hidroksietil metakrilat (HEMA) monomerinin esas olarak

ilk 24 saat içerisinde RMCİS'ten salınmasıdır (Rinky Kukreja, 2022).

2021 yılında yapılmış bir metanalizde; RMCİS, süt dişlerinde yüksek bağlanma gücü ve uzun vadeli stabilite sunarak GCİS'e kıyasla üstün performans göstermiştir. Bu bağlanma, hem kimyasal (karboksil-Ca bağları) hem de mikromekanik (HEMA, hibrit tabaka oluşumu) mekanizmalarla sağlanmaktadır (Tamara Peric, 2021).

2019 yılında yapılmış başka bir çalışmada ise; CİS'lerin farklı karıştırma yöntemlerinin (manuel, mekanik ve kullanıma hazır) basma dayanımı ve florür salınımı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Karıştırma yöntemi, özellikle GCİS'lerde, hem basma dayanımını hem de ilk gün florür salınımını önemli ölçüde etkilemektedir. RMCİS'lerde, karıştırma yönteminin etkisi sınırlı kalmıştır; bu durum muhtemelen foto-aktivasyonun dominant etkisine bağlanmaktadır. Kullanıma hazır materyaller, zaman avantajı sunarken bioaktif özellikler (ör. florür salınımı) yönünden sınırlıdır (Gilliard Lima Oliveira, 2019)

GCİS ve RMCİS'lerin yıllık başarısızlık oranları sırasıyla %7.6 ile %16.6 ve %1.9 ile %16.9 arasında değişmektedir. Genel olarak CİS'lerin, özellikle de RMCİS'lerin süt dişlerinde sekonder çürük oluşumunu önlemedeki klinik performanslarının kompozit rezinlere kıyasla daha üstün olduğu görülmektedir (LUPPIERI V., 2025).

2022 yılında yapılan bir çalışma; GCİS (Fuji IX) ile RMCİS (Vitremer) materyallerinin asidik içeceklerle karşılaştıktan sonra yüzey pürüzlülüklerinde meydana gelen değişiklikleri karşılaştırmıştır. En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri, her iki materyal için de 14 gün süreyle asidik içeceklere maruz bırakıldığında gözlenmiş; Fuji IX (GCİS), asidik ortama karşı daha duyarlı bulunmuş; bu materyalde pürüzlülük artışı Vitremer'e

kıyasla belirgin şekilde daha yüksek gözlenmiştir. Vitremer (RMGIC)'in, daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri gösterdiği ve asidik çözeltilere karşı daha dirençli olduğu saptanmıştır. En çok yüzey bozulmasına neden olan içecek Coca-Cola, en az etkileyen ise yapay tükürük olmuştur (Irina Nica, 2022).

b. Poliasit modifiye kompozit rezinler (Kompomerler)

Kompomerler, yapısında üretan dimetakrilat (UDMA)**,** hidroksietil metakrilat (HEMA)**,** bütan tetra karboksilik asit içeren rezinler ve asit monomer barındıran materyallerdir. Bu materyallerin sertleşme mekanizması, ışıkla aktive olan fotopolimerizasyon sürecine dayanır ve genellikle tek bileşenli formda sunulurlar. İçeriklerinde su bulunmadığı için, asit-baz reaksiyonunun başlayabilmesi amacıyla materyalin ağız ortamındaki tükürük ile temasa geçmesi gereklidir. Bu temas sonrası, cam doldurucu partiküllerinden matrikse doğru florür iyonu salınımı gerçekleşir (SN., 2022).

Bu materyal, kompozitlerin dayanıklılığı ve estetik özelliklerini, CİS'in florür salınımı ile birleştirir. Gerçekten de, sürekli florür salınımı sayesinde asidik ortamı tamponlayıcı bir etki gösterdiği ve restorasyonla temas eden aproksimal yüzeylerde çürük oluşumunu önleyebileceği öne sürülmüştür. Ancak, kompomerlerden salınan florür miktarı CİS'lere kıyasla daha düşüktür. Kompomerler ayrıca, estetik görünüm, diş dokusuna adezyon ve süt dişleriyle benzer aşınma paternleri gibi fiziksel ve mekanik özellikleri açısından bazı olumlu nitelikler sunar. Ek olarak, kompomerlerin bükülme direnci daha yüksek, aşınma oranı ise CİS'lere göre oldukça düşüktür (Kübra Andas, 2023).

Bu restoratif materyal, iki karboksil gruplu dimetakrilat monomerler ve GCİS'lerde bulunan iyon salabilen cam benzeri doldurucular içermektedir. Bunlara ilaveten, reaksiyon başlatıcılar, stabilizörler ve pigmentler bulunur. İçeriğinde %20-30 oranında CİS

ve %70-80 oranında kompozit rezin bulunur. Kompomerler %13 oranında florür ihtiva eder ve florür salınımları da oldukça düşüktür. Kompomerlerin fiziksel ve estetik özellikleri kompozit rezinlere daha yakındır. Uygulamaları kolaydır ve ışıkla polimerize olmaları tercih edilme nedenlerindendir (Özgür KANIK, 2016), (Peker, 2023).

Kompozit rezinlere benzer estetik ve mekanik özellikleri, ışıkla polimerize olmaları ve klinikte kolay uygulanabilir olmaları, kompomerleri restoratif diş hekimliğinde tercih edilen materyaller haline getirmiştir (Peker, 2023).

Literatürde yer alan çalışmalarda, kompomer materyallerin florür salım düzeylerinin, GCİS ve RMCİS'lere kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu farkın, kompomer yapısındaki florür iyonlarının, ağız içi sıvılarla temas etmeden önce doldurucu partiküllere bağlanmasıyla açıklanabileceği belirtilmektedir (SN., 2022).

Dahil edilen sistematik derlemelerin çoğu, kompomerlerin Sınıf I ve II kavite restorasyonlarında diğer dental dolgu materyalleriyle karşılaştırıldığında başarı oranlarını incelemiştir. Toplam 13 sistematik derleme, kompomerlerin süt dişlerinde RMCİS, rezin kompozitler ve amalgam ile benzer klinik performans sergilediğini göstermiştir. Genel olarak, rezin içeriğine sahip restoratif materyallerin klinik başarıları benzer düzeydedir; ancak CİS diğer dolgu materyallerine kıyasla başarısızlığa daha yatkın bulunmuştur (Kübra Andas, 2023).

Dahil edilen sistematik derlemelerin çoğunda, kompomerlerin diğer restoratif materyallerle benzer klinik performansa sahip olduğu bildirilmiştir. Genel olarak, reçine içeren restoratif materyallerin (örneğin RMGIC, kompozitler ve kompomerler) benzer klinik performans gösterdiği ve CİS'lerle

karşılaştırıldığında daha üstün olduğu raporlanmıştır (Kübra Andas, 2023).

Kompomerlerin temel özelliği, su içermemeleri ve bileşenlerinin büyük ölçüde kompozit rezinlerle aynı olmasıdır. Genellikle bis-GMA veya türevleri ile/veya üretan dimetakrilat gibi hacimli makromonomerler, trietilen glikol dimetakrilat gibi viskozite düşürücü monomerlerle karıştırılarak kullanılır. Bu polimer sistemleri, kuvars veya $SrAlFSiO_4$ gibi silikat esaslı cam gibi reaktif olmayan inorganik tozlarla doldurulur. Bu tozlar, silan kaplaması ile kaplanarak sertleşmiş materyalde dolgu ve matriks arasındaki bağ kuvvetlendirilir (Eun Young Park, 2020).

Kompomerler, ayrıca klasik kompozitlerden farklı monomerler de içerir; bu nedenle az miktarda asidik fonksiyonel grup içeren bileşenler bulunur. Bu gruptaki en yaygın kullanılan monomer, TCB (2-HEMA'nın bütan tetrakarboksilik asitle oluşturduğu di-ester)'dir. Ayrıca kompomerlerde, CİS'lerde kullanılanlara benzer reaktif cam tozları da yer almaktadır (Eun Young Park, 2020).

Kompomerler, su absorbe edecek şekilde tasarlanmıştır ve suya maruz kaldıklarında kütlelerinde %2–3,5 oranında artış gözlenebilir. Bu su absorpsiyonu sürecinin, karboksilik asit gruplarının nötralizasyonunu içerdiği gösterilmiştir. Bu nötralizasyon, su difüzyon hızına bağlı olarak yavaş bir şekilde gerçekleşir. Su absorpsiyonu yoluyla nötralizasyon, kompomerlerin fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Bu mekanizma, orta düzeyde su emilimi olan ancak bu durumdan mekanik özellikleri etkilenmeyen geleneksel kompozit rezinlerden farklıdır (Eun Young Park, 2020).

3. Yüksek visköziteli cam iyonomer simanlar (YVCİS)

GCİS'lerin yetersiz mekanik özelliklerini ve okluzal kuvvetlere karşı sınırlı aşınma dirençlerini artırmak, ayrıca yalnızca

Sınıf I ve Sınıf V restorasyonlarla sınırlı olan endikasyon alanlarını genişletmek amacıyla YVCİS geliştirilmiştir. Sertleşme mekanizmaları GCİS'lerle aynı olmakla birlikte, YVCİS'lerin aşınma dirençleri, yüzey sertlikleri, eğilme ve basınç dayanımları artırılmış; çözünürlükleri ise azaltılmıştır. Ayrıca florür salımı oranları GCİS'lerle benzerdir ve biyouyumluluk açısından da benzer özellikler göstermektedirler (Özgür KANIK, 2016).

Günlük klinik kullanımda, doğru toz/likit oranlarının belirlenmesinin ve el ile karıştırmanın zorluğu nedeniyle, klinisyenler için kapsül formları geliştirilmiştir. Kapsül formu; kolay kullanım, standart ve yüksek toz/likit oranı, homojen ve uygun kıvam gibi avantajlar sunmaktadır (Özgür KANIK, 2016).

YVCİS, genellikle kooperasyon sorunu yaşayan çocuklarda Atravmatik Restoratif Tedavi (ART) kapsamında, çürük riski yüksek çocuklarda fissür örtücü olarak, düşük stres alanlarında ya da geçici restoratif materyal olarak tercih edilmektedir. YVCİS, üstün mekanik özellikleri, daha iyi marjinal sızdırmazlık ve daha uzun klinik dayanıklılığı nedeniyle ART uygulamaları için tercih edilir. GCİS'lerle benzer florür salım oranlarına sahip olmaları, toksik olmamaları, yüksek aşınma dirençleri sayesinde ikincil bir polisaj randevusuna gerek kalmadan bitim işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi ve erken dönemde neme karşı hassasiyet göstermemeleri, bu materyallerin başlıca avantajları arasında yer almaktadır (Peker, 2023), (LUPPIERI V., 2025).

Kapsül formunda uygulanan YVCİS'lerin kullanıldığı ve altı yıl süreyle izlenen bir çalışmada, Sınıf II restorasyonlarda yaklaşık %40 oranında başarısızlık bildirilmiştir. Benzer şekilde, Sınıf II restorasyonların değerlendirildiği ve 24 aylık takip süresi olan başka bir çalışmada ise %20 oranında yüksek düzeyde başarısızlık gözlemlenmiştir. Molina ve çalışma arkadaşları, kapsül formundaki YVCİS'lerin kırılma dayanımı ile eğilme ve basma dirençlerinin elle

karıştırılan YVCİS'lere kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır (Özgür KANIK, 2016).

Gürgan ve arkadaşlarının, USPHS kriterlerine göre gerçekleştirdikleri dört yıllık klinik çalışmada; YVCİS, nano partiküllü yüzey örtücü ve mikrofil partiküllü kompozit rezin kullanılarak restore edilen Sınıf I ve II kavitelerin benzer ve kabul edilebilir klinik performans sergilediği raporlanmıştır (Özgür KANIK, 2016).

2007 yılında, yüksek viskoziteli kapsül cam iyonomer siman olan *Fuji IX GP Extra* (GC Corporation, Tokyo, Japonya) ile nano dolduruculu, rezin içerikli yüzey koruyucu *G-Coat Plus* (GC Corporation, Tokyo, Japonya) materyallerinin kombinasyonuyla oluşturulan restoratif sisteme Equia adı verilmiştir. Bu sistem, 2009 yılında geliştirilerek Equia Fil ve Equia Coat adlarıyla yeniden yapılandırılmıştır (SN., 2022).

Friedl ve arkadaşlarının retrospektif olarak yürüttüğü ve Equia'nın posterior bölgede daimi restoratif materyal olarak kullanımını değerlendirdikleri çok merkezli bir çalışmada; 43 hastada, 6 farklı klinikte 26 Sınıf I ve 125 Sınıf II restorasyon uygulanmıştır.
İki yıllık takip sonucunda herhangi bir restorasyon başarısızlığı bildirilmemiş, ayrıca marjinal renk değişikliği oranı %1'in altında bulunmuştur (SN., 2022).

Amerikan Diş Hekimliği Birliği (ADA), bir restoratif materyalin posterior bölgede kalıcı olarak kullanılabilmesi için, 18 ay sonunda en az %90 retansiyon oranına sahip olması gerektiğini belirtmektedir. Bugüne kadar yapılan sınırlı sayıda çalışmada, Equia sistemlerinin posterior bölgede yeterli klinik başarı gösterdiği bildirilmiş olmakla birlikte, bu bulguların güçlendirilmesi için daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (SN., 2022).

Daimi dişlerde, YVGIC restorasyonlarının yüzey dokusu, marjinal renklenme ve adaptasyon ile anatomik form açısından 2 ila 6 yıl süren yüksek sağkalım oranları sergilediği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada, posterior kalıcı dişlerde tek yüzeyli restorasyonlarda ilk 5 yıl boyunca Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)/YVCİS yaklaşımıyla yüksek sağkalım oranları elde edildiği, ancak çok yüzeyli restorasyonlar için net bir sonuca ulaşılamadığı rapor edilmiştir. ART teknikleriyle elde edilen sağkalım oranları, tek oklüzal restorasyonlarda 4 ay ile 6 yıl arası takiplerde %29,6 ile %100 arasında; çok yüzeyli restorasyonlarda ise 6 ay ile 2 yıl arası takiplerde %30,6 ile %100 arasında değişiklik göstermiştir (Alessandro Panetta, 2024).

Rezin ile örtülenmiş YVGIC, sınıf I ve II restorasyonlarda kırılma direnci, tutuculuk oranları ve aşınma direnci açısından GCİS'ler ve kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında 5 yıla kadar benzer sonuçlar göstermektedir. Sadece bir çalışma, YVCİS'lerin kompozit rezinlere kıyasla daha düşük bir uzun ömür sunduğunu bildirmiştir (Alessandro Panetta, 2024).

2024 yılında yapılan bir meta analizin sonuçlarına göre; Bulk-fill kompozitler, rezinle örtülenmiş YVCİS'lere göre, retansiyon ve marjinal adaptasyon açısından daha iyi klinik sonuçlar vermiştir. Ancak rezinle örtülenmiş YVCİS'ler, özellikle yüksek çürük riskine sahip hastalarda, kabul edilebilir bir alternatif olabilir. YVCİS'ler, yüksek çürük riski taşıyan hastalarda arka daimi dişler için direkt restoratif materyal olarak kullanılabilir. Ancak uzun vadeli restorasyonlarda bulk-fill kompozitlerin alternatifi olarak dikkatle değerlendirilmelidir (Xinyue Huang, 2025).

2023 yılında yapılmış bir meta analize göre; YVCİS üzerine rezin bazlı bir kaplama uygulanmasıyla elde edilen restorasyonlar ile kompozit rezin restorasyonların, kalıcı dişlerdeki Sınıf I ve II posterior restorasyonlarda 3 yıla kadar takip edilen olgularda karşılaştırılabilir klinik sonuçlar sunduğu sonucuna varılabilir.

Bununla birlikte, YVCİS restorasyonların en zayıf yönü, Sınıf I restorasyonlarda 2 yıllık kullanım sonrasında gözlenen daha yüksek aşınma oranı olarak tespit edilmiştir; bu durum, kompozit rezin ile kıyaslandığında YVCİS'in bu alanda daha düşük aşınma direncine sahip olduğunu göstermektedir (Lisiane Cribari, 2023).

YVCİS için çeşitli modifikasyonlar geliştirilmiştir. Bunlar şu şekilde sınıflandırılmıştır: Sentetik antimikrobiyal ajanlar, doğal antimikrobiyal ajanlar, antibiyotikler.

Sentetik Antimikrobiyal Ajanlar

Klorheksidin ile modifiye edilmiş YVCİS

CİS'lere klorheksidin (KH) eklenmesi, özellikle diş çürüğüne neden olan bakterilere karşı materyalin antibakteriyel etkinliğini artırmaktadır. KH, özellikle *S. mutans* gibi mikroorganizmaların metabolizmasını hedef alarak anti-karyojenik etki gösterir.

Ancak KH'nin CİS içerisindeki konsantrasyonu, florür salımı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Yalnızca %11,5'in üzerindeki KH konsantrasyonlarında florür salımı artarken, daha düşük konsantrasyonlarda KH'nin florür iyonları ile etkileşime girerek çözünürlüğü düşük tuzlar oluşturduğu ve bu durumun florür salımını azalttığı bildirilmektedir.

KH'nin hekzametafosfat formu, diglukonat ve diasetata kıyasla daha uzun süreli salınım sağlayarak 14 aya kadar etkinliğini sürdürebilmektedir. Ancak yüksek KH konsantrasyonları, CİS'in çapraz çekme ve basınç dayanımı gibi mekanik özelliklerini olumsuz etkileyebilir. Bu durum, KH tuzlarının poliakrilik asitle reaksiyona girmesini engellemesinden kaynaklanmaktadır.

Canlılarda yapılan sınırlı çalışmalarda, KH modifiye YVCİS'lerin, özellikle derin kavitelerde konvansiyonel materyallere göre daha iyi performans sergilediği bildirilmiştir. Özellikle düşük

konsantrasyonlarda (≤%1,25) ve diasetat formunda kullanıldığında hem antibakteriyel etki artmakta hem de restorasyonun uzun ömürlülüğü korunmaktadır.

Yakın tarihli bir sistematik derleme, CİS'e %0,5–2 oranında KH eklenmesinin tükürükteki *S. mutans* ve *L. acidophilus* yükünü azalttığını, ancak restorasyonun sağkalım oranını etkilemediğini ortaya koymuştur (Damodar Hegde, 2024).

Diğer Organik Antimikrobiyallerle Modifiye Edilmiş YVCİS

Klorheksidine ek olarak, benzalkonyum klorür (BAC), setilpiridinyum klorür (CPC), setrimid, triklosan, kloroksilenol ve timol gibi çeşitli organik antimikrobiyal ajanlar da CİS'lerin, özellikle YVCİS'lerin, antibakteriyel etkinliğini artırmak amacıyla kullanılmaktadır.

Setilpiridinyum klorür (CPC), gram-pozitif bakterilere karşı güçlü bir bakterisidal ajandır ve fungisidal özellik gösterir. Hücre zarındaki fosfat gruplarına bağlanarak geçirgenlik artırıcı etkisi sayesinde mikroorganizma bütünlüğünü bozar. KH'e göre daha az renklenmeye yol açar ancak genel antibakteriyel etkisi daha zayıftır. Bununla birlikte, bazı bakterilere karşı (*S. aureus*, *E. coli*, *S. mutans*) daha üstün etkinlik göstermiştir.

Benzalkonyum klorür (BAC) ise konsantrasyona bağlı olarak bakteriyostatik veya bakterisidal etkili olan güçlü bir antiseptiktir. Gram-pozitif bakteriler BAC'ye daha duyarlıdır ve bazı çalışmalarda BAC'nin CPC ve setrimide kıyasla hem antibakteriyel etkinlik hem de çimentonun mikrosertliği bakımından daha avantajlı olduğu gösterilmiştir.

Setrimid, biyofilmler içinde bakteri kolonizasyonunu önleyebilen katyonik yüzey aktif bir maddedir. Özellikle laktobasillere karşı yüksek antibakteriyel aktivite göstermektedir.

Triklosan, geniş spektrumlu etkisi ile hem gram-pozitif hem de gram-negatif bakterilere karşı etkilidir. Antibakteriyel etkisi, RNA ve protein sentezini inhibe etme yoluyla gerçekleşir. Ağız bakım ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kloroksilenol ve **timol** ise fenolik yapıdaki organik maddeler olup hücre zarlarını bozarak bakterisidal etki gösterirler. Timol ayrıca sitoplazmik proteinlerin koagülasyonuna neden olarak hücre ölümüne yol açar.

Tüm bu maddeler, uygun konsantrasyonlarda toksik olmadan YVCİS'lerin antibakteriyel özelliklerini güçlendirmektedir. Bununla birlikte, bu ajanların YVCİS'e eklenmesinin uzun dönemli biyouyumluluğu ve klinik başarısı ile ilgili in vivo çalışmalar hâlen sınırlıdır (Damodar Hegde, 2024)

Antibiyotikle Modifiye YVCİS

Antibiyotikler, restorasyonların altındaki canlı bakteri yükünü azaltmak amacıyla YVCİS'e eklenmektedir. Siprofloksasin, metronidazol ve minosiklin antibiyotiklerinin kombinasyonunun, çürük lezyon örneklerinde bakteriyel yükü etkili bir şekilde azalttığı gösterilmiştir. Ancak, antibiyotik karışımına minosiklin eklendiğinde dentin boyanması sıklıkla rapor edilmiştir.

Antibiyotik modifikasyonu, ART restorasyonları açısından faydalı olabilir; zira antibiyotik içeren CİS'lerin, enfekte dentindeki bakteri yükünü modifiye edilmemiş CİS'lere kıyasla azalttığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Ancak antibiyotik içeren CİS'lerin kullanımı sırasında, yan etki riski ve antibiyotik direnci gelişimi olasılığı nedeniyle güvenlik açısından dikkatli olunmalıdır. Antibiyotik modifiye CİS'lerin başarı oranlarını ve direnç gelişimi potansiyelini değerlendiren uzun dönemli in vivo çalışmalar henüz mevcut değildir (Damodar Hegde, 2024).

Doğal Antimikrobiyal Ajanlar

Kitosan ile Modifiye Edilmiş YVCİS

Kitosan, alkali deasetilasyon yoluyla kitinden elde edilen doğal bir lineer biyopoliaminosakkarittir. Antibakteriyel ve antibiyofilm özellikleri nedeniyle, antibakteriyel ve fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla YVCİS 'ye entegre edilmiştir. Kitosanın CİS'in bükülme direnci ve florür salınımı üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan ön bir çalışmada, %0.0044 ağırlık oranında kitosan ilavesinin fleksural direnci anlamlı şekilde artırdığı, ancak %0.022'yi aşan konsantrasyonlarda olumsuz etkilere yol açtığı bildirilmiştir. Kitosan ile modifiye edilen CİS'lerin florür salınımı, ticari CİS'lere kıyasla anlamlı derecede daha fazladır. Çoğu çalışma, YVCİS'ye %10 hacim/hacim oranında kitosan eklenmesini önermektedir. Ancak bir çalışmada, bu konsantrasyonda dahi bir yıl sonunda mikrosertlik değerlerinin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. Bir klinik çalışmada, süt molarların ART restorasyonlarında kitosan ile modifiye edilmiş CİS'in altı aylık takipte karşılaştırılabilir sağ kalım oranları sunduğu gösterilmiştir. Birinci tercih materyal olarak önerilebilmesi adına daha uzun süreli klinik çalışmalara ihtiyaç vardır (Damodar Hegde, 2024).

Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) ile Modifiye Edilmiş YVCİS

Epigallocatechin-3-gallate (EGCG), yeşil çay (*Camellia sinensis*) bitkisinde doğal olarak bulunan bir polifenol olup, antioksidan, anti-inflamatuar, antimikrobiyal ve antikanserojen etkileriyle tanınmaktadır. Özellikle *Streptococcus mutans* gibi ağız streptokoklarına karşı gösterdiği antimikrobiyal etki nedeniyle, EGCG restoratif materyallerde doğal bir anti-karyojenik ajan olarak değerlendirilmiştir.

Hu ve arkadaşları tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, %0.1 (ağırlıkça) EGCG eklenmiş YVCİS'in antibakteriyel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Karşılaştırma grubu olarak %1

KH içeren YVCİS kullanılmıştır. Bulgulara göre, EGCG ilavesiyle hazırlanan materyalin yüzey mikrosertliği ve fleksural dayanımı anlamlı düzeyde artış göstermiştir. Bu iyileşmenin, polifenollerin cam iyonomer sertleşme sürecinde karboksil grupları ile şelasyon yoluyla çapraz bağlanmayı desteklemesi ve böylece daha yoğun polisalt köprülerinin oluşmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Florür salımı bakımından EGCG'nin önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Ancak genel sonuçlar, %0.1 EGCG içeren CİS'in hem antibakteriyel hem de mekanik açıdan iyileştirilmiş bir restoratif materyal olarak potansiyel taşıdığını göstermektedir (Damodar Hegde, 2024).

Propolis ile Modifiye Edilmiş YVCİS

Propolis, antibakteriyel, antifungal ve anti-inflamatuar özellikleri sayesinde yüzyıllardır tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Ticari olarak temin edilebilen propolis, propolisin liyofilize ve etanolik ekstresi (EEP) şeklindedir. EEP'nin, glukoziltransferaz enzimini inhibe etmesi yoluyla S. mutans üzerinde antibakteriyel etkisi olduğu ortaya konmuştur. Yapılan çalışmaların çoğu, %50 oranında EEP ilave edilen YVCİS'nin antibakteriyel aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur (Damodar Hegde, 2024).

Misvak ile Modifiye Edilmiş YVCİS

Misvak ekstresinin YVCİS'ye eklenmesiyle yapılan çalışmalar, antibakteriyel ve mekanik özellikler açısından karışık sonuçlar ortaya koymuştur. Fuji IX YVCİS'ye %1, %2 ve %4 ağırlıkça SPE ve karşılaştırma amacıyla %5 KH (pozitif kontrol) eklenerek yapılan in vitro bir çalışmada; C. albicans, S. mutans, S. sanguis, S. mitis, S. salivarius ve A. naeslundii gibi mikroorganizmalara karşı etkili olduğu gösterilmiştir. Ancak bu etkiler, kontrol grubuna (KH'li) kıyasla daha düşük düzeyde

bulunmuştur. Ayrıca basınç dayanımı ve diyametrik çekme dayanımı da anlamlı ölçüde daha zayıf bulunmuştur.

6–9 yaş arası çocukların daimi azı dişlerinde derin çürük lezyonlarını restore etmek amacıyla %100 sulu SPE ekstresi eklenmiş YVCİS kullanılan ve 9 aylık takip süresi içeren bir klinik çalışmada, marjinal defektlerin daha az olduğu ve klinik başarının kontrol grubuna (KH ile modifiye YVCİS) göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada, SPE ile modifiye YVCİS'nin S. mutans'a karşı antibakteriyel etkisi de gösterilmiş, ancak bu etkinlik kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur (Damodar Hegde, 2024).

Zerdeçal ile Modifiye Edilmiş YVCİS

Zerdeçal (Curcuma longa), "kurkumin" adlı aktif bileşen içerir. Antiinflamatuar, antioksidan, antimikrobiyal ve antialerjik özellikleri nedeniyle uzun süredir kullanılmaktadır.

%0.5 ve %1 ağırlıkça zerdeçal ilavesiyle yapılan agar disk difüzyon testinde S. mutans üzerinde anlamlı antibakteriyel inhibisyon gözlemlenmiştir. Geleneksel YVCİS ile karşılaştırıldığında, önemli ölçüde daha fazla florür salımı saptanmış; sertleşme süresi, makaslama bağlanma dayanımı, florür salımı ve mikrosızıntı açısından ise anlamlı fark bulunmamıştır. Ayrıca ART restorasyonlarının altındaki S. mutans sayısında azalma gözlenmiştir (Damodar Hegde, 2024).

Adaçayı ile Modifiye Edilmiş YVCİS

Salvia officinalis, yaygın adıyla adaçayı, Akdeniz bölgesine özgü çok yıllık, herdem yeşil bir bitkidir ve uzun bir farmakolojik kullanım geçmişine sahiptir. Antimikrobiyal, analjezik, antiinflamatuar ve antioksidan özellikler taşıyan S. officinalis ekstresi, in vitro bir çalışmada S. mutans ve L. casei bakteri

plaklarındaki koloni sayısını azaltmada etkili bulunmuştur (Damodar Hegde, 2024).

Rezin İçerikli Yüzey Örtücü Uygulaması

CİS'lerin başlangıç sertleşme aşamalarında su, uygun maturasyon sürecinin gerçekleşmesinde kilit rol oynamaktadır. Bu nedenle, erken dönemde meydana gelen nem kontaminasyonu ya da dehidratasyon, materyalin fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilir.

Gemalmaz ve arkadaşları, erken dönemdeki nem kontaminasyonunun CİS restorasyonlarının mekanik dayanımını azalttığını, ayrıca bu durumun yüzeyi erozyon ve abrazyon kaynaklı aşınmaya karşı daha duyarlı hale getirdiğini bildirmiştir. Bu tür olumsuzlukların önlenebilmesi için, restorasyon uygulamasını takiben en az 1 saatten başlayarak 2 haftaya kadar değişen sürelerle restorasyonun nem ile temasının kesin olarak engellenmesi önerilmektedir. Geçmişte kullanılan yüzey örtücü ajanlar arasında vazelin, kakao yağı, sıvı geçirmeyen örtücüler ve hatta tırnak cilaları yer almaktadır. Ancak bu materyaller, çiğneme sırasında meydana gelen aşınmalar nedeniyle kısa sürede restorasyon yüzeyinden uzaklaşmakta; bununla birlikte, bu süre zarfında simanlar sıvı dengesine ulaştığından daha dirençli hale gelmektedir.

Yüzey örtücü sistemlerdeki teknolojik gelişmelerle birlikte, ışıkla sertleşen yüzey örtücüler optimal yüzey koruyucu ajanlar olarak kullanılmaya başlanmıştır. Hotta ve arkadaşları, bu tür örtücülerin suyun sertleşme aşamasında restorasyon yüzeyiyle temasını sınırladığını göstermiştir.

Son yıllarda, özellikle YVCİS'lerle birlikte kullanılmak üzere geliştirilen nano dolduruculu, rezin bazlı yüzey örtücüler piyasaya sunulmuştur. Bu self-adeziv, nano partikül içeren yüzey örtücülerin yüksek hidrofilik özellikleri ve düşük viskoziteleri sayesinde, CİS yüzeyine mükemmel adaptasyon sağladığı üretici

firmalarca bildirilmiştir. Ancak bazı çalışmalar, bu örtücülerin cam iyonomer simanların mikrosertliğini artırmadığını; hatta bazı durumlarda azalttığını ve yüzey pürüzlülüğünün örtücü uygulanan ve uygulanmayan gruplarda benzer olduğunu ortaya koymuştur.

Öte yandan, nano dolduruculu yüzey örtücü uygulanan YVCİS'ların dört ila sekiz haftalık süre sonunda makaslama ve basma dayanımlarında artış gözlenmiştir. Düşük yüzey gerilimi sayesinde kenar adaptasyonuna da olumlu katkı sağladığı belirtilmiştir. Klinik gözlemlere göre, bu yüzey örtücüler ortalama altı ay süreyle restorasyon yüzeyinde kalmakta, bu sürenin sonunda YVCİS materyalinin maturasyonu tamamlandığından tekrar uygulama gereksinimi ortadan kalkmaktadır. Ayrıca, nano dolduruculu rezin bazlı yüzey örtücülerin YVCİS'larla birlikte kullanıldığında, diğer CİS türlerine göre daha etkili sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Buna karşılık, altı yıllık izleme süresine sahip bir başka klinik çalışmada, bu yüzey örtücülerin YVCİS'ların klinik performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir. (Özgür KANIK, 2016).

Arthilakshmi ve ark., G-Coat Plus adlı nanodolgulu koruyucu kaplamanın, hem GCİS hem de RMCİS restorasyonlarında mikrosızıntıyı azaltma etkisini değerlendirmişlerdir. G-Coat Plus, hem konvansiyonel hem de rezin modifiye cam iyonomer simanların mikrosızıntısını anlamlı düzeyde azaltmıştır. En başarılı sonuç, RMCİS + G-Coat Plus kombinasyonuyla elde edilmiştir. Bu bulgular, nanodolgulu yüzey kaplamalarının pedodontik restorasyonlarda kullanımını desteklemektedir (Arthilakshmi, 2018).

4. Giomerler

Giomerler, aktif cam iyonomer partikülleri (PRG: *Pre-Reacted Glass-ionomer*) içeren, flor salımı yapabilen ve ışıkla sertleşen rezin esaslı restoratif materyaller olarak geliştirilmiştir.

PRG partikülleri, floroaluminosilikat cam ile polialkenoik asit arasında sulu ortamda gerçekleşen asit-baz reaksiyonu sonucu oluşur. “Giomer” terimi, “glass ionomer” ve “polymer” kelimelerinin birleşiminden türetilmiştir. PRG partikülleri, yüzey aktif (S-PRG) ve tam partikül aktif (F-PRG) olmak üzere iki formda bulunur. S-PRG teknolojisiyle geliştirilen *Beautifil* (Shofu, Kyoto, Japonya), diş renginde üretilmiş ilk giomer restoratif materyal olarak literatüre geçmiştir. Giomerlerde, CİS’lere özgü hidrojel faz geçişi gözlenmez. PRG partikülleri cam iyonomer yapıda olup, materyalin flor salınımından sorumludur (Özgür KANIK, 2016).

Sertleşme reaksiyonu ışıkla aktive edilmektedir. Materyalin kıvamı akıcı (flowable) veya konvansiyonel formda olabilir; salınan florür miktarı antibakteriyel koruma için yeterlidir (Mara Elena Rusnac, 2019).

Giomerler, kompomerler gibi ışıkla sertleşmekte olup, diş dokusuna bağlanabilmeleri için adeziv sistemlere gereksinim duyar. Her ne kadar uzun dönemli florür salınımına dair bazı şüpheler bulunsa da, yapılan çalışmalarda giomerlerin demineralizasyonu inhibe etme kapasitelerinin CİS’lerle benzer düzeyde olduğu gösterilmiştir. Bir in-vitro çalışmada, giomerlerin florür salımının ilk birkaç gün içerisinde oldukça düşük olduğu; ancak 21. gün itibarıyla anlamlı düzeyde arttığı bildirilmiştir (Özgür KANIK, 2016).

Florür salımı ve yeniden florür yüklenebilme (reşarj) kapasitesinin, GCİS ve RMCİS’lere kıyasla daha düşük; kompomerlerden ise daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Tarasingh ve arkadaşlarının yaptığı bir in-vitro çalışmada, giomerlerin antibakteriyel etkinliğinin RMCİS ve kompomerler arasında yer aldığı gösterilmiştir. Giomerlerin su emilimi ve renklenme eğilimi, nanohibrit rezin kompozitlerle karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha yüksek bulunmuş ve bu durum estetik açıdan olumsuz değerlendirilmiştir. Renk, floresans ve translusensite birlikte, yeni

bir restorasyonun estetik entegrasyonuna önemli katkıda bulunmaktadır (Mara Elena Rusnac, 2019), (Özgür KANIK, 2016).

Giomerlerin klinik etkinliğini değerlendiren çalışmalar da dikkat çekicidir. İki farklı giomer materyalinin kullanıldığı ve Sınıf I ile Sınıf V kavitelerin değerlendirildiği iki yıllık bir klinik çalışmada, Sınıf V restorasyonlarda sırasıyla %80 ve %71 oranlarında başarı sağlanırken, oklüzal Sınıf I restorasyonlarda %100 başarı elde edilmiştir. Sekiz yıllık takip süresi olan başka bir çalışmada, hiçbir restorasyonun başarısız olmadığı ve Sınıf I ve II restorasyonların klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu bildirilmiştir (Özgür KANIK, 2016).

Çürüksüz servikal lezyonların tedavi edildiği bir klinik çalışmada ise, giomerlerin dentine bağlanma kapasitesi RMCİS'lerle benzer bulunurken, yüzey pürüzlülüğü açısından giomerlerin anlamlı derecede üstün olduğu raporlanmıştır. On üç yıl süren uzun dönemli bir başka çalışmada, Sınıf I ve II restorasyonların %61 oranında başarılı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, Sınıf II kavitelerle yapılan bir klinik çalışmada, giomerlerin hibrit rezin kompozitler, kompomerler ve RMCİS'lerle karşılaştırıldığında daha uzun ömürlü olduğu ve 24 ay sonunda giomer restorasyonların %79'unun başarılı olduğu bildirilmiştir (Özgür KANIK, 2016).

Giomerlerde, materyalin diş dokusuna adezyonunu sağlamak için genellikle self-etch sistemler kullanılmaktadır.

Jyothy ve Gordan tarafından yürütülen (1 yıldan 13 yıla kadar süren) klinik testler, giomerlerin servikal bölgelerdeki çürüksüz lezyonların tedavisinde ideal özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Klinik çalışmalar ayrıca, giomerlerin uygulamadan yıllar sonra da yeterli mekanik direnç ve estetik açıdan kabul edilebilir bir görünüm sağladığını göstermiştir.

Giomerler; yüksek estetik özellikleri ve kamuflaj etkisi nedeniyle doğrudan veneer uygulamalarında, yüksek çürük riskine

sahip hastalarda, servikal bölgelerde pembe estetiğin doğru bir şekilde sağlanmasında, pit ve fissür örtücü olarak, baz materyali veya astar olarak, pedodontik kullanımlarda, hipersensitif açık alanlar için vernik olarak, restorasyonların simantasyonu ve hatta ortodontik braketlerin yapıştırılmasında kullanılmak üzere önerilmektedir (Mara Elena Rusnac, 2019).

5. Nano-İyonomerler

GCİS ve RMCİS'lere ek olarak, son yıllarda klinik uygulamalarda nano-iyonomerler de kullanılmaya başlanmıştır. Nano-iyonomerlerde mekanik dayanıklılık artarken, polimerizasyon büzülmesi önemli ölçüde azalmıştır. Bu sınıftaki ilk ürün olan Ketac N100 (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD), ışıkla sertleşen ve nano-teknoloji kullanılarak 2007 yılında geliştirilen ilk pasta-pasta formundaki nano-iyonomer restoratif materyal olarak piyasaya sunulmuştur ve Ketac Nano Primer ile birlikte uygulanır. Bu primer, CİS'in yerleştirilmesinden önce diş yüzeyine uygulanarak bağlanma performansını artırmayı amaçlar (Özgür KANIK, 2016), (Sarı ME, 2019).

Nano-iyonomerlerin kimyasal yapısı; akrilik ve itakonik asit kopolimerleri ile floroaluminosilikat cam partikülleri ve su arasındaki klasik cam iyonomer reaksiyonuna dayanmaktadır. Bu yapıya ek olarak; BisGMA, TEGDMA, PEGDMA ve HEMA gibi çeşitli rezin monomerleri de içerir. Nano-iyonomerleri GCİS ve RMCİS'lerden ayıran temel özellik, doldurucu içeriğinin %69'unun nano boyutlu partiküllerden oluşmasıdır.

Primer sertleşme ışıkla aktive edilen fotopolimerizasyon ile gerçekleşmektedir. Dentin ve mine dokularına adezyonu, CİS'lerdeki gibi kalsiyum-polikarboksilat kompleksleri üzerinden sağlanır. Bu kimyasal bağlanma, materyalin uzun dönemli klinik başarısında kilit rol oynamaktadır.

Sınıf V kavitelerin değerlendirildiği iki farklı in vitro çalışmada, nano-iyonomerlerin mikrosızıntı değerleri, YVCİS'lerle benzer bulunmuş; ancak GCİS ve RMCİS'e göre anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı gösterdiği belirlenmiştir. YVCİS ve nano-iyonomerlerin kullanıldığı bir Atraumatik Restoratif Tedavi (ART) çalışmasında ise, 12 aylık takip sonunda nano-iyonomerlerin daha başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiş ve bu materyallerin cam iyonomer restorasyonlara etkili bir alternatif oluşturduğu sonucuna varılmıştır (Özgür KANIK, 2016).

Nano-iyonomerlerin rezin tag infiltrasyonunun minimum düzeyde olması, bu materyallerin daha çok iyonik bağlantı yoluyla tutunduğunu ve mikromekanik retansiyonun GCIS'lere benzer sınırlılıklara sahip olduğunu göstermektedir.

GCIS, rezin kompozit ve nano-RMCİS'leri karşılaştıran klinik bir çalışmada, bir yıllık sağkalım oranlarında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ancak, nano-iyonomerlerin konvansiyonel RMCİS'lara kıyasla daha düşük marjinal adaptasyon sergilediği ve bu durumun, materyalin dentin yerine mineye uygulanmasına bağlı olduğu bildirilmiştir (Sarı ME, 2019).

Neelakantan ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada, nano-iyonomer, GCİS, RMCİS, kompomer ve florür salan kompozit materyallerin florür salım düzeyleri 7 günlük periyotta karşılaştırılmıştır. Çalışmada, ilk 3 gün içerisinde en yüksek florür salımı GCİS tarafından sağlanmış, takip eden günlerde ise en fazla florür salan materyalin nano-iyonomer olduğu rapor edilmiştir. En düşük florür salımı ise kompomer ve florür salan kompozit materyallerde gözlemlenmiştir.

Upadhyay ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise, bir nano-iyonomer, bir GCİS ve bir RMCİS örneğinin florür salımı 30 günlük süre boyunca izlenmiştir. Başlangıçta GCİS en yüksek florür salımını gösterirken, 30 gün sonunda RMCİS en yüksek toplam

florür salım düzeyine ulaşmıştır. Nano-iyonomer siman, çalışmanın tüm süresi boyunca en düşük florür salımını gösteren materyal olmuştur (Belen Şirinoğlu Çapan, 2015).

Modifiye Cam İyonomerler

Metal takviyeli cam iyonomerler (Cam iyonomer sermet simanlar)

CİS'lerin toz fazına gümüş, alüminyum, kalay, titanyum dioksit, nikel, krom, paslanmaz çelik ve altın gibi çeşitli metal tozlarının eklenmesiyle, aşınmaya karşı daha dirençli ve mekanik olarak daha dayanıklı restoratif materyallerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde elde edilen ve seramik ile metalin bir araya getirildiği karışımlar sermet simanlar olarak adlandırılmıştır. Bu materyaller, GCİS'lere göre mekanik dayanıklılığı artırmak amacıyla geliştirilmiştir. Sıvı bileşimi, diğer CİS'lerle benzerdir. Toz kısmı ise, geleneksel cam tozu ile birlikte amalgam alaşımı partikülleri ya da camla sinterlenmiş gümüş partiküllerinin karışımını içerir. Bu içerik ile; diametral çekme dayanımı, sertlik ve aşınma direnci artırılmıştır. En yüksek artış, gümüş-kalay alaşımı ile sağlanmıştır. Bu metallerin eklenmesiyle florür salınımında azalma, adeziv ve kohezyonel başarısızlıklar, estetik problemlere yol açan kavite kenarlarında kararma gibi olumsuz etkiler de ortaya çıkmıştır (John W. Nicholson S. K., 2020), (Kelsey Xingyun Ge, 2024), (Alessandro Panetta, 2024), (Özgür KANIK, 2016).

1983 yılında Simmons'ın önerisiyle küresel amalgam tozları, CİS'lere eklenmiş ve bu teknolojiyle geliştirilen Miracle Mix (GC Corporation, Tokyo, Japonya) ürünü piyasaya sunulmuştur. Devamında, elementel gümüş, yüksek ısı altında cam tozu ile birlikte eritilerek cam iyonomer siman yapısına entegre edilmiş ve bu modifikasyonla Ketac-Silver (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, ABD) ürünü geliştirilmiştir.

Sermet simanlarda florür salınım düzeyinin, GCİS'lere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Yapılarında bulunan titanyum oksit ve gümüş partikülleri, materyalin radyoopasitesini artırmakta, bu da klinik tanı ve takip açısından avantaj sağlamaktadır. Ancak, gümüş içeriği nedeniyle serbest gümüş partikülleri, restorasyon yapılan diş dokusunda kalıcı renklenmelere neden olabilmekte ve bu inorganik renklenmeler beyazlatma tedavilerine yanıt vermemektedir (Smritti Jaiswal, 2022).

E.Elsaka ve arkadaşları, %3 oranında titanyum oksit nanopartikülleri (TiO_2 NP) ile modifiye edilen CİS'lerin mekanik ve antibakteriyel özelliklerinin arttığını ve bu nedenle doğrudan restorasyonlar için etkili bir materyal olabileceğini belirtmişlerdir. Bu formülasyon, yüksek çiğneme kuvvetlerinin olduğu bölgelerde restorasyon uygulamaları için önerilmiştir.

TiO_2 NP'lerinin anti-adhezyon ve antibakteriyel özelliklerini değerlendirmek amacıyla, ortodontik tellerin yüzeyinde bu nanoparçacıklar kullanılmıştır. Araştırmacılar, kaplanmamış tellerin *S. mutans*'a karşı daha fazla bakteri tutunduğunu, kaplanmış tellerde ise bu oranın azaldığını tespit etmiştir. *P. gingivalis*'e karşı antibakteriyel etkinin ilk 30 dakikada başladığı ve daha sonra sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Ortodontik tedavi sırasında dental plak gelişmesi normaldir; ancak tellerin TiO_2 NP ile yüzey kaplaması bunu önleyebilmektedir (Faiza Amin, 2021).

Seramik takviyeli cam iyonomerler (Amalgomer)

Diş rengindeki görünümü ile dikkat çeken Amalgomer CR®, seramikle güçlendirilmiş bir CİS olup, dental amalgamın mukavemeti ve dayanıklılığına benzer fiziko-mekanik özellikleri ile dikkat çekmektedir. Bu materyal, estetik, biyouyumlu, diş dokularına kimyasal bağlanabilen, minimal invaziv kavite preparasyonu gerektiren yapısıyla ve yüksek florür salınım kapasitesiyle geleneksel cam iyonomer simanların avantajlarını

bünyesinde barındırmaktadır. Toz bileşeni, floro-alüminosilikat cam, poliakrilik asit tozu, tartarik asit tozu ve seramik takviye edici partiküllerden oluşurken; likit bileşeni poliakrilik asit ve distile sudan meydana gelmektedir. Amalgomer CR®, GCİS'ler gibi asit-baz reaksiyonu ile sertleşmektedir.

Amalgomer CR'nin florür salınım profili, farklı restoratif materyallerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, Fuji II, Fuji IX, Beautifil II, Dyract Extra gibi çeşitli materyallerle birlikte, florür salınımları farklı pH ortamlarında (pH 4.3, 4.6, 5.0, 5.5 ve 6.2) test edilmiştir. Sonuçlara göre Amalgomer CR, ilk gün en yüksek florür salımını göstermiş ve bu salınım 3. günde stabilize olmuştur. Bu bulgular doğrultusunda, tüm deneysel dental restoratif materyaller arasında en yüksek florür salınımını gösteren materyalin Amalgomer CR olduğu bildirilmiştir (SN., 2022).

Cam karbomerler

Cam karbomerler, flor salınımı yoluyla diş dokularının remineralizasyonunu destekleyen, floroapatit ve nano partikül (hidroksiapatit) içeren, cam iyonomer simanlardan türetilmiş restoratif materyallerdir. Cam karbomerlerin kimyasal bileşiminde, GCİS'lere kıyasla daha yüksek oranlarda silika ve florin, buna karşın daha düşük miktarlarda alkali oksit ve fosfor bulunmaktadır. Cam karbomerlerde kullanılan nano partikül teknolojisi, mine dokusuna benzer bir yapı oluşturmayı hedeflemekte olup; bu sayede mekanik özellikler iyileştirilmiş ve materyalin aşınmaya karşı dayanıklılığı artırılmıştır. Bu materyalin en önemli avantajlarından biri, nem hassasiyetinin olmaması ve sıvı izolasyonunun sağlanamadığı klinik durumlarda dahi güvenle uygulanabilmesidir (Peker, 2023).

Cam karbomerin sertleşme mekanizması, klasik CİS'lerin sertleşme reaksiyonuna benzemektedir. Yapısında bulunan kalsiyum floroapatit nanokristalleri, remineralizasyonu teşvik etmekte ve

floroapatit oluşumunu başlatmaktadır. Nanopartiküller, daha geniş bir temas yüzeyi sağlayarak poliasit ile daha etkin etkileşime girer ve bu sayede hem sertleşme sürecini hızlandırmakta, hem de remineralizasyon etkisinin daha hızlı gerçekleşmesini sağlamaktadır. Ayrıca, nanopartikül (NP) boyutunun çözünürlük ve floroapatite dönüşüm üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir.

Cam karbomer simanlar; rezin, solvent, metal ya da serbest monomer içermemektedir. Bu nedenle, uygulama öncesinde diş sert dokularına asit uygulanması kontrendikedir. Radyoopaklık özellikleri sayesinde postoperatif değerlendirmelerde kolaylık sağlarlar. Materyalin sertleşme süreci, yüksek enerjili ışık cihazları ile hızlandırılabilir; burada fotopolimerizasyon gerçekleşmemekte, ışık cihazının oluşturduğu ısı etkisiyle simanın sıcaklığı artmakta ve bu da sertleşme reaksiyonunu hızlandırmaktadır. Cam karbomerler; rezin, monomer, metal ve Bisfenol-A içermez.

GCİS ve RMCİS karşılaştırıldığında; cam karbomerler daha uzun çalışma süresi, daha hızlı sertleşme reaksiyonu, daha iyi estetik görünüm ve translusentlik, daha yüksek aşınma direnci ve kırılma dayanımı sunmaktadır. Ayrıca, florür iyonu salınımı ve yeniden florür yüklenebilme özelliğine sahiptirler. Klinik kullanım endikasyonları, GCİS'lerle büyük ölçüde örtüşmektedir (SN., 2022).

Chen ve arkadaşları, cam karbomer bazlı, cam iyonomer bazlı ve rezin bazlı fissür örtücü materyallerin çürük önleyici etkilerini in vivo koşullarda, 6 ay, 1 yıl ve 2 yıllık takip süreleriyle değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, 2 yılsonunda en düşük retansiyon oranı cam karbomer bazlı fissür örtücüde gözlemlenmiştir.

Çehreli ve arkadaşları ise, GCİS, cam karbomer ve kompomer materyallerini mikrosızıntı açısından karşılaştırmış, en fazla mikrosızıntının cam karbomer simanda gözlendiğini bildirmiştir (Belen Şirinoğlu Çapan, 2015).

Cam hibrit restoratif materyaller

Cam hibrit restoratif materyaller, GCİS'lere farklı boyutlarda ve yüksek reaktiviteye sahip cam partiküllerinin eklenmesiyle modifiye edilmiş sistemlerdir. Bu yapısal modifikasyonlar, materyalin reaktivitesini artırarak daha dayanıklı ve uzun ömürlü restorasyonların elde edilmesini sağlamaktadır. Bu alandaki ilk ürünlerden biri, GC Corporation (Tokyo, Japonya) tarafından 2007 yılında tanıtılan Equia Fil'dir. İki bileşenli bu sistem; Fuji IX GP Extra (YVCİS) ile nano dolduruculu yüzey örtücü (Coat) birleşiminden oluşmaktadır.

Equia platformu, zamanla daha gelişmiş versiyonlarla çeşitlendirilmiştir. Equia Forte Fil (GC, Tokyo, Japonya), 2015 yılında Equia Fil'in geliştirilmiş versiyonu olarak piyasaya sunulmuştur. En son geliştirilen ürün olan Equia Forte HT Fil, 2019 yılında üretilmiş ve yüksek performanslı cam hibrit restoratif materyaller arasında yerini almıştır. Bu sistemler, ışıkla sertleşen nano doldurulu yüzey örtücü olan Equia Forte Coat (GC, Tokyo, Japonya) ile birlikte sunulmakta olup, restorasyonun yüzey özelliklerini ve dayanıklılığını daha da artırmaktadır.

Equia Forte HT Fil, özellikle çocuk diş hekimliğinde geniş bir kullanım alanı bulmakta ve klinik olarak uzun ömürlü daimi restorasyonlar için tercih edilmektedir (Peker, 2023).

2022 tarihli çalışma, GCİS olan Fuji IX ile cam hibrit CİS olan Equia Forte'nin basma dayanımı ve diametral çekme dayanımı değerlerini karşılaştırmış, Equia Forte, hem basma dayanımı hem de diametral çekme dayanımı açısından Fuji IX'tan daha yüksek ortalama değerlere sahip bulunmuş, fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Equia Forte'nin yeni nesil cam hibrit teknolojisine sahip olması sayesinde artırılmış fiziksel özellikler, iyon salınımı, aşınma direnci ve asit erozyonu direnci gibi avantajlara sahip olduğu belirtilmektedir. Fuji IX ise uzun süredir kullanımda olan YVCİS

olup, pediyatrik ve geriatri hastalarda, çekirdek restorasyonlarda ve geçici dolgular için tercih edilmektedir. Bu çalışma, Equia Forte'nin klinik olarak yük taşıyan süt dişi bölgelerinde Fuji IX'a alternatif olabileceğini göstermektedir (Sanket Kunte, 2022).

Equia Forte, RMCİS ve GCİS'in basma dayanımı ve yüzey mikrosertliğinin karşılaştırmalı değerlendirildiği bir çalışmada; Equia Forte, hem basma dayanımı hem de yüzey mikrosertliği açısından diğer gruplardan üstün mekanik özellikler göstermiştir. Bu nedenle posterior restorasyonlar için uygun bir materyal olarak önerilebilir. Ancak, daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç vardır (P Poornima, 2019).

Nanosilver modifiye cam iyonomerler

Nanosilver, çapı 100 nm'den küçük olan, nanoteknoloji ile geliştirilen tek boyutlu yapısal bir liftir. Nanosilver, uzun süreli antibakteriyel etki, düşük ilaç direnci, yüksek termal stabilite ve düşük uçuculuk gibi geleneksel gümüşün sahip olduğu avantajları taşımaktadır. Buna ek olarak, yüksek yüzey-hacim oranı ve küçük partikül boyutu sayesinde, mekanik özellikleri olumsuz etkilemeden antimikrobiyal etkinliği artırabilmektedir. Nanosilver'ın antibakteriyel mekanizması esas olarak gümüş iyonlarının salınımına dayanmaktadır (Tiantian Guo, 2024).

On üç çalışma, nanosilver ile modifiye CİS'in antimikrobiyal özelliklerini araştırmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan bakteriler arasında *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* ve *Escherichia coli* yer almıştır. Genel olarak, tüm çalışmalar nanosilver-modifiye CİS'in antimikrobiyal etkisinin bulunduğu sonucuna varmıştır. Nanosilver modifiye tüm CİS örneklerinde orana bağlı olmaksızın gözle görülür renk değişiklikleri meydana gelmiştir (Tiantian Guo, 2024).

Jowkar ve ark., saf CİS ile nanosilver modifiye CİS'lerin mekanik özelliklerini ve dentin mikro-kayma bağlanma dayanımını

karşılaştırmış, nanosilver modifiye CİS'ler, GCİS'lere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek basma dayanımı, yüzey mikrosertliği ve dentin mikro-kayma bağlanma dayanımı göstermiştir (Faiza Amin, 2021).

Gümüş nanopartikülü, hem topikal ajanlara hem de restoratif materyallere entegre edilerek sekonder çürüklerin önlenmesinde başarıyla kullanılmıştır. En ideal etki için bu partiküllerin %0.5'ten düşük konsantrasyonlarda kullanılması önerilmektedir; daha yüksek konsantrasyonlar bağlanma gücünü azaltabilmektedir. Gümüş nanopartiküllerinin diş minesi ve dentin üzerindeki etkileri olumlu bulunmuş, demineralizasyonu önlediği ve remineralizasyonu desteklediği gösterilmiştir (Iris Xiaoxue Yin, 2024).

Hidroksiapatit ilaveli cam iyonomerler (Hainomerler)

Hidroksiapatit (HA), altıgen kristaller şeklinde büyüyen diş minesinin doğal bir mineral bileşenidir. İnsanlarda kemik, diş minesi ve dentin yapısının büyük bir kısmı, fosfat ve hidroksil iyonları içeren hidroksiapatitten oluşur ve bu da kemik yapısı ve implantlarla bağ kurmasına olanak tanır; dolayısıyla osseointegrasyonu destekler. HA, yüksek biyouyumluluğa sahiptir. Bu nedenle HA'nın CİS gibi dental restoratif materyallere dahil edildiği çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmaların sonuçları, HA ile zenginleştirilen CİS'lerin biyouyumluluğunun daha iyi olduğunu ve mekanik özelliklerinin iyileştiğini göstermiştir. Bu materyaller, özellikle oral ve maksillofasiyal cerrahide kemik simanı olarak kullanıma sunulmuştur. Ayrıca, bu materyallerin gelecekte retrograd dolgu materyali olarak da potansiyel kullanım alanına sahip olabileceği öngörülmektedir (Faiza Amin, 2021), (SN., 2022).

HA içeren bu sistemler, doğrudan kemik dokusuna bağlanabilme kapasitesine sahiptir ve bu sayede kemik büyümesini ve rejenerasyonunu destekleyici etki gösterebilmektedir. Hidroksiapatit partiküllerinin dental restoratif materyallere

entegrasyonunun etkilerini değerlendirmek üzere çeşitli çalışmalar yapılmış ve sonuçlar, CİS'lerin basma dayanımı, çapsal gerilme mukavemeti ve kayma bağ dayanımı gibi temel mekanik özelliklerinde anlamlı iyileşmeler sağlandığını göstermiştir (SN., 2022).

Nicholson ve arkadaşları, hidroksiapatitin CİS'e eklenmesini ilk olarak 1993 yılında incelemiş ve bu katkının mekanik özellikleri, florür salınımını ve bakteriyel invazyona karşı direnci artırdığını göstermiştir. Lucas ve arkadaşları, doğal diş yapısına benzer kristal yapı ve bileşime sahip olan hidroksiapatiti CİS'e ekleyerek uzun vadeli bağlanma ve mekanik dayanımda iyileşmeler gözlemlemişlerdir (Smritti Jaiswal, 2022).

Nano-hidroksiapatit katkısı, cam iyonomer simanların:

- Mekanik dayanımını artırmakta,
- Mikrosızıntıyı azaltmakta,
- Flor salımını güçlendirmekte,
- Antibakteriyel etkinliği yükseltmekte,
- Sitotoksisiteyi azaltmaktadır.

Bu gelişmeler, CİS'in özellikle yük taşıyan bölgelerde ve uzun ömürlü restorasyonlarda kullanım potansiyelini artırmaktadır (Rishnnia Murugan, 2022).

Zirkonya ilaveli cam iyonomerler (Zirkonomer)

Yeni nesil CİS'lerden biri olan Zirconomer (Shofu Inc., Kyoto, Japonya), estetik restoratif materyallerin bazı dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiş olup, hem uluslararası CİS standartlarına hem de amalgam restorasyon kriterlerine uyum gösterecek şekilde formüle edilmiştir. Toz bileşeni; yüksek oranda (%96,5–98,5) zirkonyum oksit ve cam partiküllerinden, likit bileşeni ise tartarik asit (%1–10), poliakrilik

asit (%20–50) ve deiyonize sudan oluşmaktadır. Materyal, GCİS'ler gibi asit-baz reaksiyonu ile sertleşmektedir.

Manisha ve arkadaşları, RMCİS ve YVCİS'in, zirkonya ile güçlendirilmiş CİS'e kıyasla daha düşük basınç dayanımı ve daha fazla mikrosızıntı gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, kompomerler ve CİS'ler, zirkonya ile güçlendirilmiş CİS'lere göre daha yüksek basınç dayanımı ve daha düşük mikrosızıntı değerlerine sahiptir. Bu özellikler sayesinde, zirkonyum partikülleri cam matris içerisinde homojen olarak dağıtıldığında, materyalin yüksek okluzal streslere karşı tolerans göstermesi ve kalıcı dayanıklılık kazanması sağlanır. Zirconomer, amalgamın mekanik direnci ile CİS'in florür salınımı gibi biyolojik faydalarını bir araya getirmeyi amaçlayan bir biyomateryal olarak geliştirilmiştir. Estetik kaygıları gidermek ve materyalin opak görünümünden kaynaklanan sınırlılıklarını aşmak için geliştirilen Zirconomer Improved®**,** yüksek translusentlik sağlayan nano boyutlu zirkonya partikülleri içerir. Ayrıca, içerdiği polialkenoik asit ve yüksek mukavemetli cam bileşenleri, materyalin hem mekanik direncini hem de kullanım kolaylığını artırmaktadır. Üretici firmanın verilerine göre Zirconomer Improved®, iyi marjinal adaptasyon, aşınma ve erozyona karşı direnç, dişle uyumlu termal genleşme katsayısı ve cıva içermemesi gibi özellikleriyle amalgama alternatif olarak uzun ömürlü bir restoratif materyaldir. Bununla birlikte, bir materyalin klinik başarısı, yalnızca fiziksel özellikleriyle değil, ağız ortamında uzun süreli performansı ve biyouyumluluğu ile değerlendirilmelidir. Bu nedenle Zirconomer Improved®'un özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha ileri klinik çalışmalara ihtiyaç vardır (Alessandro Panetta, 2024).

Gu ve arkadaşları, hidroksiapatit-zirkonya nanoparçacıkları (HA/ZrO_2) ile CİS'i modifiye etmiştir. GCİS'e %4, %12, %28 ve %40 hacim oranlarında HA/ZrO_2 nanoparçacıkları eklenmiştir. Bu kompozitler distile suda 1 gün ve 1 hafta bekletildikten sonra mekanik dayanımları test edilmiştir. Sonuçlar, HA/ZrO_2-CİS'in

diyametrik çekme dayanımı, basma dayanımı ve yüzey mikrosertliğinin GCİS'e göre daha yüksek olduğunu göstermiştir (Faiza Amin, 2021).

Gjorgievska ve arkadaşları, GCİS'lerin mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla %2, %5 ve %10 oranlarında Al_2O_3, ZrO_2 ve TiO_2 nanoparçacıkları eklemiş ve değerlendirme yapmıştır. ZrO_2 ve TiO_2 ilavesiyle basma dayanımının arttığı, ancak Al_2O_3 ilavesiyle çimentonun zayıfladığı gösterilmiştir. Spektrometrik analizde, bu nanoparçacıkların klinik olarak önemli miktarda iyon salınımı yapmadığı belirlenmiştir (Faiza Amin, 2021), (Elizabeta Gjorgievska, 2020).

Sajjad ve arkadaşları, %5 oranında nano ZrO_2-SiO_2-HA ilavesiyle GCİS'lerde eğilme ve basma dayanımlarında anlamlı artış görmüştür. Bu bulgular, yüksek stres taşıyan bölgelerde kalıcı restorasyonlar için bu modifiye CİS'lerin uygun olduğunu göstermektedir.

Genel olarak ZrO_2'nin CİS performansı üzerindeki etkileri, çoğunlukla Al_2O_3, TiO_2, SiO_2 ve HA gibi diğer bileşenlerle kombinasyon halinde değerlendirilmiştir. Bu kombinasyonlar, Al_2O_3 hariç olmak üzere, mekanik testlerde olumlu sonuçlar vermiştir (Faiza Amin, 2021).

2022 yılında yapılmış bir laboratuvar çalışması, GCİS ile zirkonyum katkılı CİS arasındaki florür salınımını karşılaştırmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda, her iki materyalin de florür salınımı yaptığı ancak Zirconomer'in tüm zaman noktalarında GCİS'e kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek florür salınımı sağladığı belirlenmiştir (Rinky Kukreja, 2022).

Sonia Tiwari ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; iki GCİS, bir kompomer ve zirkonya takviyeli CİS'in St. mutans'a karşı antibakteriyel etkisini ve farklı zamanlarda florür salımını karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Zirkonya takviyeli CİS, en

yüksek antibakteriyel aktiviteyi ve florür salımını göstermiştir (Sonia Tiwari, 2016).

Biyoaktif cam (BAG) içeren cam iyonomerler

Biyoaktif cam (BAG) ilk kez 1973 yılında, Larry Hench ve çalışma arkadaşları tarafından Florida Üniversitesi'nde geliştirilmiştir. Bu materyal, camın asidik ortamda çözünmesiyle, çevresinde kalsiyum (Ca^{2+}) ve fosfat (PO_4^{3-}) iyonları açısından zengin bir tabaka oluşturarak kemik hücreleri ile güçlü biyolojik bağlar kurmakta ve bu sayede kemik dokusuyla tamamen entegre olabilmektedir.

BAG'ın yapısal özelliği nedeniyle ağız ortamındaki pH'ı yükseltmesi, ona antibakteriyel etki kazandırır. Biyoaktif nano-silikaların diş simanlarıyla kombinasyonu, pek çok restoratif materyalde karşılaşılan marjinal boşluk oluşumu sorununu azaltarak biyouyumluluğu artırır. CİS yapısına BAG eklenmesi, materyalin biyoaktivite potansiyelini, rekonstrüktif kapasitesini ve rejeneratif etkisini anlamlı şekilde artırmaktadır. Bu amaçla geliştirilen ve piyasaya sunulan ACTIVA™, biyoaktif cam içeren yeni nesil restoratif bir materyal olarak öne çıkmaktadır. ACTIVA'nın yapısında; metakrilat bazlı monomerler, hidrojenlenmiş polibütadien (sentetik kauçuk) ve modifiye edilmiş diüretan monomer karışımı yer almaktadır. Yapıya eklenen rezin monomerlerinin, materyalin marginal bütünlüğünü ve mekanik direncini artırdığı üretici firma tarafından bildirilmektedir.

ACTIVA, doğal diş yapısını kimyasal ve fiziksel açıdan taklit eden biyoaktif bir dolgu materyali olarak tanımlanmakta olup; diş yapısı ile tükürük arasındaki iyon alışverişine aktif şekilde katılmakta, kalsiyum, fosfat ve florür iyonlarını salarak, klasik cam iyonomer simanlara göre daha fazla florür reşarj kapasitesine sahiptir. Ayrıca, ağız ortamındaki pH değişikliklerine dinamik bir

şekilde tepki vererek remineralizasyon sürecine aktif katkıda bulunur (SN., 2022).

2021 yılında yapılan bir çalışma, alüminyum içermeyen, yalnızca 45S5 Bioglass® ve biyoglass-seramik bazlı CİS geliştirmeyi hedeflemiş, %50 Bioglass® + %50 biyoglass-seramik içeren C50 simanı, alüminyum içermemesine rağmen ISO standardını karşılayan mekanik dayanım göstermiştir. Bu çalışma, alüminyumsuz CİS geliştirme alanında ilklerden biridir (Alireza Zandi Karimi, 2021).

Kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat kompleksi (CPP - ACP) takviyeli cam iyonomerler

CİS'lere CPP-ACP kompleksinin eklenmesi, restoratif materyalin biyoaktifliğini artırmak amacıyla önerilmiştir. Bu önerinin temelinde, ACP'nin hidroksiapatit öncüsü olması ve CPP-ACP kompleksinin, sulu ortamda kalsiyum ve fosfat iyonlarını serbest bırakarak demineralizasyonu inhibe etmesi ve remineralizasyonu teşvik etmesi yer almaktadır. Literatürde, CPP-ACP takviyeli CİS'lerin; sertleşme süresi, basma dayanımı ve diş dokusuna bağlanma kuvveti gibi fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden, florür salınımını artırdığı, demineralizasyonu engellediği, remineralizasyonu desteklediği bildirilmiştir (SN., 2022).

Klorheksidin (KH) takviyeli cam iyonomerler

CİS'in antibakteriyel etkinliğini artırmak amacıyla, yapısına klorheksidin diglukonat (KH) gibi antimikrobiyal ajanlar ilave edilebilmektedir. Cam iyonomer sistemine KH eklendiğinde, özellikle St. mutans gibi çürük etkeni mikroorganizmaların büyümesini etkili bir şekilde inhibe ettiği gösterilmiştir. Ancak, yüksek KH konsantrasyonları, materyalin mekanik özelliklerinde azalmaya neden olabilmektedir. Ayrıca, CİS'lerin mekanik performansı toz/sıvı karışım oranına oldukça duyarlıdır. Bu nedenle,

KH gibi antimikrobiyal katkıların toz ya da sıvı bileşenine ilave edilmesi, toz/sıvı oranında küçük değişikliklere yol açabilir ve bu da mekanik dayanıklılık ile sertleşme süresi üzerinde önemli etkiler yaratabilir (SN., 2022).

Bu yeni nesil materyaller yüksek çürük riski taşıyan hastalar için ve ağızda düşük stres taşıyan bölgelerde kullanılmak üzere umut vaat etmektedir. Bunun temel nedeni, yüksek antimikrobiyal etkilerine rağmen mekanik özelliklerinin sınırlı kalmasıdır (Faiza Amin, 2021)

Yapılan bir araştırmada, cam iyonomer simanlara önceden klorheksidin (KH) ile işlevselleştirilmiş partiküllerin eklenmesi değerlendirilmiştir. %2.5 ve %5 KH içeren gruplar, St. mutans'a karşı daha yüksek antibakteriyel etki göstermiştir. %5 KH grubunda mikrosertlik ve kohezyon dayanımı anlamlı şekilde artmıştır. KH ilavesi, iyon salınımı, pH, yüzey pürüzlülüğü ve sertleşme süresini etkilememiştir. Ön işlevselleştirme yöntemi, KH'nin toz/sıvı oranını bozmadan etkili entegrasyonunu sağlamıştır. Bu yaklaşım, CİS'in hem antibakteriyel hem de mekanik özelliklerini iyileştirmede etkilidir (Felipe Silva Gomes, 2024).

Kalsiyum alüminat cam iyonomerler / Ceramir

Biyoaktif ve kimyasal olarak bağlanabilen yapıştırma simanlarında son dönemde geliştirilen en yeni materyallerden biri, kalsiyum alüminat-cam iyonomer hibrit simanlardır. Bu teknolojiyi temsil eden XeraCem® (CM Crown & Bridge), kalsiyum alüminat ve cam iyonomer bileşenlerini birleştiren hibrit bir yapıştırıcı siman formülasyonudur. Bu materyalin sertleşme mekanizması, klasik cam iyonomer reaksiyonunu ve hidrolik simanlarda görülen asit-baz etkileşimini bir araya getiren kombine bir sertleşme süreci ile gerçekleşir. Cam iyonomer bileşeni; düşük başlangıç pH'ı, geliştirilmiş akışkanlık**,** hızlı sertleşme ve erken dönem diş yapısına bağlanma özelliklerine katkı sağlar. Kalsiyum alüminat bileşeni ise;

zamanla artan mekanik mukavemet ve retansiyon**,** yüksek biyouyumluluk**,** diş-siman arayüzünde gelişmiş sızdırmazlık**,** apatit kristali oluşumu sayesinde biyoaktivite**,** uzun dönem stabilite ve çözünürlüğe karşı direnç gibi kalıcı avantajlar sunar.

Bu özellikleriyle Ceramir® gibi hibrit yapıştırıcı simanlar, yalnızca fiziksel dayanıklılık açısından değil, aynı zamanda biyolojik etkileşim kapasitesi ve uzun ömürlü klinik performanslarıyla da öne çıkmaktadır (SN., 2022).

Nano partikül takviyeli cam iyonomerler

CİS'lerin toz fazına nano boyutlu partiküllerin dahil edilmesi, bu materyallerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Nano modifikasyon, restoratif materyalin çiğneme ve oklüzal kuvvetlere karşı daha dirençli olmasını sağlayarak klinik dayanıklılığını artırır. CİS'lerde kullanılan nanodolgular arasında nano-hidroksiapatit, silika, titanyum, zirkonyum ve baryum sülfat nanopartikülleri yer almaktadır (Smritti Jaiswal, 2022), (SN., 2022).

Nicholson ve arkadaşları, ilk kez hidroksiapatit katkısının CİS üzerindeki etkisini incelemiş ve bulgularına göre, nano-hidroksiapatit (nHA) ilavesi ile mekanik özellikler, flor salınımı ve bakteriyel invazyona karşı dirençte iyileşmeler gözlenmiştir.

Lucas ve ark., doğal diş yapısındaki hidroksiapatite benzer kristal yapısı ve biyolojik özelliklerinden dolayı standart CİS'e hidroksiapatit parçacıkları eklemişlerdir. Bu çalışmada, 0.3 ila 200 mikron aralığında partikül boyutları kullanılmıştır. Sonuç olarak; HA parçacıklarının GCİS'e eklenmesi florür salınımını engellememiş, set matrisin mekanik özelliklerinde anlamlı iyileşme ve dentin ile uzun dönem bağ kuvvetinde artış sağlanmıştır (Smritti Jaiswal, 2022).

Alatawi ve ark., CİS'e çeşitli oranlarda (1–10%) nHA ekleyerek ortaya çıkan mekanik, antibakteriyel ve florür salınımını değerlendirmişlerdir. Nano-hidroksiapatit katkısı, CİS'lerin hem florür salımı hem de mekanik dayanıklılığını artırmakta, ayrıca S. mutans'a karşı antibakteriyel etki kazandırmaktadır. Özellikle %5–8 HA katkılı CİS örnekleri bakteri inhibisyonu ve dayanım açısından en dengeli ve başarılı sonuçları vermiştir (Raedah A.S. Alatawi, 2018).

Gjorgievska ve arkadaşlarına göre; CİS'lere ZrO_2 ve TiO_2 nanopartiküllerinin ilavesi ile daha yüksek basma dayanımı elde edilmiştir. Ayrıca Al, Zr veya Ti iyonlarının, nanopartiküller içinde tespit edilebilir seviyede olmaması, bunları klinik kullanım açısından uygun kılmaktadır (Smritti Jaiswal, 2022).

TiO_2 nanopartiküllerinin eklenmesiyle malzemenin ortalama basma kırılma dayanımı artmıştır. Silika nanopartiküllerinin kullanımı ise mikrosertlik, basma ve eğilme dayanımı ile kesme bağlanma kuvvetini artırmaktadır. Zirkonya nanopartikülleri, malzemeyi hem güçlendirir hem de daha az kırılgan hale getirir. Baryum sülfatın ise CİS'in çalışma koşulları, sertleşme süresi ve fiziksel özellikleri üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir (Smritti Jaiswal, 2022), (SN., 2022).

CİS tozuna apatit ilavesi, materyalin kristalin yapısını geliştirerek, hem kimyasal stabilitesini hem de suda çözünmezliğini artırmaktadır. Özellikle, nanofloroapatit eklenmiş CİS'lerin; basma dayanımı, çekme mukavemeti ve eğilme direnci gibi mekanik özelliklerinde anlamlı artışlar sağlandığı bildirilmiştir.

Ayrıca, nano-apatit içeren CİS'lerin yapısındaki apatit kristalleri ile diş dokusunda yer alan kalsiyum iyonları arasında güçlü iyonik bağlar oluşmakta, bu da materyalin dentine kimyasal bağlanma kapasitesini güçlendirmektedir.

Benzer şekilde, RMCİS'lere kalsiyum florür (CaF_2) nanopartiküllerinin eklenmesi, materyalin mekanik performansını artırmaktadır. Ancak, bu modifikasyon CİS'in çözünürlüğünü belirgin şekilde azalttığı için, florür salınım kapasitesinde düşüşe yol açtığı gözlemlenmiştir (SN., 2022).

Fiber ile güçlendirilmiş cam iyonomer simanlar

CİS'lerin sertleşme derinliğini artırmak, polimerizasyon büzülmesini azaltmak, aşınma direncini geliştirmek ve özellikle eğilme mukavemetini iyileştirmek amacıyla, alümina (Al_2O_3) fiberlerle modifiye edilmiş cam tozları kullanılmaktadır. Alümina liflerinin cam toz fazına dahil edilmesi, mekanik stabiliteyi artırmakta ve materyalin eğilme mukavemetinde belirgin iyileşme sağlamaktadır. Bu tür sistemler genellikle ışıkla sertleşen CİS olup, alümina ve silisyum dioksit (SiO_2) içeren seramik fiber takviyeleri içermektedir.

Sertleşme süreci sırasında, klasik cam iyonomerlerde olduğu gibi asit-baz reaksiyonu ile hidrojel yapıdaki tuz matrisinin oluşumu gözlenir. Bu süreçte takviye edici partiküller, matris içinde bağlayıcı rolü üstlenerek dayanımı daha da artırır. Bu bağlamda, Al_2O_3 ve TiO_2 gibi seramik nanopartiküller, mekanik olarak güçlendirilmiş cam iyonomer sistemlerinin üretiminde etkin bileşenler olarak değerlendirilmektedir (SN., 2022).

Fiber takviyesi, özellikle karbon, cam ve reaktif cam lifleriyle, eğilme dayanımı ve kırılma tokluğunu artırmaktadır. Reaktif cam lifleri, lif-matriks uyumu sayesinde daha etkili olabilir. Estetik ve uzun vadeli dayanıklılık, fiber türüne göre değişkenlik göstermektedir. Klinik uygulama için biyo-uyumlu, dayanıklı ve işlenebilir lif takviyeli sistemlere ihtiyaç vardır (John W. Nicholson S. K., 2020).

Fe_2O_3 bazlı cam iyonomer simanlar

Alüminyum iyonlarının nörotoksik etkilerini azaltmak için Fe_2O_3 kullanılmıştır. Bu modifiye simanlar GCİS'lerle benzer kullanım özelliklerine sahiptir ancak biyouyumluluk açısından daha üstündür (Smritti Jaiswal, 2022).

Çinko bazlı cam iyonomer simanlar

Çinko oksit (ZnO), biyouyumluluğu, hücreler için toksik olmaması, kimyasal stabilitesi, maliyet etkinliği ve bakterisidal aktivitesi gibi birçok faydalı özelliğiyle çok işlevli bir yarı iletken dolgu maddesidir. ZnO partiküllerinin CİS'lere dahil edilmesiyle araştırmacılar, bu materyalin fiziko-mekanik ve antibakteriyel özelliklerini ortaya koymuştur.

Petromilli ve arkadaşları, ZnO NP ilavesinden sonra kendi kendine sertleşen CİS ile ışıkla sertleşen rezinle güçlendirilmiş CİS'lerde *S. mutans* biyofilmi üzerindeki antibakteriyel aktiviteyi değerlendirmiştir. Düşük konsantrasyonlarda (%1 ve %2 wt) ZnO NP eklenmesinin, *S. mutans*'a karşı antibakteriyel aktiviteyi artırmadığı görülmüştür.

Pranav P Vanajassun ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, GCİS'e %3 ZnO NP eklenmiştir. Deneysel CİS'in basma ve kayma bağ dayanımında anlamlı bir gelişme gözlenmemiştir; buna karşın *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkinlikte önemli bir artış görülmüştür. Çalışmalar arasında mekanik ve antibakteriyel özellikler açısından görülen farklılıklar, muhtemelen kullanılan ZnO NP miktarlarının değişken olmasından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, ZnO NP'lerinin CİS'lerin mekanik özelliklerini iyileştirme olasılığı düşük görünmektedir. Bu nedenle, klinik ortamda bu amaçla kullanımları uygun bir seçenek olarak değerlendirilmemelidir (Faiza Amin, 2021).

Çinko-silikat cam tozu ile yapılan simanların fleksural dayanımı GCİS'lerle benzer olsa da basma dayanımları düşüktür. Bunun nedeni Zn^{2+} iyonlarının poliakrilik asidin karboksilat gruplarıyla yaptığı bağlanmadır (Smritti Jaiswal, 2022).

Amino asit modifiye CİS

N-metakrilglutamik asit gibi aminoasitlerin eklenmesiyle kırılma tokluğu artırılmıştır (Smritti Jaiswal, 2022).

Borik asit içeren CİS

Borik asit eklendiğinde kompresif dayanım azalmaktadır. Bunun nedeni borik asidin asidik doğasıdır (Smritti Jaiswal, 2022).

Niyobyum silikat CİS

Niyobyum silikat eklenmesiyle daha düşük üretim sıcaklığı ve asit direnci artışı sağlanmıştır. Ancak mikroyüzey sertliği ve çekme dayanımı düşüktür (Smritti Jaiswal, 2022).

Silikon karbür (SiC) takviyeli CİS

SiC lifleri ile takviye edilen CİS'lerde bükülme direnci ve yorulma direnci artar. Ancak SiC'nin sağlık açısından riskleri nedeniyle dikkatli kullanılması önerilir (Smritti Jaiswal, 2022).

Klinik Kullanım Alanları

CİS, geniş bir klinik uygulama yelpazesine sahiptir. bazı önemli klinik kullanım alanları şu şekilde özetlenebilir:

- Pit ve fissür örtücü olarak,

-Simantasyon ajanı olarak,

-Astar ve kaide materyali olarak,

-Süt dişlerinde sınıf I restorasyonlar, süt molarlarda sınıf II restorasyonlar, küçük sınıf III restorasyonlar ve sınıf V çürük lezyonlarının tedavisinde,

-Molar keser hipomineralizasyonu bulunan dişlerin tedavisinde,

-Paslanmaz çelik kronların ve ortodontik bantların simantasyonunda,

-Ortodontik braketlerin yapıştırılmasında,

-Geçici restorasyonlar aracılığıyla çürük kontrolü amacıyla (interim terapötik restorasyon),

- Pulpal tedavisi sonrası kor yapımı ve restoratif destek için,

-Dentin yerine kullanılabilecek materyal olarak ve "sandviç tekniği"nde,

- Mevcut restorasyonların kusurlu marjinlerinin tamirinde,

-Endodontik kök perforasyonlarının onarımında,

-Eksternal kök rezorpsiyonu defektlerinin tamirinde,

-Kuron ve onley preparasyonlarında oluşan retansiyon boşluklarının kapatılmasında,

- ART, SMART uygulamalarında tercih edilmektedir (Vivek Mehta, 2024), (Jälevik, 2025), (American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

ART' de Kullanımı

ART, özellikle tek yüzeyli oklüzal restorasyonlarda daha iyi bir seçenek olarak değerlendirilmektedir. ART teknikleri, her iki dişlenme türünde de 3 ila 6 yıllık takiplerde genellikle yüksek sağkalım oranları göstermektedir. En çok tercih edilen restoratif materyal, YVCİS'dir. Bu materyal, fiziko-kimyasal olarak diş dokusuna bağlanabilmesi, düşük termal genleşme katsayısına sahip olması**,** flor salınımı ve gelişmiş mekanik özellikleri sayesinde yüksek çiğneme kuvvetlerine dayanıklılığı nedeniyle tercih edilmektedir. Modifiye ART yaklaşımlarından biri de son

zamanlarda uygulanmaya başlanan SMART (Silver Modified ART) tekniğidir. SMART restorasyonları için YVCİS tercih edilen materyaldir (DAMODAR, 2024).

2020 yılında Gümüş Diamin Florür ve CİS'in doğal dentin çürüklerinde remineralizasyon üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; 1 veya 2 uygulama SDF + ardından CİS, ileri dentin çürüklerinde remineralizasyonu anlamlı derecede arttırdığı, SDF + CİS kombinasyonunun, travmatik tedavilerin yerine geçebilecek, atraumatik restoratif yaklaşımlar için umut vaat ettiği gösterilmiştir (Nousha Panahpour Eslami, 2021).

Avantajları

CİS kullanımının restoratif diş hekimliğinde birçok avantajı bulunmaktadır:

- CİS, mine ve dentin gibi dental sert dokularla güçlü kimyasal bağlar oluşturur.

-Klinik uygulamalarda kullanılan metallerle, örneğin ortodontik braketlerle, güçlü bağlar kurabilir.

-Ağız boşluğunun nemli ortamında, hazırlanmış diş yüzeyine etkili bir şekilde yapışır.

-Diş ile restorasyon arasındaki marjinal boşlukları sızdırmazlık sağlayarak kapatır.

-Termal difüzivite değeri dentinle büyük ölçüde benzerlik gösterdiğinden, pulpayı termal değişimlere karşı etkili bir şekilde izole etmektedir.

-Sürekli flor salımı yaparak, komşu diş yüzeylerinde çürük önleyici etkiler oluşturur.

-Seramikler, altın alaşımları, kompozitler ve RMCİS'lerle karşılaştırıldığında, daha düşük sitotoksik ve mutajenik etkiler göstermekte ve daha az alerjik reaksiyona neden olmaktadır.

-Hidroksiapatit ile güçlendirildiğinde, fibroblast proliferasyonu ve tutunmasını artırmaktadır.

-Bakteriyel asidik yan ürünleri tamponlayarak ortam pH'ını yükseltmekte ve St. sanguinis ve St. mutans gibi bakterilerin büyümesini inhibe etmektedir.

-Ortodontik braketleri diş yüzeyine bağladığında, diakrilat bazlı ortodontik simanlara kıyasla minede daha az beyaz leke oluşumuna neden olmaktadır.

-Karıştırılması ve uygulanması kolaydır; uygun bakım ile yıllarca dayanabilir.

-CİS, diş yapısındaki hidroksiapatitte bulunan kalsiyum iyonlarıyla iyonik bağlar oluşturarak dişe doğrudan yapışabilir. Bu özelliği sayesinde; ekstra adeziv sistemlere gerek kalmaz, uygulama süresi kısalır, tedavi maliyetleri azalır.

-CİS'in pulpa dokusuna verdiği yanıt genellikle hafiftir. Bunun nedeni, CİS'deki poliakrilik asidin yüksek molekül ağırlıklı yapısı sayesinde dentin tübüllerine kolayca nüfuz edememesi ve bu sayede daha az iritasyon oluşturmasıdır.Ancak, pulpa yakınındaki çok derin kavitelerde simanın asidik kısmı pulpa iritasyonuna neden olabilir.

-CİS'in biyouyumluluğu yalnızca pulpa dokusu ile sınırlı değildir. Aynı zamanda periodontal dokularla da uyumludur. Özellikle subgingival bölgelerde biyofilm birikimini azaltma etkisi vardır ve dişeti dokusuna zarar vermez.

-CİS'ler uzun süreli florür salınımlarıyla bilinir ve bu salınım 8 yıla kadar sürebilir (Kelsey Xingyun Ge, 2024), (Vivek Mehta, 2024), (Saraswathy, 2024).

Dezavantajları

CİS kullanımına bazı dezavantajlar eşlik etmektedir:

-CİS'lerin mekanik özelliklerinin yetersiz olması, kullanım alanlarını sınırlamaktadır. Düşük kırılma direnci, sertlik ve aşınmaya karşı dayanıklılık gibi mekanik özelliklerin zayıf oluşu, özellikle yoğun çiğneme kuvvetlerine maruz kalan molar bölgelerde restoratif materyal olarak etkinliğini azaltmaktadır.

-CİS'lerin eğilme ve basınç dayanımı düşüktür.

-İlk sertleşme aşamasında neme karşı duyarlıdır ve nem kontaminasyonu meydana gelebilir.

-Asidik ortamlardan olumsuz etkilenebilir.

-Polisajlanabilirlikleri zayıftır.

-CİS, renk stabilitesinden yoksundur. Estetik özellikleri sınırlıdır. Translusensitesi doğal diş dokusuyla tam olarak uyumlu olmayabilir. GCİS'ler genellikle opaktır, RMCİS'ler daha translusent olup mine ve dentin tonlarına daha iyi uyum sağlar.

-Materyalin kütlesi içinde veya diş dokusu ile temas bölgesine yakın alanlarda kohezyonel çatlaklara yatkınlık söz konusudur.

-CİS ile dentin arasındaki ara yüzey zamanla değişiklik gösterebilir; bu durum, diş dokusu, restoratif materyal ve su arasındaki etkileşimlerden kaynaklanmakta olup, boya penetrasyonu çalışmalarıyla gösterilmiştir.

-Uygulama sırasında teknik hassasiyet gerektirmektedir (Saraswathy, 2024), (Vivek Mehta, 2024).

Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisine Göre (AAPD) Cam İyonomerler Hakkında Öneriler

- CİS, çürük kontrolü, ITR ve ART gibi minimal girişimli tedavi yöntemlerinde etkili bir restoratif materyaldir. Özellikle tek yüzeyli restorasyonlarda, yüksek başarı oranlarına sahiptir. Ancak, çok yüzeyli ART restorasyonlarının uzun dönem başarısı konusunda daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

- CİS'ler, süt dişlerinde Sınıf I restorasyonlar için kullanılabilir.

- RMCİS'ler, süt dişlerinde Sınıf I restorasyonlar için kullanılabilir; ayrıca uzman görüşü, Sınıf II restorasyonlarda da RMCİS kullanımını desteklemektedir.

- Daimi dişlerde, hem GCİS'lerin hem de RMCİS'lerin uzun dönem restoratif materyal olarak kullanımını destekleyecek yeterli kanıt bulunmamaktadır.

- YVCİS kullanılarak yapılan ITR/ART uygulamaları, hem süt hem de daimi dişlerde tek yüzeyli geçici restorasyonlar için uygulanabilir. Ayrıca, ITR, çok sayıda açık çürüğü olan çocuklarda, dişlerin kalıcı restorasyonu öncesinde çürük kontrolü amacıyla kullanılabilir.

- CİS'lerin dentine bağlanma gücü üzerine SDF uygulamasının etkisini inceleyen daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

- Kompomerler, süt dişlerindeki Sınıf I ve Sınıf II restorasyonlarda, diğer restoratif materyallere alternatif olarak kullanılabilir.

- Çocukların daimi dişlerinde, kompomerleri diğer restoratif materyallerle karşılaştıran yeterli veri mevcut değildir.

Sonuç

Cam iyonomer simanlar diş hekimliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Biyouyumluluğu, florür kaynağı olarak işlev görmesi, estetik görünümü ve geniş uygulama yelpazesi, bu malzemeyi dental uygulamalarda vazgeçilmez kılmaktadır. Restoratif materyallerin gelişimine paralel olarak CİS'lerde çeşitli yapısal modifikasyonlar gerçekleştirilmiş; bu sayede materyalin mekanik özellikleri güçlendirilmiş ve mevcut dezavantajları büyük ölçüde giderilmiştir. Bu alanda yapılacak gelecek çalışmaların, CİS'lerin klinik başarı oranlarını artıracağı ve endikasyon alanlarını daha da genişleteceği öngörülmektedir.

CİS'lerin sahip olduğu biyolojik ve kimyasal avantajları korurken, rezin kompozitlerin bazı olumsuz özelliklerini elimine etmeyi hedefleyen bu yeni nesil mekanik olarak güçlendirilmiş CİS'ler, özellikle yüksek çürük riski taşıyan hastalarda kalıcı restoratif materyal olarak kullanılabilecek önemli bir klinik alternatif sunmaktadır. Gelecekte, CİS'in yeni teknolojilerle birlikte geliştirilmesi ve iyileştirilmesi, diş hekimliğinde daha etkili ve pratik uygulama olanakları sunması açısından umut vericidir.

Kaynakça

Alatawi, R. A. S., & Hanno, N. (2018). Influence of hydroxyapatite nanoparticles on the properties of glass ionomer cement. *Journal of Materials Research and Technology*.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2024). *Pediatric restorative dentistry*, 452–465.

Amin, F., & Ranjbar, S. (2021). Effect of nanostructures on the properties of glass ionomer dental restoratives/cements: A comprehensive narrative review. *Materials*, 14(21), 1–34.

Andas, K., & Küçükeşmen, C. (2023). Compomers for the restorative treatment of dental caries in primary teeth: An umbrella review. *Journal of Dentistry*, 135, 104582.

Arthilakshmi, C. V. (2018). Effect of protective coating on microleakage of conventional glass ionomer cement and resin-modified glass ionomer cement in primary molars: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 29(6), 744–748.

Bahşi, E., & Şener, S. (2019). The evaluation of microleakage and fluoride release of different types of glass ionomer cements. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 22(8), 1126–1130.

Cribari, L., & Menezes, L. M. (2023). High-viscosity glass-ionomer cement or composite resin for restorations in posterior permanent teeth? A systematic review and meta-analyses. *Journal of Dentistry*, 132, 1–15.

Ge, K. X., Yan, W., He, H., & Huang, H. (2024). Updates on the clinical application of glass ionomer cement in restorative and preventive dentistry. *Journal of Dental Sciences*, 19(1), 1–9.

Gjorgievska, E., & Willershausen, B. (2020). Assessment of the impact of the addition of nanoparticles on the properties of glass–ionomer cements. *Materials*, 13(2), 1–12.

Gomes, F. S., Vieira, P. F. O., & Oliveira, D. (2024). Glass ionomer cement particles pre-reacted with chlorhexidine: Physical/chemical properties and antimicrobial activity. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 152, 106050.

Guo, T., Wu, D., & Wang, Y. (2024). Incorporating nanosilver with glass ionomer cement—A literature review. *Journal of Dentistry*, 139, 104634.

Hegde, D., & Shetty, B. S. (2024). Organic antibacterial modifications of high-viscosity glass ionomer cement for atraumatic restorative treatment: A review. *Japanese Dental Science Review*, 60, 22–31.

Hegde, D., & Shetty, B. S. (2024). Silver-modified atraumatic restorative treatment: A paradigm shift in dental caries management. *Primary Dental Journal*, 13(1), 29–35.

Huang, X., & Zhang, R. (2025). The clinical performance of high-viscosity glass ionomer-based and bulk-fill resin-based restorations in permanent teeth with occlusal or proximal cavities: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 29, 29–50.

Jaiswal, S., & Kaushik, P. (2022). Solubility of glass ionomer cement in various acidic beverages at different time intervals: An in vitro study. *International Journal of Dental Materials*, 4(3), 78–81.

Jälevik, B., & Haukioja, A. (2025). Desensitization treatment in MIH-affected teeth: A systematic review. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 26(1), 17–29.

Karimi, A. Z., & Rakhshan, E. (2021). Aluminum-free glass ionomer cements containing 45S5 Bioglass® and its bioglass-ceramic. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 32(20).

Kanık, Ö., & Şengün, L. (2016). Restoratif cam iyonomer simanlarda güncel yaklaşımlar. *EÜ Dişhek Fak Derg*, 37(1), 54–65.

Kaya, T., & Tirali, Y. D. (2013). Cam iyonomer simanlardaki gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 23, 71–77.

Kukreja, R., & Sharma, S. (2022). An in vitro study to compare the release of fluoride from glass ionomer cement (Fuji IX) and Zirconomer. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 15(1), 35–37.

Kunte, S., & Bhagat, S. (2022). Comparative evaluation of compressive strength and diametral tensile strength of conventional glass ionomer cement and a glass hybrid glass ionomer cement. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 15(4), 398–401.

Lima Oliveira, G., & Nogueira, C. N. (2019). The influence of mixing methods on the compressive strength and fluoride release of conventional and resin-modified glass ionomer cements. *International Journal of Dentistry*, 2019, Article ID 4054827.

Luppieri, V., & Cianetti, C. M. (2025). SIOI policy on direct restorative materials in paediatric dentistry. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 26(2), 81–84.

Mehta, V., & Singh, N. (2024). Recent modifications of glass ionomer cement in pediatric dentistry: An update. *Journal of Chemical Health Risks*, 14(1), 10–20.

Moshaverinia, M., & Nogueira, A. (2019). Comparative evaluation of the physical properties of a reinforced glass ionomer dental restorative material. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(1), 154–159.

Murugan, R., & Yiu, F. (2022). Effects of nanohydroxyapatite incorporation into glass ionomer cement (GIC). *Minerals*, 12(6), 1–10.

Nezir, M. (2021). Restoratif diş hekimliğinde cam iyonomerler. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 7(2), 90–96.

Nica, I., & Stan, S. (2022). Conventional and resin-modified glass ionomer cement surface characteristics after acidic challenges. *Biomedicines*, 10(4), 2–12.

Nicholson, J. W., & Czarnecka, B. (2023). Fluoride exchange by glass-ionomer dental cements and its clinical effects: A review. *Biomaterial Investigations in Dentistry*, 10(1), 12–31.

Nicholson, J. W., & Czarnecka, B. (2020). Enhancing the mechanical properties of glass-ionomer dental cements: A review. *Materials*, 13(5), 1–14.

Panahpour Eslami, N., & Chan, D. (2021). Effect of silver diammine fluoride and glass ionomer on remineralisation of natural dentine caries. *Journal of Dentistry*, 112, 103740.

Panetta, A., & López-Macipe, P. (2024). Evaluating glass ionomer cement longevity in the primary and permanent teeth—An umbrella review. *Journal of Functional Biomaterials*, 15(1), 2–19.

Park, E. Y., & Kim, S. (2020). Current aspects and prospects of glass ionomer cements for clinical dentistry. *Yeungnam University College of Medicine*, 169–178.

Peker, Ö. V. (2023). Çocuk diş hekimliğinde cam iyonomer simanlar. *Uluslararası Dental Bilimler Dergisi*, 8(3), 77–83.

Peric, T., & Markovic, E. (2021). Meta-analysis of in-vitro bonding of glass-ionomer restorative materials to primary teeth. *Materials*, 14(1), 5–11.

Poornima, P., & Krishnaswamy, P. (2019). Comparative evaluation of compressive strength and surface microhardness of EQUIA Forte, resin-modified glass-ionomer cement with conventional glass-ionomer cement. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 37(3), 265–270.

Rusnac, M. E., & Gurban, C. G. (2019). Giomers in dentistry – at the boundary between dental composites and glass-ionomers. *Medicine and Pharmacy Reports*, 92(2), 123–125.

Sanket, K., & Bhagat, S. (2022). Comparative evaluation of compressive strength and diametral tensile strength of conventional and hybrid glass ionomer cement. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 15(4), 398–401.

Sarı, M. E., & İlgün, S. (2019). Modifiye cam iyonomer simanlar: Güncel bir yaklaşım. *Selçuk Dişhekimliği Dergisi*, 6(2), 206–212.

Saraswathy, S., & Shanmuganathan, S. (2024). Modifications of polyalkenoic acid and its effect on glass ionomer cement. *Royal Society of Chemistry Advances*, 14(5), 2719–2735.

SN, K. (2022). Güçlendirilmiş cam iyonomer siman sistemi. *Current Research in Dental Sciences*, 2(4), 297–304.

Şirinoğlu Çapan, B., & Atay, S. (2015). Çocuk diş hekimliğinde fluorid salınımı yapan güncel restoratif materyaller. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 5(3), 129–134.

Tiwari, S., & Kumar, M. (2016). Antibacterial activity and fluoride release of glass-ionomer cement, compomer and zirconia reinforced glass-ionomer cement. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(6), ZC90–ZC93.

Yin, I. X., & Mei, M. L. (2024). Synthesis and application of silver nanoparticles for caries management: A review. *Pharmaceuticals*, 17(2), 2–14.

CHAPTER 12

TRAVMATİK DİŞ KAYBI YAŞAMIŞ ÇOCUKLARDA PSİKOSOSYAL REHABİLİTASYON VE KLİNİK TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Büşra TEKİN[1]
Alparslan Mustafa ÇELER[2]

Giriş

Travmatik diş yaralanmaları (TDY), toplumda oldukça yaygın olarak görülmekte olup ağız bölgesinde travma ile sağlık kuruluşlarına başvuran olguların yaklaşık %85'ini oluşturmaktadır. Literatürde yapılan bir derleme, süt dişlerinde çocukların üçte birinin, daimi dişlerde ise okul çağındaki çocukların dörtte birinin ve yetişkin bireylerin üçte birinin yaşamlarının bir döneminde travmatik diş yaralanması geçirdiğini ortaya koymuştur (Petti, Glendor & Andersson, 2018). Bu yaralanmaların görülme sıklığı, özellikle 1–3 yaş aralığında motor koordinasyon becerilerinin tam

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Hatay/Türkiye Orcid: 0009-0006-5619-1987, busra.tekin03@hotmail.com
[2] Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Hatay/Türkiye Orcid: 0000-0003-4223-0157, alparslanmustafa.celer@mku.edu.tr

olarak gelişmemiş olması ve okul çağı döneminde artan fiziksel aktivite, oyun ile spora katılım gibi faktörlerle doğrudan ilişkilidir. Bu etkenler, ilgili yaş gruplarında TDY insidansının artmasına neden olan başlıca risk faktörleri arasında yer almaktadır (Glendor, 2009).

Travmatik dental yaralanmalar çoğunlukla maksiller santral kesici dişleri etkilemekte olup avülsiyon, intrüzyon ve komplike kron-kök kırıkları gibi dişin prognozunu ciddi şekilde tehdit eden lezyonlarla sonuçlanabilmektedir (Andreasen & Andreasen, 2018). Bu durum, yalnızca dişin prognozunu değil, çocuğun benlik algısını ve sosyal ilişkilerini de olumsuz etkilemektedir. Yapılan araştırmalar, tedavi edilmeyen ön bölge travmalarının çocuklarda gülümsemekten ve sosyal iletişimden kaçınma riskini anlamlı ölçüde artırdığını göstermektedir. Estetik bozulmaların sosyal etkileri, işlevsel kayıplardan daha belirgin olabilmektedir (Rodd & Noble, 2019).

Ön dişlerin görünümü ve konumu, çocukların psikolojik durumu ve sosyal ilişkileri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Yüz estetiği, bireyin yaşamı ve sosyal etkileşimleri açısından temel bir psikososyal unsur olarak kabul edilmektedir. Literatürde yer alan bir vaka raporunda kırık ön dişlerin çocuklarda ciddi duygusal rahatsızlıklara ve zihinsel tutumlarında belirgin olumsuzluklara yol açabileceğini göstermektedir (Fakhruddin, Lawrence & Kenny, 2008). Bu bulgular, erken yaşta meydana gelen travmatik diş kayıplarının yalnızca oral sağlık açısından değil, aynı zamanda çocukların psikososyal gelişimi ve genel ruh sağlığı yönünden de değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Dolayısıyla, travmaya bağlı diş kaybı olgularında tedavi planlaması yapılırken, yalnızca estetik ve fonksiyonel rehabilitasyon değil, aynı zamanda bireyin psikolojik iyilik hâlinin desteklenmesi de tedavi sürecinin ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Bu kapsamda, çocuk diş hekimlerinin çocuk psikologları ve ortodontistlerle multidisipliner iş birliği içerisinde çalışmaları hem kısa hem de uzun vadede çocukların

yaşam kalitesini artırmada önemli katkılar sağlayacaktır (Cortes, Marcenes & Sheiham, 2002). Erken yaşlarda uygulanan geçici protetik çözümler, çocuğun estetik ve fonksiyonel ihtiyaçlarını karşılarken, büyüme ve gelişim süreci tamamlandıktan sonra planlanacak implant gibi kalıcı tedavilerle ideal sonuçlar elde edilebilir (AAPD, 2019). Bu kitap bölümü, travmaya bağlı diş kaybı yaşamış çocuklarda psikososyal rehabilitasyonun temel ilkelerini ve yaşa uygun protetik ile implant alternatiflerini ele almayı amaçlamaktadır.

Travmaya Bağlı Diş Kaybının Nedenleri

Çocukluk çağında karşılaşılan dental travmalar, multifaktöriyel etiyolojiye sahip olup genellikle ön daimi kesici dişlerde avülsiyon, intrüzyon, kök kırığı veya restoratif yöntemlerle telafi edilemeyecek düzeyde yapısal hasarlarla sonuçlanmaktadır (Antipovienė, Narbutaitė & Virtanen, 2021; StatPearls, 2023). Diş kaybına yol açan bu travmatik lezyonların oluşumunda çocuğun kronolojik yaşı, nöromotor gelişim düzeyi, çevresel risk faktörleri ve içinde bulunduğu sosyokültürel yapı belirleyici unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu değişkenler hem travmanın meydana gelme olasılığını hem de klinik tabloyu doğrudan etkilemektedir (de Amorim, Estrela & da Costa, 2018).

Motor koordinasyon eksikliği ve erken yürümeye başlama

Motor becerilerin tam olarak gelişmediği 1–4 yaş arasındaki çocuklarda, denge ve koordinasyon eksikliklerine bağlı olarak gelişen düşme ve çarpma kaynaklı dental travmalar oldukça sık görülmektedir. Bu yaş grubunda travmaların en yaygın nedeni ev içi kazalardır. Merdivenden düşme, sabit olmayan mobilyalara çarpma ya da yürürken denge kaybı gibi durumlar, özellikle süt kesici dişlerde travmatik hasarlarla sonuçlanabilir (Dutra, Barbosa & Gavião, 2010; Azami-Aghdash ve ark., 2015).

Spor aktiviteleri ve okul çağı travmaları

Okul çağı olarak tanımlanan 6–12 yaş aralığında, çocukların artan fiziksel aktivite düzeyleri ve spor etkinliklerine daha fazla katılım göstermeleri, travmatik dental yaralanmaların insidansını belirgin şekilde artırmaktadır (Glendor, 2009). Özellikle basketbol, futbol, bisiklet sürme ve scooter kullanımı gibi yüksek çarpışma riski taşıyan aktiviteler sırasında uygun koruyucu ekipmanların (örneğin ağız koruyucular) kullanılmaması, ön daimi kesici dişlerde avülsiyon ve komplike kron-kök kırıkları gibi ciddi dental travmalara zemin hazırlamaktadır (AAPD, 2021).

Şiddete maruz kalma ve düşük sosyoekonomik düzey

Çocuklarda travmatik dental yaralanmalar (TDY), yalnızca fiziksel aktivitelerle sınırlı kalmayıp, çevresel ve psiko-sosyal etkenlerle de yakından ilişkilidir. Özellikle ev içi fiziksel istismar, akran zorbalığı ve denetimsiz açık alanlarda oyun oynama gibi durumların TDY riskini anlamlı şekilde artırdığı bildirilmektedir (Tate ve ark., 2024). Buna ek olarak, düşük sosyoekonomik düzeye sahip ailelerin yoğun olarak yaşadığı bölgelerde TDY insidansının daha yüksek olduğu; bu durumun çevresel güvenlik eksiklikleri, sınırlı ebeveyn denetimi ve yetersiz sağlık eğitimi ile bağlantılı olabileceği gösterilmiştir (Cortes, Marcenes & Sheiham, 2001).

Maloklüzyon ve diş pozisyonu

Artmış overjet (>3 mm), inkompetan dudak kapanışı ve Sınıf II iskeletsel maloklüzyon gibi kraniyofasiyal özellikler, özellikle maksiller ön dişleri çevresel travmalara karşı daha savunmasız hâle getirerek travmatik dental yaralanma (TDY) riskini anlamlı ölçüde artırmaktadır. Dudakların koruyucu bariyer işlevinin yetersiz kalması, travma esnasında dişlerin doğrudan etkilenmesine neden olur. Sistematik derlemelere göre, 3 mm'den fazla overjet'e sahip bireylerde dental travma riskinin yaklaşık üç kat arttığı bildirilmiştir

(Nguyen ve ark., 2019). Benzer şekilde, inkompetan dudak kapanışı ve Sınıf II maloklüzyona sahip bireylerde ön dişlerde travma prevalansı anlamlı şekilde yüksektir (Punati ve ark., 2020).

Yetersiz koruyucu önlemler

Spor faaliyetleri sırasında ağız koruyucusu (mouthguard) kullanımının ihmal edilmesi ve bisiklet, scooter gibi bireysel taşıma araçlarının sürülmesi esnasında koruyucu başlık (kask) takılmaması, dental travma insidansını anlamlı ölçüde artıran önlenebilir risk faktörleri arasında yer almaktadır. Özellikle okul ortamlarında ve amatör spor kulüplerinde, travma önleyici koruyucu ekipmanların gerekliliğine ilişkin bilgi ve farkındalık düzeyinin yetersiz olduğu bildirilmiştir (AAPD, 2019).

Travmaya Bağlı Diş Kaybının Psikososyal Etkileri

Dental travmalar, yalnızca orofasiyal bölgedeki fiziksel bütünlüğü bozan bir patoloji olmanın ötesinde, etkilenen bireyin sosyal etkileşimlerini, psikososyal gelişimini ve benlik algısını derinlemesine etkileyen çok boyutlu bir deneyimdir. Özellikle estetik açıdan görünür bölgede yer alan anterior dişlerin kaybı, çocuğun fiziksel görünümünde meydana gelen değişiklikler nedeniyle özsaygı düzeyinin azalmasına, sosyal izolasyon eğilimine ve okul başarısında düşüşe neden olabilecek psikososyal zorluklara yol açabilmektedir (Aldrigui ve ark., 2011). Rodd ve Noble (2019), dental travma geçiren çocukların, özellikle tedavi edilmemiş vakalarda, benlik saygısında azalma ve sosyal etkileşimlerde zorluklar yaşadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Kumar ve ark. (2020), travmatik dental yaralanmaların çocuklarda sosyal izolasyon, akran zorbalığı ve psikolojik stres gibi olumsuz etkilere yol açabileceğini vurgulamışlardır.

Özgüven kaybı ve benlik algısında bozulma

Anterior diş kaybı, özellikle görünür bölgede meydana geldiğinde, çocukların özgüveninde anlamlı düşüşlere yol açabilmektedir. Literatürde, travmatik dental yaralanmaya maruz kalan çocukların sosyal ortamlarda daha çekingen tutumlar sergilediği ve kendilik algılarında olumsuz etkiler yaşadığı bildirilmiştir. Okul çağındaki çocuklarda estetik kaygıların belirginleşmesi, sosyal etkileşimlerde kısıtlanmaya ve dolayısıyla sosyal izolasyon riskinin artmasına neden olabilmektedir (Cortes ve ark., 2002; Fakhruddin ve ark., 2008).

Akran zorbalığı ve sosyal dışlanma

Diş kaybı yaşayan çocuklar, akranları tarafından alay edilme, dışlanma ve zorbalığa maruz kalma riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu olumsuz sosyal deneyimler, özellikle okul ortamında, çocukların psikolojik iyi oluşunu olumsuz yönde etkileyerek ruh sağlığında ciddi bozulmalara yol açabilir. Sosyal dışlanma depresyon, anksiyete bozuklukları ve okul fobisi gibi psikopatolojik durumlarla anlamlı düzeyde ilişkilendirilmiştir (Bagattoni ve ark., 2007).

Konuşma ve ifade bozuklukları

Diş eksikliği, çocuklarda belirli fonemlerin doğru artikülasyonunu olumsuz etkileyerek özellikle /s/, /f/ ve /v/ seslerinin üretiminde güçlükler ortaya çıkarabilir. Bu fonetik bozukluklar, çocuğun iletişim becerilerinde azalmaya yol açarak sosyal etkileşimlerini kısıtlayabilir ve bireyin kendini ifade etme yeteneğinde önemli derecede gerilemeye neden olabilir (Inagaki ve ark., 2015).

Aile Dinamikleri Üzerindeki Etkiler

Dental travmaların etkileri yalnızca çocuk üzerinde sınırlı kalmayıp, aynı zamanda aile bireylerinin duygusal durumunu da

derinden etkilemektedir. Ebeveynler sıklıkla suçluluk duygusu deneyimlemekte ve çocuğun estetik ile fonksiyonel kayıplarının uzun vadeli sonuçlarına ilişkin kaygılar taşımaktadır. Bu süreçte ebeveynlerin bilinçli, destekleyici ve bilgilendirici tutumları çocuğun psikososyal rehabilitasyonunun başarısında kritik öneme sahiptir (Rodd & Noble, 2019).

Yaşa Bağlı Protetik Tedavi Seçenekleri

Travmaya bağlı diş kaybı bulunan pediatrik hastalarda tedavi planlaması, yalnızca estetik ve fonksiyonel ihtiyaçlar doğrultusunda değil, aynı zamanda hastanın kronolojik yaşı ile büyüme ve gelişim evreleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Pedodontik yaş grubunda sabit protetik uygulamalar genellikle kontrendike olup bu nedenle geçici ve büyümeye uygun rehabilitasyon yöntemleri tercih edilmektedir (AAPD, 2019; Bhandari & Kumar, 2018).

Okul öncesi dönem (3–6 yaş)

Bu dönemde tedavi planlamasında temel hedef, çocuğun estetik görünümünü ve özgüvenini desteklemek, aynı zamanda konuşma ve çiğneme fonksiyonlarını korumaktır. Önerilen seçenekler arasında çıkarılabilir pediatrik parsiyel protezler, rezin esaslı geçici kronlar veya diş formunda akrilik yer tutucular yer alır. Ayrıca, ebeveyn eğitimi ve çocuğun tedaviye uyumunun desteklenmesi önemlidir. Sabit protezlerin büyümeye olumsuz etkileri nedeniyle önerilmediği ve yumuşak dokularda basıya neden olmayacak şekilde tasarlanması gerektiği vurgulanmaktadır (AAPD, 2024; Kanjevac ve ark., 2020).

Okul çağı dönemi (6–12 yaş)

Karışık dişlenme döneminde hem süt dişleri hem de daimi dişler ağızda bulunduğundan tedavi seçenekleri sınırlıdır. Ancak estetik gereksinimler bu dönemde daha baskındır. Önerilen seçenekler arasında çıkarılabilir bölümlü protezler, modifiye yer

tutucular, fiber destekli rezin köprüler ve sınırlı sabit çözümler yer alır. Büyüme süreci devam ettiği için implant ve sabit protezler genellikle önerilmez (AAPD, 2024; Kotsiomiti ve ark., 2000)

Adölesan dönem (12–18 yaş)

Bu dönemde çocuk artık estetik farkındalığı yüksek bir bireydir. Kalıcı tedavilere geçiş süreci planlanabilir, ancak büyüme potansiyeli tamamlanmadan kesin restorasyonlar önerilmez. Önerilen seçenekler arasında kompozit veya fiber destekli geçici köprüler, çıkarılabilir estetik apareyler, ortodontik boşluk kapatma ve implant öncesi hazırlık yer alır. Kızlarda yaklaşık 16, erkeklerde ise 18 yaş sonrası kemik büyümesi tamamlandığında implant planlamasına geçilebilir (AAPD, 2024; Kearns ve ark., 1999).

Estetik, Fonksiyon ve Psikolojik Etkiler

Estetik etkiler

Anterior diş kayıpları, yüz estetiği ve gülüş simetrisinde bozulmalara neden olarak bireylerin sosyal ortamlarda çekingenlik ve düşük özsaygı geliştirmelerine zemin hazırlamaktadır. Özellikle adölesan dönemde estetik kaygıların artması sebebiyle, bu yaş grubunda uygun geçici veya kalıcı restoratif müdahalelerin planlanması ve uygulanması klinik açıdan büyük önem taşımaktadır (Rodd & Noble, 2019; Bendo ve ark., 2014).

Fonksiyonel etkiler

Diş eksikliği, çiğneme, konuşma ve doğru beslenme üzerinde doğrudan etkilidir. Özellikle ön diş kayıpları, /s/, /z/, /t/, /d/ gibi harflerin telaffuzunda bozukluklara yol açabilir. Ayrıca, çiğneme verimliliğinde azalma, yetersiz sindirime neden olarak genel sağlık üzerinde de olumsuz etkilere yol açabilir (Inagaki ve ark., 2015; Feldens ve ark., 2019).

Psikolojik etkiler

Diş kaybına bağlı yaşanan özgüven kaybı, içe kapanma ve sosyal izolasyon gibi sorunlar, çocukların psiko-sosyal gelişimini ciddi şekilde etkileyebilir. Özellikle ön diş kayıpları, çocuğun estetik görünümünde meydana gelen değişiklikler nedeniyle özsaygı düzeyinin azalmasına, sosyal izolasyon eğilimine ve okul başarısında düşüşe neden olabilecek psikososyal zorluklara yol açabilmektedir (Rodd & Noble, 2019). Erken yaşta yaşanan estetik kayıplar okul başarısını, arkadaş ilişkilerini ve sosyal gelişimi olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle diş kaybı yaşayan çocuklarda multidisipliner yaklaşım, yani pedodontist, psikolog ve gerektiğinde pedodontik protez uzmanı iş birliğiyle rehabilitasyon önerilir. Aileye ve çocuğa uygun, travmanın etkisini azaltacak düzeyde empatik iletişim kurulmalı; gerekirse psikolojik danışmanlık desteği sağlanmalıdır (Das ve ark., 2022).

İleri Yaş için İmplant Planlaması

İmplant tedavisi, çocuklukta uygulamaya uygun bir yöntem değildir; ancak adölesan dönemin sonuna doğru kemik gelişiminin tamamlanmasıyla birlikte planlamaya alınabilir. Genellikle kızlarda 16 yaş, erkeklerde ise 18 yaş sonrası bu değerlendirme yapılabilir (Kearns ve ark., 1999).

Büyüme ve gelişim değerlendirmesi

İmplant tedavisi planlanmadan önce lateral sefalometrik analiz, el-bilek grafisi ve klinik muayene ile iskeletsel gelişim düzeyi değerlendirilmelidir. Büyüme tamamlanmadan yapılan implant uygulamaları, dikey yönlü kemik gelişimine ayak uyduramaz ve "gömülü implant" görünümüne neden olabilir. Zamana bağlı olarak yumuşak doku ve komşu dişlerle uyumsuzluk riski artar (Andreasen & Andreasen, 2007).

Estetik ve fonksiyonel planlama

Özellikle ön bölge implantları planlarken: Sabit geçici restorasyonlar (ör. fiber destekli köprüler) ile geçici estetik sağlanabilir. İmplant bölgesi için kemik hacmi korunmalı, gerektiğinde yönlendirilmiş kemik rejenerasyonu (GBR) planlanmalıdır (Javed & Romanos, 2010).

Psikososyal Yaklaşım

Ergen bireylerde implant tedavisine yönelik karar verme süreci, ailenin yanı sıra hastanın kendisinin aktif katılımını içerecek şekilde multidisipliner bir yaklaşımla gerçekleştirilmelidir. Uzun dönemli tedavi başarısı yalnızca fonksiyonel sonuçlarla değil, aynı zamanda hastanın psikososyal memnuniyeti ile de yakından ilişkilidir (Esposito ve ark., 2012). İmplant yerleştirilmeden önce, gerekmesi halinde ortodontik tedavi ve cerrahi prosedürler (örneğin, otojen kemik grefti uygulaması) titizlikle planlanmalı ve eş zamanlı yönetilmelidir (AAPD,2024).

Kaynakça

Aldrigui, J. M., Abanto, J., Carvalho, T. S., Mendes, F. M., Wanderley, M. T., & Bonecker, M. (2011). Impact of traumatic dental injuries and malocclusions on quality of life of preschool children. *Health and Quality of Life Outcomes, 9*(78).

American Academy of Pediatric Dentistry. (2019). Management of the developing dentition and occlusion in pediatric dentistry. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry, 41*(6), 285–297.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2019). Policy on prevention of sports-related orofacial injuries. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*, 109–113.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2021). Policy on prevention of sports-related orofacial injuries. *Pediatric Dentistry, 43*(6), 124–129.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2024). Management of the developing dentition and occlusion in pediatric dentistry. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*, 475–493.

Andreasen, J. O., & Andreasen, F. M. (2007). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth* (4th ed.). Blackwell Munksgaard.

Andreasen, J. O., & Andreasen, F. M. (2018). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth* (5th ed.). Wiley-Blackwell.

Antipovienė, A., Narbutaitė, J., & Virtanen, J. I. (2021). Traumatic dental injuries, treatment, and complications in children and adolescents: A register-based study. *European Journal of Dentistry, 15*(3), 557–562.

Azami-Aghdash, S., Ebadifard Azar, F., Pournaghi Azar, F., Rezapour, A., & Moradi-Joo, M. (2015). Prevalence, etiology, and types of dental trauma in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 29*, 234.

Bagattoni, S., D'Alessandro, G., & Piana, G. (2007). Effects of traumatic dental injuries on schoolchildren's quality of life: A multicentre study. *Dental Traumatology, 23*(6), 326–330.

Bendo, C. B., Paiva, S. M., Abreu, M. H., Figueiredo, L. D., & Vale, M. P. (2014). Impact of traumatic dental injuries among adolescents on family's quality of life: A population-based study. *International Journal of Paediatric Dentistry, 24*(5), 387–396.

Bhandari, A., & Kumar, S. (2018). Prosthetic management with removable partial dentures in children: A review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research, 12*(5), ZE01–ZE05.

Cortes, M. I., Marcenes, W., & Sheiham, A. (2001). Prevalence and correlates of traumatic dental injuries in 9–14 year old schoolchildren in Belo Horizonte, Brazil. *Dental Traumatology, 17*(1), 22–26.

Cortes, M. I., Marcenes, W., & Sheiham, A. (2002). Impact of traumatic injuries to the permanent teeth on the oral health-related quality of life in 12–14-year-old children. *Community Dentistry and Oral Epidemiology, 30*(3), 193–198.

Das, P., Mishra, L., Jena, D., Govind, S., Panda, S., & Lapinska, B. (2022). Oral Health-Related Quality of Life in Children and Adolescents with a Traumatic Injury of Permanent Teeth and the Impact on Their Families: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(5), 3087.

de Amorim, L. F., Estrela, C., & da Costa, L. R. (2018). Retrospective study of traumatic dental injuries in primary teeth in children in Brazil. *BMC Oral Health, 18*(1), 1–7.

Dutra, L. C., Barbosa, T. S., & Gavião, M. B. D. (2010). Prevalence of dental trauma and associated factors in Brazilian preschool children. *Journal of Dentistry for Children, 77*(3), 146–150.

Fakhruddin, K. S., Lawrence, H. P., & Kenny, D. J. (2008). Impact of traumatic dental injuries on the self-esteem of school children. *Dental Traumatology, 24*(4), 289–293.

Feldens, C. A., Kramer, P. F., & Vargas-Ferreira, F. (2019). The role of diet and oral hygiene in dental caries. In S. C. Leal & E. M. Takeshita (Eds.), *Pediatric Restorative Dentistry* (pp. 31–55).

Glendor, U. (2009). Aetiology and risk factors related to traumatic dental injuries – A review of the literature. *Dental Traumatology, 25*(1), 19–31.

Inagaki, L. T., Prado, D. G. A., Iwamoto, A. S., Pereira Neto, J. S., Gavião, M. B. D., & Puppin-Rontani, R. M. (2015). Interdisciplinary integration between dentistry and speech-language pathology. *Revista CEFAC, 17*(2), 595–603.

Javed, F., & Romanos, G. E. (2010). The role of primary stability for successful immediate loading of dental implants: A literature review. *Journal of Dentistry, 38*(8), 612–620.

Kanjevac, T., Djurdjevic, M., Pavlovic, J., & Acovic, A. (2020). Prosthetics in pediatric dentistry: Etiology of tooth loss and prosthetic rehabilitation in children. *Global Journal of Oral Science, 6*, 25–30.

Kearns, G., Sharma, A., Perrott, D., Schmidt, B., Kaban, L., & Vargervik, K. (1999). Placement of endosseous implants in children and adolescents with hereditary ectodermal dysplasia. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics, 88*(1), 5–10.

Kotsiomiti, E., Arapostathis, K., Kapari, D., & Konstantinidis, A. (2000). Removable prosthodontic treatment for the primary and mixed dentition. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 24*(2), 83–89.

Kumar, S., Neha, Kaur, G., Kashyap, N., Palak, & Radhe, A. (2020). Social and psychological impact of traumatic dental injuries in children and adolescents: A review of literature. *Inter Pediatric Dentistry Open Access Journal, 4*(3), 331–333.

Nguyen, Q. V., Bezemer, P. D., Habets, L. L., & Prahl-Andersen, B. (2019). The association of overjet size and traumatic dental injuries—A systematic review and meta-analysis. *Dental Traumatology, 35*(4–5), 217–228.

Petti, S., Glendor, U., & Andersson, L. (2018). World traumatic dental injury prevalence and incidence: A meta-analysis. *Dental Traumatology, 34*(2), 71–86.

Punati, N., Dutta, A., Kumar, H. C., Shetty, K. S., & Sapna, B. (2020). Prevalence of incisal trauma in Class II Division 1 malocclusion compared to Class I control group – A retrospective study. *International Journal of Contemporary Medical Research, 7*(12), 1–5.

Rodd, H. D., & Noble, F. (2019). Psychosocial impacts relating to dental injuries in childhood: The bigger picture. *Dentistry Journal, 7*(1), 23.

StatPearls. (2023). Trauma to the primary dentition. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580475/

Tate, A. R., Fisher-Owens, S. A., Spiller, L., Lukefahr, J. L., & Keels, M. A. (2024). Oral and dental aspects of child abuse and neglect: Clinical report. *Pediatrics, 154*(3), e2024068024.

CHAPTER 13

ÖN GRUP SÜT DİŞLERİNDE GÜNCEL RESTORASYONLAR

Fatma SARAÇ[1]

Giriş

Ön grup süt dişler; estetik görünümün sağlanması, konuşma fonksiyonlarının gelişimi, dental ark bütünlüğünün korunması ve etkili çiğneme gibi temel görevlerde kritik bir rol üstlenir. Bu dişlerin çürük, travma veya gelişimsel defektler nedeniyle kaybı, çocukların ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir; bu durum, sosyal etkileşimleri ve özsaygıları üzerinde de önemli yansımalar doğurabilir(Ghosh & Zahir, 2020; Holan & Needleman, 2014; Pengpue, Chaijareenont, Sirimaharaj, & Chinadet, 2022).

Günümüzde çocukların estetik beklentileri, yaşla birlikte artan sosyal farkındalık ve medyanın etkisiyle daha erken yaşlarda ortaya çıkmaktadır. Paslanmaz çelik kronlar gibi materyaller, dayanıklılık açısından başarılı olmakla birlikte, özellikle anterior bölgede estetik beklentileri karşılamada yetersiz kalmıştır. Ancak son yıllarda; kompozit rezinler, zirkonya kronlar, strip kronlar,

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0001-7508-6046, dtsaracc@gmail.com

preform estetik kronlar ve bioaktif materyallerin kullanımıyla önemli gelişmeler sağlanmıştır(Oliveira, Garbim, Passaro, Tedesco, & Raggio, 2025; Tarang, Gunjan, & Arora, 2017).

Anterior restorasyon planlamasında yalnızca estetik değil; materyalin biyouyumluluğu, uygulanabilirliği, çocuğun kooperasyon düzeyi, ailesel beklentiler ve sosyoekonomik faktörler de dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda, estetik restorasyonlara yönelik yaklaşımlar çok yönlü olarak değerlendirilmelidir(Ghosh & Zahir, 2020; Tarang et al., 2017).

Kompozit Rezinler (Strip Kuronlar)

Süt kesici dişlerde meydana gelen yaygın madde kaybının restorasyonunda kullanılan, estetik açıdan avantajlı ve pratik bir restoratif materyaldir. Bu kuronlar, şeffaf celluloid (asetat) matris kalıplar şeklinde fabrikasyon olarak üretilmiştir ve her dişin anatomik yapısına uygun farklı boyutlarda hazır olarak sunulmaktadır.

Uygulama sırasında, içi boş ve şeffaf olan bu strip kuronların içine ışıkla sertleşen kompozit rezin materyal yerleştirilir. Kompozit materyal önceden hazırlanmış ve şekillendirilmiş bu kalıbın içine dikkatlice doldurulur ve daha sonra dişe adapte edilir. Ardından polimerizasyon işlemi gerçekleştirilerek materyal sertleştirilir. Kompozitin sertleşmesinden sonra celluloid kalıp dikkatlice çıkarılır ve cilalama işlemi yapılır. Böylece hem fonksiyonel hem de estetik açıdan doğal diş görünümüne yakın bir restorasyon elde edilir.

Strip kuronlar, uygulama kolaylığı, kısa sürede tamamlanabilmesi, diş renginde kompozit kullanılabilmesi ve iyi bir estetik sonuç sağlaması gibi avantajları nedeniyle, özellikle ön bölgede estetik gereksinimlerin yüksek olduğu pediatrik hastalarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Literatürde, %80–88 oranında başarı ve yüksek ebeveyn memnuniyeti bildirilmiştir (Almajed,

2024; Waggoner & Drummond, 2006). Doğal dişe benzer estetik, kolay uygulama ve düşük maliyet gibi avantajlarının yanı sıra nem kontrolüne duyarlılığı, renk stabilitesinin zamanla azalması ve kırılganlık gibi sınırlamaları vardır(Kupietzky & Waggoner, 2004)

Ön Yüzü Venerlenmiş Paslanmaz Çelik Kuronlar

Ön Yüzü Venerlenmiş Paslanmaz Çelik Kuronlar, klasik paslanmaz çelik kuronların ön yüzeyine estetik bir rezin kaplama uygulanarak oluşturulan kuron restorasyonlardır. Posterior dişlerdeki dayanıklılığı ön bölgede estetikle birleştirir (Almajed, 2024; Waggoner & Drummond, 2006). Çocuk diş hekimliğinde ön bölge restorasyonları için estetik bir alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu kuronlar, diş renginde reçine bazlı kompozit kaplamayla ön yüzeyleri estetik hale getirilmiş paslanmaz çelik kuronlardır. Kanama kontrolünün zor olduğu durumlarda dahi uygulanabilir olmaları ve beyaz estetik görünüm sağlamaları nedeniyle tercih edilmektedir. Klinik olarak ileri düzeyde madde kaybı olan süt kesici dişlerde, kooperasyonun sınırlı olduğu veya sedasyon/genel anestezi uygulanan hastalarda tercih edilir. Dayanıklılığı yüksek ve uygulama süresi kısa olsa da; estetik yüzey zamanla kırılabilir ve renk seçenekleri sınırlıdır. Veneer tamiri mümkün değildir (Shah, Lee, & Wright, 2004) Piyasada NuSmile, Cheng, Kinder ve Flex White gibi farklı markaların bu tür kuronları bulunmaktadır. Ancak bu kuronlar; kesici kenarda aşınma, estetik yüzeyde çatlak ve kırık oluşumu gibi dezavantajlar taşır. Kaplamadaki hasar tamir edilemediğinde genellikle tüm kuronun değiştirilmesi gerekebilir. Yüzey kısmını kıvırmak estetik kaplamayı kırabileceği için kuronun retansiyonu lingual yüzeyin kıvrılmasıyla sağlanır.Uygulama sırasında, reçine kaplamanın kırılmaması için dikkatli bir yaklaşım gereklidir. Cam iyonomer siman ile yapıştırılması önerilir(Alnuwaiser et al., 2024; Shah et al., 2004).

Prefabrike Pediatrik Anterior Zirkonyum Kuronlar

Fazla madde kaybına uğramış ön süt dişlerinin restorasyonu, hem estetik hem de fonksiyonel açıdan oldukça kritiktir. Bu gereksinimlere yanıt verebilmek amacıyla geliştirilen prefabrike pediatrik zirkonyum kuronlar (PZK), son yıllarda estetik bir alternatif olarak öne çıkmıştır(Rocha et al., 2021). Zirkonyum, yüksek basınca ve çatlamaya dirençli, biyouyumlu, diş renginde bir seramik materyaldir. Yüksek sıcaklık fazlarında stabilize edilen (Yttria-stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals) formu, hacim artışına bağlı çatlak oluşumunu önleyerek dayanıklılığı artırır(Özdemir & Ünverdi, 2023).

Pediatrik zirkonyum kuronlar, doğal diş rengine yakın translusent yapıları sayesinde estetik gereksinimleri yüksek olan anterior bölgede dikkat çeken restoratif materyallerdendir. Yüksek kırılma ve aşınma dirençleri, onları fonksiyonel yüklerin yoğun olduğu bölgelerde güvenilir kılarken; biyouyumlulukları ve pürüzsüz yüzey özellikleri sayesinde plak birikimini azaltarak periodontal sağlığı destekler. Ayrıca, renk stabiliteleri uzun dönem estetik görünümün korunmasına katkıda bulunur. Paslanmaz çeliğe karşı alerjisi olan bireylerde güvenle tercih edilebilmeleri ve çoğu olguda tek seansta uygulanabilmeleri de klinik pratikteki kullanım kolaylıklarını artırmaktadır(Özdemir & Ünverdi, 2023).

Zirkonyum kuronların klinik uygulamalarında bazı sınırlayıcı özellikler de göz önünde bulundurulmalıdır. Sert ve rijid yapıda olmaları, özellikle servikal bölgede ideal adaptasyonun sağlanmasını zorlaştırabilir. Bu kuronların anatomik olarak şekillendirilmiş sabit yapısı nedeniyle, restorasyonun dişe uyum sağlamasından ziyade, dişin bu sabit kurona göre şekillendirilmesi gerekebilir. Bu durum, diğer kuronlara kıyasla daha fazla diş dokusunun kaldırılmasını zorunlu kılar. Ayrıca, materyalin yüksek maliyeti ve sınırlı renk alternatifleri, hem hekim hem de hasta açısından bazı estetik ve ekonomik kısıtlamalara yol açabilir.

Simantasyon aşamasında başarılı sonuçlar elde edebilmek için iyi bir nem izolasyonu şarttır ve bu da özellikle küçük yaştaki hastalarda uygulama zorluğunu artırabilir(Clark, Wells, Harris, & Lou, 2016; Cohn, 2016).

Pediatrik zirkonya kuron uygulamasında ilk adım uygun kuron boyutunun seçilmesidir. Diş preparasyonu sırasında yaklaşık 1.5–2 mm insizal redüksiyon yapılır; labial yüzeyde üç düzlemde (gingival, orta ve insizal) 0.5–1 mm, lingual yüzeyde ise 0.75–1.25 mm doku kaldırılır. Preparasyon genellikle 1–2 mm subgingival olacak şekilde uzatılır. materyali rijid olduğu için kesilmesi ve şekillendirilmesi zordur; bu da uygulama süresini uzatır ve kooperasyonu sınırlı çocuklarda dezavantaj yaratabilir. Zirkonyum yüzeyinde asit pürüzlendirmesi ya da kumlama önerilmemektedir çünkü bu işlemler hem tutuculuğu artırmaz hem de materyalin bütünlüğüne zarar verebilir. Kuronun dişe etkili bir şekilde tutunabilmesi için yüzeyin tükürük ve kan gibi kontaminantlardan arındırılması gereklidir. (Alaki, Abdulhadi, AbdElBaki, & Alamoudi, 2020; Khatri, 2017).

Polikarbonat ve Jaket Kuronlar

Polikarbonat kronlar, aromatik polyesterlerden üretilmiş, termoplastik reçine esaslı prefabrike kronlardır. Genellikle yüksek sıcaklık (~130 °C) ve basınç altında şekillendirilirler. İnce yapılı ve esnektirler; bu yönüyle akrilik rezin kronlardan daha şekillendirilebilir özellik gösterirler.

Jaket kuronlar ise şeffaf kopoliester malzemeden üretilmiş olup reçine ile doldurularak kalıcı restorasyon oluşturulan sistemlerdir. Strip crown'lara benzer şekilde uygulanır; ancak fark olarak kron materyali diş üzerinde kalır ve çıkarılmaz (Sztyler, Wiglusz, & Dobrzynski, 2022).

Polikarbonat kuronlar, estetik açıdan tatmin edici bir görünüm sunmaları, esnek ve kolay adapte edilebilir yapıları

sayesinde çocuk hastalarda uygulama kolaylığı sağlamaları, ayrıca klinik süreyi azaltmaları gibi avantajlarıyla öne çıkar. Bununla birlikte, polikarbonat kuronların bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Kullanım sürecinde kuronun kırılma ya da yerinden çıkma riski söz konusu olabilir. Ayrıca, materyalin zamanla renklenme eğiliminde olması, uzun dönem estetik görünüm açısından sınırlayıcı bir faktör olarak değerlendirilebilir (Venkataraghavan, Chan, & Karthik, 2014).

Uygun vaka seçimiyle birlikte polikarbonat kuronlar; çocuk hastalarda estetik görünümün sağlanması, diş yapısının korunması ve özsaygının desteklenmesi açısından etkili bir alternatif olarak değerlendirilmektedir.

Kişiselleştirilmiş 3D Baskı ve CAD/CAM Rezin Kronlar

CAD (Computer-Aided Design; Bilgisayar Destekli Tasarım)/CAM (Computer-Aided Manufacturing; Bilgisayar Destekli Üretim) sistemi, tarayıcı ile verilerin toplanması ve kaydedilmesi, bilgisayar yardımıyla seçilen tasarımın hazırlanması ve bilgisayar yazılımı ile uyumlu bir hassas frezeleme makinesinin çalıştırılmasından oluşan üç temel süreç üzerine kuruludur. CAD/CAM ile seramik, kompozit, metal ya da hibrit malzemelerden çeşitli ürünler üretmek mümkündür. Çocuk diş hekimliği alanında, CAD/CAM teknolojisi, hassas, estetik ve hastaya özel restorasyonların üretilmesini kolaylaştırarak işlem süresini kısaltır ve klinik sonuçların en iyi şekilde olmasını sağlar. CAD/CAM cihazlarının tasarım ve üretimi, dikkatli bir planlama ve hastaların anatomik özelliklerinin üç boyutlu değerlendirilmesine dayanan dijital bir süreçtir(Davidowitz & Kotick, 2011). 3D yazıcı teknolojisi ise üretim sürecinde katmanların kalınlık, uzunluk ve genişliği üzerinde hassas kontrol sağlayan eklemeli üretim gerçekleştirebilir. 3D yazıcı teknolojisinin ortaya çıkışı, üretim sürelerini günlerden saatlere kadar düşürme potansiyeline sahiptir.

Kişiselleştirilmiş 3D yazıcı ve CAD/CAM destekli rezin kronlar, dijital ölçüyle başlatılan süreçte hastaya özel üretilen estetik restorasyonlardır. Bu sistemler çocuklarda anterior bölgede hem estetik hem de fonksiyonel ihtiyaçları karşılamayı amaçlar. Bu kronlar, geleneksel strip veya paslanmaz çelik kuronlara kıyasla daha özelleştirilebilir, estetik düzeyi yüksektir. Ancak üretim süreçleri karmaşık ve maliyetlidir. Ayrıca laboratuvar desteği olmadan uygulanamazlar(Huang et al., 2024).

3D baskı ile oluşturulan ve CAD/CAM frezeleme ile elde edilen kuronlar, paslanmaz çeliklere göre daha iyi marjinal adaptasyon, renk uyumu ve yüzey pürüzsüzlüğü sağlamaktadır. Ayrıca ebeveyn memnuniyet oranları da yüksektir(Yassa & Mohamed, 2024).

Pedo pearls

Pedo Pearls, estetik kuronlar arasında klinik olarak uygulanması en kolay olan diş renginde kuronlardır; ancak dayanıklılıkları düşüktür. İlk olarak 1980 yılında tanıtılan bu kuronlar, yumuşak ve esnek alüminyumdan üretilmiştir ve diş renginde epoksi boya kaplaması ile sunulmaktadır. Evrensel anatomik formda üretilen bu kuronlar, minimum diş kesimi gerektirir ve kolaylıkla kıvrılabilir; ayrıca kaplamanın kırılma riski bulunmaz. Bununla birlikte, özellikle şiddetli oklüzal kuvvetlerin uygulandığı bölgelerde ve bruksizmi olan hastalarda, kaplamanın zamanla aşınıp soyulma eğilimi vardır. Ancak bu tür yüzey bozulmaları, kompozit rezinle kolayca onarılabilir (Amrutha, 2019; Sahana, Vasa, Sekhar, & Prasad, 2010; Shrestha, Koirala, Dali, & Birajee, 2020; Yang & Mani, 2016).

Bioflex kuronlar

Bioflex kuronlar, son yıllarda pediatrik diş hekimliğinde estetik kaygıları olan hastalar için geliştirilen yeni nesil yarı esnek, biyouyumlu restoratif materyallerdir. Bu kuronlar, paslanmaz çelik

kuronların dayanıklılığı ile zirkonya kuronların estetik avantajlarını bir araya getirme amacı taşır. Yapısal olarak, biyouyumlu hibrit rezin polimerden üretilmiştir(Sujith, Indulekshmi, & Girija, 2024).

Uygulama sırasında dişe minimal preparasyon gerektirir; bu yönüyle zirkonyum kuronlara göre daha konservatiftir. Ayrıca, pasif uyum ve kolay yerleştirme özelliği sayesinde uygulama süresini kısaltabilir. Zirkonyum kuronlarda görülen mikro çatlak veya fraktür riski, Bioflex kuronlarda daha düşüktür. Estetik olarak diş renginde olan bu kuronlar, özellikle ön bölge süt dişlerinin tam kuron restorasyonlarında başarılı bir alternatif olarak değerlendirilmektedir(Almajed, 2024; Rahate, Fulzele, & Thosar, 2023)

Bioflex kuronların avantajları arasında, dişin anatomik yapısına esnek şekilde uyum sağlayan "flex-fit" özelliği sayesinde yüksek adaptasyon kabiliyeti yer almaktadır. Uygulama sırasında daha az preparasyon gerektirdiği için konservatif bir yaklaşım sunar. Ayrıca, estetik görünüm ve hasta konforu açısından olumlu sonuçlar vermekte; zirkonyum kuronlara kıyasla daha ekonomik bir alternatif oluşturmaktadır. Klinik olarak da uygulama süresi kısa olup, daha hızlı ve basit bir restorasyon süreci sağlar. Bioflex kuronların uzun dönem klinik başarılarına ilişkin bilimsel veriler hâlâ sınırlıdır. Ayrıca, şiddetli bruksizm ya da travmatik oklüzyon gibi durumlarda dayanıklılığının yeterliliği henüz net olarak ortaya konulamamıştır(Almajed, 2024; Rahate et al., 2023).

İntra-koronal restorasyonlar

Süt dişlerinde intra-koronal restorasyonlar, rezin kompozitler, cam iyonomer simanlar (GIC), rezin modifiye cam iyonomerler (RMGIC) ve poliasit modifiye rezinler (compomer) gibi çeşitli materyaller kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu materyallerin her biri; tutuculuk, mikrosızıntı kontrolü, uygulama kolaylığı, nem toleransı ve estetik görünüm gibi faktörler açısından

kendine özgü avantaj ve sınırlamalara sahiptir. Materyal seçimi, çoğunlukla klinik koşullara, dişin madde kaybı düzeyine ve hastanın kooperasyon durumuna bağlı olarak belirlenmektedir(Akçay & Sarı, 2010).

Ön bölge süt dişlerinde meydana gelen yaygın madde kayıplarının restorasyonunda, hem estetik hem de fonksiyonel gereksinimleri karşılayacak ideal bir materyalin seçimi, klinik başarının anahtarıdır. Günümüzde; rezin kompozitler, cam iyonomer simanlar, polikarbonat kuronlar, ön yüzeyi kaplanmış paslanmaz çelik kuronlar, zirkonya kuronlar gibi birçok restoratif seçenek mevcuttur. Her bir materyalin kendine özgü avantaj ve sınırlamaları bulunmakta olup, seçim süreci hastanın yaşına, kooperasyon düzeyine, çürük yaygınlığına, estetik beklentilere ve sosyoekonomik koşullara göre bireyselleştirilmelidir. Son yıllarda geliştirilen materyallerin biyouyumluluk ve estetik özelliklerindeki iyileşmeler, özellikle anterior restorasyonlarda daha başarılı, uzun ömürlü ve hasta memnuniyetini artıran sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Kaynakça

Akçay, M., & Sarı, Ş. (2010). Madde Kaybı Fazla Olan Ön Grup Süt Dişlerinde Restoratif Yaklaşımlar. ADO Klinik Bilimler Dergisi, 4(3), 638-646.

Alaki, S. M., Abdulhadi, B. S., AbdElBaki, M. A., & Alamoudi, N. M. (2020). Comparing zirconia to anterior strip crowns in primary anterior teeth in children: a randomized clinical trial. BMC Oral Health, 20, 1-11.

Almajed, O. S. (2024). Shaping smiles: a narrative review of crown advancements in pediatric dentistry. Cureus, 16(1).

Alnuwaiser, M. K., Alqudairy, M. S., Alshehri, F. A., Aleid, A. S., Alkhalaf, A. Z., Al Mohammadi, M. M., & Alkhayyal, A. K. (2024). Recent advancement in anterior teeth esthetics: A narrative review. Bulletin of Pioneering Researches of Medical and Clinical Science, 3(2-2024), 13-21.

Amrutha, B. (2019). Tooth coloured crowns in pediatric denti.

Clark, L., Wells, M. H., Harris, E. F., & Lou, J. (2016). Comparison of amount of primary tooth reduction required for anterior and posterior zirconia and stainless steel crowns. Pediatric dentistry, 38(1), 42-46.

Cohn, C. (2016). Zirconia-Prefabricated Crowns for Pediatric Patients With Primary Dentition: Technique and Cementation for Esthetic Outcomes. Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995), 37(8), 554-558.

Davidowitz, G., & Kotick, P. G. (2011). The use of CAD/CAM in dentistry. Dental Clinics of North America, 55(3), 559-ix.

Ghosh, A., & Zahir, S. (2020). Recent advances in pediatric esthetic anterior crowns. International Journal of Pedodontic Rehabilitation, 5(2), 35.

Holan, G., & Needleman, H. L. (2014). Premature loss of primary anterior teeth due to trauma–potential short-and long-term sequelae. Dental Traumatology, 30(2), 100-106.

Huang, H. Y., Yang, Y. T., Chuang, C. C., Shen, Y. K., Chen, M. H., & Lin, W. C. (2024). Evaluation of the clinical application of personalized 3D printing and CAD/CAM resin crowns to replace stainless steel crowns in paediatric dentistry. International Journal of Paediatric Dentistry, 34(6), 811-821.

Khatri, A. (2017). Esthetic zirconia crown in pedodontics. Int J Pedod Rehabil, 2(1), 31-33.

Kupietzky, A., & Waggoner, W. F. (2004). Parental satisfaction with bonded resin composite strip crowns for primary incisors. Pediatric dentistry, 26(4), 337-340.

Oliveira, R. d. C., Garbim, J. R., Passaro, A. L., Tedesco, T. K., & Raggio, D. P. (2025). Restorative strategies for deciduous anterior teeth: A systematic review and meta-analysis. Evidence-Based Dentistry, 1-13.

Özdemir, M., & Ünverdi, G. E. (2023). Anterior Prefabrike Pediatrik Zirkonyum Kronlar: Bir Literatür Derlemesi. ADO Klinik Bilimler Dergisi, 12(2), 298-306.

Pengpue, P., Chaijareenont, P., Sirimaharaj, V., & Chinadet, W. (2022). Full coverage crowns for primary anterior teeth-A literature review. Journal of International Dental and Medical Research, 15(2), 916-921.

Rocha, M. C. M., Inácio, G. C., Taira, T. M., Delgado, R. Z. R., Maciel, S. M., & Frítola, M. (2021). Zirconia crowns as an esthetic alternative for oral rehabilitation in pediatric dentistry: a review. Pediatric Dental Journal, 31(3), 224-234.

Sahana, S., Vasa, A. A. K., Sekhar, K. R., & Prasad, K. (2010). Esthetic crowns for primary teeth: a review. Annals and essences of dentistry, 2(2), 87-93.

Shah, P. V., Lee, J. Y., & Wright, J. T. (2004). Clinical success and parental satisfaction with anterior preveneered primary stainless steel crowns. Pediatric dentistry, 26(5), 391-395.

Shrestha, S., Koirala, B., Dali, M., & Birajee, G. (2020). Anterior crowns in pediatric dentistry: a review. Journal of Nepalese Association of Pediatric Dentistry, 1(1), 32-38.

Sztyler, K., Wiglusz, R. J., & Dobrzynski, M. (2022). Review on preformed crowns in pediatric dentistry—the composition and application. Materials, 15(6), 2081.

Tarang, C., Gunjan, Y., & Arora, D. (2017). Recent trends of esthetics in pediatric dentistry. Int J Oral Health Med Res, 4, 70-75.

Venkataraghavan, K., Chan, J., & Karthik, S. (2014). Polycarbonate crowns for primary teeth revisited: restorative options, technique and case reports. Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 32(2), 156-159.

Waggoner, W., & Drummond, B. (2006). Anterior crowns for primary anterior teeth: an evidence based assessment of the literature. European Archives of Paediatric Dentistry, 1(2), 53-57.

Yang, J., & Mani, G. (2016). Crowns for primary anterior teeth. Int J Pedod Rehabil, 1(2), 75-78.

Yassa, M. K., & Mohamed, M. E. (2024). Direct Resin Composite Restoration of Carious Primary Anterior Teeth Using Custom 3D Printed Templates: A 12-Month Parallel Randomized Controlled Clinical Trial. Egyptian Dental Journal, 70(4), 3085-3096.

Rahate, I., Fulzele, P., & Thosar, N. (2023). Comparative evaluation of clinical performance, child and parental satisfaction of Bioflx, zirconia and stainless steel crowns in pediatric patients. *F1000Research, 12*, 756.

Sujith, A., Indulekshmi, M., & Girija, P. (2024). Anterior Crowns in Paediatric Dentistry. *Kerala Dental Journal, 47*(3), 89-93.

CHAPTER 14

ÇOCUKLARDA ALIŞKANLIK KIRICI VE KORUYUCU TEDAVİLER

Şuheda ERGÜN[1]
Ebru AKLEYİN[2]

Giriş

Parafonksiyonel alışkanlıklar, diş hekimlerinin karşılaştığı ve çenelerin normal büyüme ve gelişimini engelleyebilen yaygın sorunlardan biridir. Kas fonksiyonları arasında hassas bir denge bulunur ve bu dengenin bozulması anomalilerin gelişmesine neden olabilir. Ağız alışkanlıkları bu dengeyi bozarak çeşitli iskeletsel veya dişsel anomalilerin oluşmasına neden olabilmektedir. Bu alışkanlıklar herhangi bir anomalinin gelişiminde önemli bir rol oynar ve orofasiyal kompleksi etkileyebilir (Murali ve ark, 2024). Maloklüzyonun etiyolojisi, doğuştan (konjenital), yapısal (morfolojik), biyomekanik ve çevresel faktörler olmak üzere çeşitli nedenleri içerir. Fonksiyonel koşullar, yumuşak diyet, ağız

[1] Arş. Gör., Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diyarbakır/Türkiye, Orcid: 0009-0002-3952-7443, suheda.ergun1168@gmail.com
[2] Doç. Dr., Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diyarbakır/Türkiye, Orcid: 000-0003-4302-6561, dteakleyin@gmail.com

alışkanlıkları ve solunum problemleri gibi çevresel faktörlerde maloklüzyonların ortaya çıkmasında önemli rol oynar (Alpaydın & Büyük, 2025).

Zararlı ağız alışkanlıkları arasında; parmak emme, emzik emme, dudak emme ve ısırma, tırnak yeme, bruksizm, dil itimi ve ağız solunumu sayılabilir. Maruz kalınan kuvvetin süresi, büyüklüğünden daha önemlidir. Maloklüzyonun bu yolla meydana gelebilmesi için, kötü ağız alışkanlıklarının gün içinde minimum 4 ile 6 saat aralığında tekrarlanması gerekmektedir (Dinç & Akgün 2023). Yeterli süre ve basınca sahip alışkanlıklar; artmış overjet, azalmış overbite, posterior çapraz kapanış veya artmış yüz yüksekliği gibi dentoalveolar veya iskeletsel deformasyonlar ile ilişkilendirilebilmektedir (Resim 1). Süt dentisyonda kötü ağız alışkanlıklarıyla ilişkili maloklüzyon prevalansı oldukça yüksektir (Dönmez & Bodur, 2020).

Resim 1. Parmak Emme Alışkanlığına Bağlı Ön Açık ve Posterior Çapraz Kapanış (Muradova & Özçırpıcı, 2019)



Kötü alışkanlıkların erken tanı ve tedavisi için önerilen ilk muayene zamanı, bebeğin ilk dişlerinin sürmeye başladığı yaklaşık 6. aydan itibaren olup, diş sürme sürecinin takibiyle devam eder. Fonksiyon bozukluğuna yol açabilecek durumların erken tanı ve tedavisi sayesinde hastanın ileride ortodontik tedavi gerektirecek bir sorunla karşılaşması önlenebilir (Oğuz & Evren, 2021). Ağız alışkanlıkları genellikle 6 yaşına kadar kendiliğinden kaybolur. Eğer çocuk 4 yaşına gelmeden kötü alışkanlık bırakılırsa, daimi kesici dişler henüz sürmeye başlamadıkları için, daimi dişlerin normal ve anomalisiz sürme olasılığı artar. Bununla birlikte, ağız alışkanlıkları

6 yaşından uzun sürerse, diş ve çene kemiği yapısı üzerinde olumsuz etkileri olabilir (Alpaydın & Büyük, 2025; Dönmez & Bodur, 2020).

Çocuklarda kötü ağız alışkanlıklarının yönetimi, öncelikle hangi maloklüzyonun veya iskeletsel deformasyonun hangi alışkanlığa bağlı olduğunun belirlenmesiyle başlar. Farklı alışkanlıklar benzer dişsel sorunlara neden olabileceği için, tedavi yaklaşımları aynı veya farklı olabilir. Temel amaç, alışkanlığın kendisini ortadan kaldırmaktır. Eğer alışkanlık uzun süredir devam ediyor ve maloklüzyon oluşmuşsa, ortodontik apareyler veya cerrahi müdahaleler gibi çeşitli tedavi yöntemlerine başvurulabilir. Bu yöntemlerin başarısı; çocuğun uyumu ve isteği, ebeveynlerle etkili iletişim ve çevresel destek gibi faktörlere bağlıdır (Dinç& Akgün, 2023; Bilgin, 2022).

Diş hekimleri, zararlı oral alışkanlığı bıraktırmak için öncelikle çocuğun motive edilmesine ve davranışsal yöntemlere başvurmalıdır. Alışkanlık uzun süreli devam ederse veya ortodontik bozukluk gelişmiş ise, alışkanlığın kırılması için alışkanlık kırıcı ortodontik apareyler ile müdahale yapılmalıdır.

Parafonksiyonel Alışkanlıklar

Parafonksiyonel alışkanlıklar, çiğneme, yutkunma veya konuşma gibi normal fonksiyonlar dışında kalan, genellikle tekrarlayıcı ve istemsiz davranışlardır (Demirel & Önder & Sarı, 2022). Çocukluk döneminde sık görülen bu alışkanlıklar; parmak emme, emzik emme, dudak emme/ısırma, dil itimi (yanlış yutkunma) ve ağız solunumu gibi davranışları içerir. 3-4 yaşından sonra devam eden non-nutritif (besleyici olmayan) emme alışkanlıkları (parmak veya emzik emme gibi), süt ve devamında daimi dentisyonu etkileyerek maloklüzyon gelişimine yol açabilmektedir. (Ling ve ark., 2018).

Parmak emme ve emzik emme alışkanlıkları, doğuştan gelen emme refleksinin bir yansıması olup çocukta güven ve rahatlama

duygusu sağlar. Parmak emme, çocuklarda en sık gözlenen parafonksiyonel alışkanlıklardan biridir. Parmak emme alışkanlığı, intrauterin dönemde bile gözlemlenebilen ve genellikle doğumdan sonraki ilk yıllarda fizyolojik kabul edilen bir davranıştır. Ancak 3–4 yaşından sonra devam etmesi, özellikle üst keserlerin protrüzyonu, alt keserlerin retrüzyonu, anterior açık kapanış, posterior çapraz kapanış ve üst çene darlığı gibi iskeletsel ve dişsel anomalilere neden olabilir. Bu bulguların derecesi, alışkanlığın süresi, sıklığı ve şiddeti ile doğrudan ilişkilidir (Altan & Karaman, 2015). Genellikle stres, anksiyete, açlık, uykuya geçiş zorluğu gibi duygusal ve fiziksel faktörlerle ilişkilidir. Ayrıca, biberon veya emzik kullanımının yetersizliği de bu alışkanlığın gelişimine yol açabilir. Uzun süreli emzik kullanımı, parmak emmeye göre genellikle daha az şiddetli etkiler yaratsa da benzer ortodontik riskler taşır (Kertmen & Topuz, 2025).

Dudak emme veya ısırma bazı çocuklarda parmak emmenin yerine gözlenen bir başka oral alışkanlıktır. Bu alışkanlık genellikle alt dudağın içe doğru emilmesi veya ısırılması şeklinde ortaya çıkar. Dudak emme/ısırma alışkanlığı, strese maruz kalma (anksiyete anlarında dudak ısırma), oral kuruluk (dudak yalama/emme) veya dişsel konumlanma (ör. üst dişlerin önde olması) gibi çeşitli durumların bir göstergesi olarak gelişebilir.

Dudak emme/ısırma alışkanlığı çoğu çocukta kalıcı değildir; altta yatan stres faktörü azaldığında veya ağız solunumu düzeltilip dudak kuruluğu giderildiğinde çocuk bu alışkanlığı bırakabilir. Ancak alışkanlık devam ederse, zamanla ağız ve diş yapısında bazı olumsuz değişikliklere yol açar. Sürekli alt dudağın emilmesi durumunda çocuğun alt dudağında kronik tahriş, kalınlaşma ve dış deri kısmında hiperpigmentasyon gelişebilir (Siddana & Sangeetha, 2019).

Uzun süreli alt dudak emme alışkanlığı, üst ön dişleri sürekli öne doğru itip alt ön dişlere baskı yaparak, üst kesicilerin daha da

fırlak, alt kesicilerin ise daha geriye eğimli olmasına yol açar. Bu durumda mevcut overjet artar ve üst dişler daha belirgin hale gelir (Habits, 2025).

Dil itimi (yanlış yutkunma), çocukluk yutkunma paterni olan dilin öne itilmesi refleksinin kalıcı hale gelmesidir. Normalde çocuk büyüdükçe dilin yutkunma sırasında damak ve üst dişlere temas ederek geriye çekilmesi beklenir; ancak bazı bireylerde dil her yutkunuşta veya istirahat halinde ön dişlere doğru itilir. Uzun süre biberon veya emzik kullanımı, ağız solunumu ya da alışkanlık haline gelen yanlış yutkunma refleksi dil itimine yol açabilir. Bu alışkanlık genellikle 7–8 yaş civarında kendiliğinden düzelebilir; düzelmezse ön açık kapanış gibi sorunlar ortaya çıkar (Tanny ve ark., 2018).

Ağız solunumu, sıklıkla burun tıkanıklığına bağlı gelişen bir parafonksiyonel alışkanlıktır. Geniz eti hipertrofisi, kronik alerjik rinit, septum deviasyonu veya kronik burun tıkanıklığı gibi nedenlerle çocuklar ağızdan nefes almaya yönelebilir. Bu alışkanlık, hem oral dokuların kurumasına bağlı diş çürüğü ve gingivitis riskini artırır hem de uzun vadede yüz gelişimini etkileyebilir (Lin ve ark., 2022).

Ağız solunumu yüz ve diş gelişimini çok yönlü etkileyen bir alışkanlıktır. Hem iskeletsel (uzun yüz, dar üst çene), hem de dişsel (açık kapanış, çapraz kapanış, sınıf II/III ilişkiler) bulgular verebilir (Lin ve ark., 2022). Uzun süreli ağızdan solunum, “Adenoid Face” (Adenoid yüz tipi) olarak adlandırılan karakteristik yüz görünümüne yol açabilir. Bu çocuklarda, ağız sürekli açık olduğundan üst dudak kısalığı, açık ağız, düşük dudak konumu, dar ve uzun bir yüz, geride bir alt çene görünümü gelişir (Wasnik ve ark., 2020). Ağız solunumu alışkanlığı, büyüme ve gelişim sürecinde kendiliğinden düzelebilir ancak bu genellikle altta yatan nedenin ortadan kalkmasına bağlıdır. Ancak bazı çocuklarda, etken ortadan kalksa bile ağızdan soluma alışkanlık haline geldiği için kendiliğinden düzelmeyebilir. Böyle

durumlarda alışkanlığın kırılması için müdahale gerekir (Wasnik ve ark., 2020).

Alışkanlık Kırıcı Apareyler

Parafonksiyonel alışkanlıkların yönetimi, çocuğun yaşına, alışkanlığın şiddeti ve süresine, ayrıca ortaya çıkan ortodontik bozuklukların derecesine göre planlanır. Tedavi yaklaşımlarında öncelikle davranışsal teknikler ve aile iş birliği ile alışkanlığın bıraktırılması hedeflenir. Pozitif pekiştirme, alışkanlık yerine alternatifler sunma ve gerektiğinde psikolojik destek ile birçok çocukta başarılı sonuçlar alınmaktadır (Maloney & Leith, 2023).

Eğer bu alışkanlıklar devam ederse veya ortodontik sorunlar belirgin hale gelirse, o zaman alışkanlık kırıcı apareyler ve ortodontik tedaviler devreye girer. Bu apareyler, alışkanlığı fiziksel olarak engelleyip hem alışkanlığın bırakılmasını hem de mevcut maloklüzyonun düzelmesini sağlar. Tedavi sürecinde aile ve çocuğun motivasyonu başarının anahtarıdır (Germeç & Taner, 2005).

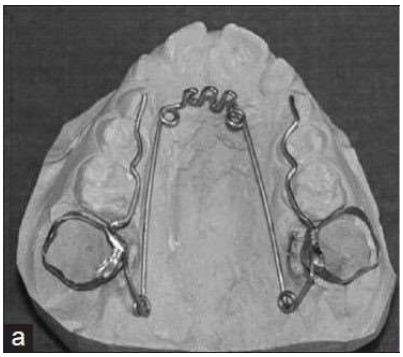
Quad Heliks Apareyi

Quad helix apareyi, üst çene genişletmesi ve posterior çapraz kapanışın düzeltilmesi için kullanılan sabit bir ortodontik apareydir. Ancak, modifiye edilmiş versiyonları, özellikle parmak emme gibi zararlı oral alışkanlıkların tedavisinde de etkili bir şekilde kullanılmaktadır. (Littlewood, & Mitchell, 2019)

Modifiye Quad Helix Apareyleri

- Ön bölgeye eklenen palatal crib (ızgara) yapıları sayesinde, parmak emme alışkanlığını fiziksel olarak engeller ve çocuğa alışkanlığını hatırlatıcı bir uyarı sağlar (Resim 2) (Vinay ve ark., 2013).

Resim 2. Modifiye Quad Helix Apareyi (Vinay ve ark., 2013)



- Anterior köprüye dil dikenleri (tongue spikes) eklenirse, dil itimi alışkanlığını önlemede kullanılır. (Naveed, 2024)
- Yan kolların ön kısmına yakın bölgelere heliksler eklenirse, anterior (ön) bölge genişletmesi sağlanabilir. (Naveed, 2024)

Tedavi sürecinde aparey genellikle ilk 3 ay aktif tedavi, sonraki 3 ay ise retansiyon (stabilizasyon) için olmak üzere toplam en az 6 ay ağızda tutulmalıdır. Ancak kullanım süresince ağız hijyenine dikkat edilmesi gerekir; bu nedenle ebeveynlerin bilgilendirilmesi önemlidir (Dönmez & Bodur, 2020; Bilgin, 2022). Apareyin sabit olması, hasta uyumunu artırır ve tedavi sürecini olumlu yönde etkiler (Vinay ve ark., 2013).

Palatal Crib Apareyi (Dil Paravanı)

Palatal crib apareyi, sıklıkla parmak emme, dil itimi ve infantil yutkunma alışkanlıklarının tedavisinde kullanılan sabit bir alışkanlık kırıcıdır. Özellikle posterior çapraz kapanışı olmayan çocuklarda tercih edilen bu aparey, açık kapanışın düzeltilmesinde de etkilidir. Quad helix tedavisi sonrasında alışkanlıkların devam ettiği durumlarda pekiştirme amacıyla da kullanılabilir. Bu aparey, üst damağa yerleştirilen metal bir ızgara şeklinde tasarlanmıştır ve alışkanlıkların fiziksel olarak engellenmesini sağlar (Resim 3).

Temel amacı, çocuğun parmağını ağzına yerleştirmesini ve emme hazzını engellemektir. Aynı zamanda, dilin öne doğru itilmesini engelleyerek bu alışkanlığın da düzeltilmesine katkıda bulunur (Shrivastava & Gupta & Tripathi, 2021). Aparey, daimi birinci büyük azı dişlerine veya süt ikinci azı dişlerine bantlarla sabitlenir. Genellikle 6 ay aktif tedavi ve ardından 6 ay retansiyon (pekiştirme) dönemi önerilmektedir (Bilgin, 2022).

Resim 3. Palatal Crib (Eltager & El Bardissy & Abdelgawad, 2025)



Uygulamanın başlangıcında, ilk birkaç gün yeme, konuşma ve uyku düzeninde geçici değişiklikler gözlenebilir. Ancak bu sorunlar genellikle kısa sürede (3 gün ila 2 hafta) düzelir. Çocuğa bu uygulamanın bir ceza değil, bir hatırlatma olduğu açıklanırsa, tedavi sonunda psikolojik sorunlar yaşanması beklenmez (Bilgin, 2022). Bu apareyin, ağız hijyeninin sağlanmasında zorluk, doku enflamasyonu ve buna bağlı olarak halitozis (ağız kokusu) gibi dezavantajları bulunmaktadır. Ancak, bu yan etkiler genellikle geçicidir ve uygun ağız hijyeni ile kontrol altına alınabilir (Eltager & El Bardissy & Abdelgawad, 2025).

Modifiye Haas Apareyi

Parmak emme, dil itimi ve ağız solunumu gibi alışkanlıklar, maksiller darlık, posteror çapraz kapanış ve açık kapanış gibi maloklüzyonlara neden olabilir (Subtelny, 1973). Modifiye Haas apareyi, maxiller darlığın giderilmesine yönelik kullandırılan klasik

Haas apareyine eklenen alışkanlık kırıcı yapıların (örneğin palatal crib, dil bariyeri) entegrasyonu ile geliştirilmiş sabit bir ortodontik apareydir (Muradova & Özçırpıcı, 2019). Apareye eklenen alışkanlık kırıcı bileşenler, hedef alışkanlığın fiziksel olarak gerçekleştirilmesini zorlaştırarak davranışın bırakılmasına katkı sağlar (Subtelny, 1973). Palatal crib, apareyin ön kısmında yer alarak çocuğun parmağını damağa dayamasını ya da dilini öne itmesini fiziksel olarak engeller (Resim 4) (Muradova & Özçırpıcı, 2019).

Resim 4. Modifiye Haas Apareyi (Muradova & Özçırpıcı, 2019)



Bu yapının davranışsal etkisi, çocuğun alışkanlığı fark etmesine ve bırakmasına yardımcı olan bir hatırlatıcı mekanizma oluşturmasıdır (Eltager & El Bardissy & Abdelgawad, 2025). Hem genişletme hem de alışkanlık kırma etkisi bir arada sağlandığında, özellikle erken yaşta müdahale edilen olgularda daha kalıcı ortopedik ve fonksiyonel sonuçlar elde edilir. Aparey genellikle 3–6 ay süreyle ağızda tutulur. Süre alışkanlığın şiddetine ve çocuğun yaşına göre değişebilir. Apareyin sabit olması, çocukların apareyi takmayı unutması veya çıkarması gibi uyum problemlerini ortadan kaldırarak tedavi başarısını artırır (Tanaka ve ark., 2016). Ancak tedavinin ilk haftalarında konuşma bozukluğu, hafif rahatsızlık veya irritasyon gibi geçici etkiler görülebilir ancak bu etkiler genellikle birkaç gün içinde kaybolur (Eltager & El Bardissy & Abdelgawad, 2025).

Bluegrass Apareyi

Bluegrass apareyi, özellikle parmak emme ve dil itimi, bazen de dudak emme ve tırnak yeme alışkanlıklarının tedavisinde kullanılan, sabit, pasif pozitif pekiştirmeye dayalı bir ortodontik apareydir (Haskell & Mink, 1991). Apareyin temel yapısı, üst molar dişlere sabitlenen bir ark teli üzerine yerleştirilmiş serbest dönebilen bir silindir rulo ya da boncuktan oluşur (Resim 5) (Shwetha ve ark., 2014).

Resim 5. Bluegrass apareyi (Shwetha ve ark., 2014)



Bluegrass apareyi, geleneksel alışkanlık kırıcıların aksine pozitif pekiştirme temelli çalışır. Çocuk, zararlı alışkanlıklar yerine diliyle bu silindiri döndürerek alternatif ve zararsız bir davranış geliştirir. Bu yöntem, alışkanlığın bırakılmasını kolaylaştırır ve davranış değişikliğini destekler (Baker & Popowich, 2000). Genellikle ortalama 3–4 hafta içinde alışkanlıkların önemli ölçüde azaldığı gözlemlenir. Ancak kalıcı sonuçlar elde edebilmek adına apareyin yaklaşık 3 ay süreyle ağızda kalması önerilir (Haskell & Mink, 1991). Apareyin sabit olması ve kolay kullanımıyla çocukların apareyi rahatça tolere etmesi ve oyuncağa benzerliği nedeniyle hasta uyumu oldukça yüksektir (Diwanji ve ark., 2013). Ek olarak, bu silindir dilin nöromüsküler bir uyarıcısı olarak işlev görerek konuşma terapisinde hastalara destek olabilir (Dönmez & Bodur, 2020). Bununla birlikte Bluegrass apareyi, W ark apareyiyle

birlikte kullanıldığında, transvers yöndeki bozuklukların tedavisinde de faydalı olabilir (Bilgin, 2022).

Position Trainer Apareyi

Position Trainer (Resim 6) karışık dişlenme döneminde parmak emme, dil itimi, dudak emme ve ağız solunumu alışkanlıklarının giderilmesinde kullanılan fonksiyonel bir apareydir. Aynı zamanda dişlerin düzgün sıralanmasına ve damak kaslarının güçlenmesine destek olur (Khazal, & Alhafidh & Hassan, 2022).

Resim 6. Position Trainer Apareyi (Bilgin, 2022)



Position Trainer'ın çalışma prensibi, fonksiyonel kas eğitimine dayanmaktadır. Zararlı alışkanlıkları engellemek için pasif bir engel oluşturmak yerine, çocuğun kaslarını yeniden eğiterek alışkanlığı bırakmasını destekler (Khazal, & Alhafidh & Hassan, 2022). Başlangıç ve bitim olmak üzere iki farklı apareyden oluşmaktadır. Yumuşak yapılı başlangıç apareyi, myofonksiyonel kötü alışkanlıkların (parmak emme, dil itimi vb.) giderilmesine yardımcı olmak amacıyla 6-8 ay süreyle kullanılır. Daha rijit yapılı bitim apareyi ise dentisyonu düzeltmek için daha fazla kuvvet uygular ve 6-12 ay arasında kullanılması önerilir. Her iki apareyin de tüm gece boyunca ve gündüz en az 1 saat kullanımı tavsiye edilmektedir (Dönmez & Bodur, 2020; Oğuz & Evren, 2021; Bilgin, 2022). Ön açık kapanış vakalarında tercih edilebilmesinin yanı sıra, hastanın sabit bir aparey istememesi durumunda da Position Trainer

uygun bir seçenek olabilir. Çeşitli boyutlarda hazır olarak bulunması sayesinde ölçü alma ve laboratuvar aşamalarını ortadan kaldırır (Dönmez & Bodur, 2020; Oğuz & Evren, 2021; Bilgin, 2022). Bu aparey, ağızda üst ve alt çeneye oturan iki parçadan oluşur ve elastiklerle desteklenir. Ortasında, dili doğru pozisyona yönlendiren, dudak ve yanak kaslarını destekleyen özel yapılar bulunur. Dilin pasif olarak ön dişlere itilmesini engeller. Bu durum, dil itimi sonucu gelişen anterior açık kapanış ve dişlerin öne fırlaması gibi ortodontik problemlerin düzeltilmesinde önemli rol oynar. Aynı zamanda bu aparey, dudak kaslarını güçlendirerek çocuğun dudaklarını kapalı tutma alışkanlığı kazanmasına yardımcı olur (Khazal, & Alhafidh & Hassan, 2022).

Lip Bumper

Lip bumper apareyi, genellikle alt çeneye uygulanan ve özellikle arka dişlerde yer darlığı bulunan bireylerde diş arkını genişletmek, ön dişlerin doğal öne hareketini teşvik etmek ve dudak ile yanak kaslarının dişler üzerindeki basıncını azaltmak için kullanılan fonksiyonel bir ortodontik apareydir (Budhiawanm & Krisnawati, 2010; Griswold ve ark., 2022; Chen ve ark., 2019). Aparey, mandibular molar dişlere bantlarla sabitlenir ve ön bölgede dudakla temas eden yumuşak bir tel bar içerir (Resim 7) (Davidovitch & McInnis & Lindauer, 1997).

Resim 7. Lip Bumper Apareyi (Quinzi ve ark., 2020)



Lip bumper'ın temel etkilerinden biri, dudakların dişler üzerindeki baskısını ortadan kaldırarak ağız içindeki kas dengelerini yeniden yapılandırmasıdır (Budhiawanm & Krisnawati, 2010). Bu sayede, özellikle alt ön dişlerin sıkışıklığının azalması sağlanır ve ark genişliği pasif olarak artar (Griswold ve ark., 2022).

Alışkanlık kırıcı olarak lip bumper, dudak emme, mentalis (çene ucu) kasının hiperaktivitesiyle labiomental sulkusun derinleşmesi gözlenen hastalarda ve dudak ısırma alışkanlıklarının engellenmesinde etkilidir (Chen ve ark., 2019). Dudak ile dişler arasına fiziksel bir bariyer oluşturarak bu alışkanlıkların sürdürülmesini önler (Davidovitch & McInnis & Lindauer, 1997). Ayrıca, dudak bariyeri sayesinde ön dişler öne doğru yer değiştirme eğilimine girer; bu durum, dilin doğal pozisyonuna ulaşmasına ve anterior açık kapanış gibi bazı maloklüzyonların hafifletilmesine de katkıda bulunur (Budhiawanm & Krisnawati, 2010). Lip bumper, bu yönüyle hem alışkanlık kırıcı hem de yer kazandırıcı bir aparey olarak çift işlev görür (Griswold ve ark., 2022).

Lip bumper apareyi kullanımı, mental kas hiperaktivitesini ve labiomental gerginliği azaltmanın yanı sıra, ark uzunluğunda artış, keser eğiminde düzelme ve aşırı overjetin azalması gibi olumlu sonuçlar doğurmaktadır. 2018 tarihli bir çalışmada, premolar bölgesinde yer kaybı ve dudak emme alışkanlığı olan çocuklarda lingual ark ve lip bumper apareylerinin birlikte kullanımının başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Dönmez & Bodur, 2020).

Hibrit Alışkanlık Düzeltici Aparey

Hibrit Alışkanlık Düzeltici Aparey (HADA), parmak emme ve dil itimi alışkanlıklarının tedavisinde kullanılan sabit bir ortodontik apareydir. Bu aparey, hasta uyumunun düşük olduğu durumlarda etkili olup, sabit ortodontik tedaviyle birlikte de kullanılabilir (Abraham ve ark., 2013).

HADA'nın yapısı üç ana unsurdan oluşur: dilin doğru pozisyonlanmasına yardımcı olan döner bir dil boncuğu, dilin öne doğru hareketini kısıtlayan palatal bir crib ve apareyin ağızda stabil kalmasını sağlayan molar bantlara bağlı U şeklinde bir tel şeklindedir (Resim 8) (Abraham ve ark., 2013). Dil itimi ve parmak emme alışkanlıklarını aynı anda hedef alabilen bu aparey, anterior açık kapanış ve posterior çapraz kapanış gibi çeşitli maloklüzyonların düzeltilmesine katkıda bulunur. Ayrıca, sabit bir aparey olması, hastanın sürekli kullanımını mümkün kılarak tedavi sürecinin başarısını olumlu yönde etkiler (Abraham ve ark., 2013).

Resim 8. Hibrit Alışkanlık Düzeltici Aparey (Abraham ve ark., 2013)



Dil Pozisyonlandırıcı Aparey

Tongue pozisyonlandırıcı aparey, dilin doğru pozisyonda tutulmasını teşvik eden, oral fonksiyonları iyileştirmeyi amaçlayan ve özellikle dil itme alışkanlığının tedavisinde kullanılan fonksiyonel bir apareydir (Resim 9) (Dönmez & Bodur, 2020). Bu aparey, dilin üst damağa doğru yerleşmesini sağlayıp, dil kaslarının tonusunu artırır ve orofarinksin antero-posterior çapını genişletmektedir (Yanagida ve ark., 2023). Ayrıca aparey, yalnızca ortodontik problemlerin değil, aynı zamanda uyku apnesi gibi fonksiyonel solunum problemlerinin yönetiminde de

kullanılabilmektedir (Mauclaire & Vanpoulle & Saint-Georges-Chaumet, 2015).

Resim 9. Dil Pozisyonlandırıcı Aparey (Yanagida ve ark., 2023)



Sonuç

Parafonksiyonel oral alışkanlıklar (parmak emme, dudak emme, emzik kullanımı, dil itimi, ağız solunumu) uzun süre devam ettiklerinde büyüme çağındaki çocukların kraniyofasiyal gelişimini olumsuz etkileyerek çeşitli maloklüzyonlara yol açabilmektedirler (Fasale & Rao & Panwar, 2022).

Uzamış parmak ve emzik emme alışkanlıkları açık kapanış, artmış overjet ve çapraz kapanış gibi kalıcı ortodontik bozukluklara sebep olabilirken, ağız solunumu ve dil itimi de yüz büyümesini ve diş konumlarını bozarak iskeletsel/dental anomalilere katkıda bulunmaktadır (Ling ve ark., 2018; Lin ve ark., 2022).

Parafonksiyonel alışkanlıkların mümkün olduğunca erken dönemde özellikle kalıcı dişlenme başlamadan bırakılması, oluşmuş bazı maloklüzyonların zamanla kendiliğinden düzelmesine imkân tanıyabilir. Nitekim sistematik derlemeler, 4 yaş sonrasında dahi olsa zararlı alışkanlık terk edildiğinde anterior açık kapanışın vakaların %50-100'ünde spontan düzeldiğini göstermektedir (Adriano ve ark., 2023). Bu nedenle, diş hekimlerinin rutin muayenelerde çocuk hastalarda bu alışkanlıkları sorgulaması ve erken dönemde önleyici tedbirler alması kritik önemdedir.

Alışkanlığın bırakılmasında, pozitif pekiştirme ve ödül sistemi uygulanması önerilir ve herhangi bir aparey kullanımından önce bu yöntemlerin denenmesi tavsiye edilir (Chhabra, N. & Chhabra, A., 2020). Alışkanlık devam ederse veya ortodontik bozukluk mevcutsa, alışkanlık kırıcı ortodontik apareyler devreye girer. Palatal crib, lip bumper, trainer gibi apareyler, alışkanlığı fiziksel olarak engelleyip diş-çene sistemini yeniden dengeleyerek hem alışkanlığın bırakılmasını hem de mevcut maloklüzyonun düzelmesini sağlar (Germeç & Taner, 2005). Güncel çalışmalar, bu apareylerin doğru endikasyonla kullanıldığında yüksek başarı oranlarına sahip olduğunu ve tedavi sonrasında oklüzyonda belirgin iyileşme sağlandığını ortaya koymaktadır (Germeç & Taner, 2005; Hanson & Andrianopoulos, 1982).

Kaynakça

Abraham, R., Kamath, G., Sodhi, J. S., Sodhi, S., Rita, C., & Sai Kalyan, S. (2013). Habit breaking appliance for multiple corrections. Case reports in dentistry, 2013(1), 647649.

Adriano, L. Z., Derech, C. D. A., Massignan, C., Flores-Mir, C., Porporatti, A. L., Canto, G. D. L., & Bolan, M. (2023). Anterior open bite self-correction after cessation of non-nutritive sucking habits: a systematic review. European Journal of Orthodontics, 45(3), 235-243.

Alpaydin, T., & Buyuk, S. K. (2025). Evaluation of oral habits in young adults with different dental malocclusion. Clinical and Investigative Orthodontics, 1-6.

Altan, A. B., & Karaman, A. İ. (2015). Modifiye Palatal Ark ile Parmak Emme Tedavisi. Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Cases, 1(3), 163-169.

Baker, S., & Popowich, T. (2000). Use of the Bluegrass appliance to eliminate thumb sucking in a child with sensory integration dysfunction. Pediatric Dentistry, 22(5), 406–408.

Bilgin, M. (2022). Çocuklarda kötü ağız alışkanlıklarının yönetimi (Bitirme tezi). İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı.

Budhiawan, M., & Krisnawati, K. (2010). The use of lip bumper to overcome lower lip sucking habit. Padjadjaran Journal of Dentistry, 22(1).

Chen, C. Y., Kao, C. T., Wu, Y. T., Chou, C. C., & Yang, J. H. (2019). Use the Lip Bumper Appliance to Control the Lower Lip Biting Habit. Taiwanese Journal of Orthodontics, 31(1), 3.

Chhabra, N., & Chhabra, A. (2020). Evaluation of the efficacy of the modified bluegrass appliance in cessation of thumb-sucking habit: an in vivo study with 12 months follow-up. Medicine and pharmacy reports, 93(2), 190.

Davidovitch, M., McInnis, D., & Lindauer, S. J. (1997). The effects of lip bumper therapy in the mixed dentition. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 111(1), 52-58.

Demir, P., & Evren, A. (2021). Koruyucu ve Durdurucu Pedodonti ve Ortodonti Uygulamaları. Livre de Lyon. 123 – 141.

Demirel, A., Önder, N. S., & Sarı, Ş. (2022). Çocuklarda Parafonksiyonel Alışkanlıkların Temporomandibular Ekleme Etkisi. Turkiye Klinikleri Orthodontics-Special Topics, 8(2), 1-11.

Dinç, C. K., Akgün, Ö.M. (2023). Çocuklarda kullanılan Koruyucu ve Durdurucu Fonksiyonel Apareyler. Çocuklarda Ağız Sağlığı: Halitozis, Oral Patolojiler ve Rubber Dam Kullanımı, Bidge yayınları, 74-117

Diwanji, A., Jain, P., Doshi, J., Somani, P., & Mehta, D. (2013). Modified bluegrass appliance: a nonpunitive therapy for thumb sucking in pediatric patients—a case report with review of the literature. Case Reports in Dentistry, *2013*(1), 537120.

Dr. Siddana Gouda S, DrSangeetha, R. (2019). Persistent Lip Sucking Mimicking Puetz-Jeghers Syndrome-A Rare Presentation of Two Cases. RGUS Journal of Dental Sciences, 11(1).

Eltager, T., Bardissy, A. E., & Abdelgawad, F. (2025). Cessation of thumb/finger sucking habit in children using electronic habit reminder versus palatal crib: a randomized clinical pilot study. *BMC Oral Health*, *25*(1), 27.

Fasale, M., Rao, D., & Panwar, S. (2022). Management of Lip Sucking Habit Using Combination Therapy: A Case Report. International Journal of Dentistry Research, 7(3), 59-62.

Germeç, D., & Taner, T. U. (2005). Lower lip sucking habit treated with a lip bumper appliance. The Angle Orthodontist, *75*(6), 1071-1076.

Griswold, O., Li, C., Orr, J. C., Boucher, N. S., Shah, S. R., & Chung, C. H. (2022). Lip Bumper Therapy Does Not Influence the Sagittal Mandibular Incisor Position in a Retrospective CBCT Study. Journal of Clinical Medicine, 11(20), 6032.

Haskell, B. S., & Mink, J. R. (1991). An aid to stop thumb sucking: the" Bluegrass" appliance. Pediatric dentistry, 13(2), 83-85.

Hanson, M. L., & Andrianopoulos, M. V. (1982). Tongue thrust and malocclusion: a longitudinal study. International Journal of Orthodontics, 20(2), 9-18.

Dönmez, İ. H., & Bodur, C. H. (2020). Çocuklarda Kötü Ağız Alışkanlıkları ve Tedavi Yöntemleri. *Journal of Child*, *20*(3), 107-114.

Kertmen, A. G., & Topuz, M. A. (2025). Çocuklarda Parmak Emme Alışkanlığının Tedavisi. Dental and Medical Journal-Review, 7(1), 14-22.

Khazal, A., Alhafidh, N., & Hassan, L. (2022). Pre-orthodontic Myofunctional trainers Appliance System: a review. Al-Rafidain Dental Journal, 22(1), 46-55.

Lin, L., Zhao, T., Qin, D., Hua, F., & He, H. (2022). The impact of mouth breathing on dentofacial development: A concise review. Frontiers in public health, 10, 929165.

Ling, H. T. B., Sum, F. H. K. M. H., Zhang, L., Yeung, C. P. W., Li, K. Y., Wong, H. M., & Yang, Y. (2018). The association between nutritive, non-nutritive sucking habits and primary dental occlusion. BMC oral health, *18*, 1-10.

Littlewood, S. J., & Mitchell, L. (2019). An introduction to orthodontics. Oxford university press.

Maloney, B., & Leith, R. (2023). An Update in Non-Nutritive Sucking Habit Cessation. Journal of the Irish Dental Association.

Mauclaire, C., Vanpoulle, F., & Saint-Georges-Chaumet, Y. (2015). Physiological correction of lingual dysfunction with the "Tongue Right Positioner": beneficial effects on the upper airways. International Orthodontics, 13(3), 370-389.

Muradova, N., & Özçırpıcı, A.A. (2019). Modified Haas Expander for the Treatment of Anterior Openbite and Posterior Crossbite Associated with Thumb Sucking: A Case Report with 3-Year Follow-Up. Turkish Journal of Orthodontics, 32(4), 247–252.

Murali, P. S., Achalli, S., Chandragiri, S., & Shetty, S. (2024). Management of Oral Parafunctional Habits: A Case Report. Journal of Health and Allied Sciences NU, 14(01), 137-140.

Naveed, N. (2024). Asymmetric Expansion using Quad Helix for the Correction of Unilateral Cross bite-A.

Quinzi, V., Caruso, S., Mummolo, S., Nota, A., Angelone, A. M., Mattei, A., ... & Marzo, G. (2020). Evaluation of lower dental arch crowding and dimension after treatment with lip bumper versus schwarz appliance. A prospective pilot study. Dentistry Journal, 8(2), 34.

Shrivastava, R., Gupta, S., & Tripathi, P. A Case Report On correction Of Tongue Thrusting Habit Using Fixed Palatal Crib Appliance.

Shwetha, G., Shetty, A. K., Chandra, P., & Anandakrishna, L. (2014). Bluegrass appliance for thumb sucking habit: A case report. International Journal of Medical and Dental Case Reports, 1(1), 1-3.

South Hills Dental Specialists. (n.d.). Habits that affect dental development. South Hills Dental Specialists. Retrieved May 23, 2025, from https://www.southhillsdentalspecialists.com/habits/

Subtelny, J. D., & Subtelny, J. D. (1973). Oral habits--studies in form, function, and therapy. *The Angle Orthodontist*, *43*(4), 347-383.

Tanaka, O., Oliveira, W., Galarza, M., Aoki, V., & Bertaiolli, B. (2016). Breaking the thumb sucking habit: when compliance is essential. Case reports in dentistry, 2016(1), 6010615.

Tanny, L., Huang, B., Naung, N. Y., & Currie, G. (2018). Non-orthodontic intervention and non-nutritive sucking behaviours: A literature review. The Kaohsiung journal of medical sciences, 34(4), 215-222.

Vinay, C., Sandeep, V., Rao, C. H., Uloopi, K. S., & Kumar, A. S. (2013). Modified quad helix appliance for thumb sucking and cross bite correction. Contemporary Clinical Dentistry, 4(4), 523-526.

Wasnik, M., Kulkarni, S., Gahlod, N., Khekade, S., Bhattad, D., & Shukla, H. (2020). Mouth breathing habit: a review. Int. J. Community Med. Public Health, 8, 495-501.

Yanagida, R., Hara, K., Namiki, C., Okumura, T., Saiki, A., Nakagawa, K., ... & Tohara, H. (2023). Effects of tongue right positioner use on tongue pressure: a pilot study. Scientific Reports, 13(1), 3289.

CHAPTER 15

ÇOCUKLARDA GÖRÜLEN ODONTOJENİK KİSTLER

Enes BARDAKÇI[1]
Hatice TAŞTI[2]

Giriş

Kistler iç kısmındaki boşlukta sıvı, keratin, mukus veya başka yapılar da içerebilen, değişebilen tipte epitel dokusu ile döşeli patolojik boşluklardır. (Maiorano & Slootweg, 2016) Tüm kistlerin; epitel astar, merkezî konumlu bir lümen ve kisti çevreleyen bağ doku duvarı olmak üzere 3 belirgin özelliği mevcuttur. (Arce, Streff, & Ettinger, 2016a) Kistik sıvı ya kaviteyi

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Harran üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa/Türkiye. Orcid:0009-0007-8557-2946, enesbardakc67@harran.edu.tr
[2] Arş. Gör, Harran üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa/Türkiye. Orcid:0009-0004-2655-6426, haticetasti@harran.edu.tr

döşeyen hücrelerden salgılanır ya da çevredeki doku sıvılarından kaynaklanır. Kistin, kavite içindeki sıvının birikimine bağlı olarak küresel ya da yuvarlak hatlı bir biçimi vardır. Bazı kistlerin sınırı scalloped olabilir. Kist hava boşluğu içinde, direnç olmadan, küresel bir biçim oluşturacak şekilde eş merkezli olarak büyür, fakat kemik içinde büyürken şekli komşu sert dokunun direncinden etkilenir. (White & Pharoah, 2014) Sekonder enfeksiyon olmadıkça odontojenik kistler genellikle asemptomatiktir ve bu nedenle herhangi bir klinik belirti görülmeden önce büyük bir boyuta ulaşabilirler ve bu nedenle varlıkları genellikle radyografik incelemede tesadüfi bir bulgudur. (Nayyer, Macluskey, & Keys, 2015) Çenenin kistik lezyonları pediatrik yaş grubunda nadiren semptomatiktir ve çoğu odontojenik kökenli olma eğilimindedir. Kraniyofasiyal iskeletteki kistlerin çoğu mandibula ve maksillada görülür ve odontojenik kökenli epitelyal bir astara sahiptir. (“Cystic Lesions of the Jaw in Children: A 15-Year Experience | Pediatrics | JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery | JAMA Network”, t.y.) Santral kistlerin sınırları genellikle belirgin ve kortikal yapıdadır. Kistler genellikle homojen radyolusenttir. Distrofik kalsifikasyonlar izlenebildiği gibi septalı görünüm de gösterebilirler. Kistler yavaş gelişim gösterir, bazen dişlerin yer değiştirmesine ve rezorpsiyona neden olur. (White & Pharoah, 2014)

Odontojenik Kistlerin Tanımı ve Sınıflandırılması

Odontojenik kistler (OK) çeneleri etkileyen en yaygın lezyonlardan biridir. Odontojenik aparatın epitelyal bileşeninden veya kemik ya da periferik dişeti dokusu içinde hapsolmuş kalıntılardan (Malassez epitel kalıntıları, dental lamina veya mine organı kalıntıları) kaynaklanabilir.(Slootweg, 2009) Yüz dokusu gelişiminde yer alan ektodermden kaynaklanan Nonodontojenik kistler (nOK) ağız boşluğunda meydana gelir. (Slootweg, 2009) Odontojenik kistler patogenezleri açısından "gelişimsel" veya "inflamatuar" olarak değerlendirilmektedir. Nonodontojenik kistler ise gelişimsel kökenli olarak sınıflandırılır.(de Souza vd., 2010; Grossmann vd., 2007; Nuñez-Urrutia, Figueiredo, & Gay-Escoda, 2010) (Tablo 1)

Çocuklarda ve ergenlerde kistlerin oluşumu ve büyümesi daha hızlı gerçekleşebilmektedir.(Yilmaz & Yalcin, 2021) Çocuklarda görülen kistler kemikte ekspansiyona ve rezorpsiyona, erüpsiyonun gecikmesine, dişlerin malpozisyonuna, mine kusurlarına veya gelişmekte olan daimi diş germlerinin zarar görmesine neden olabilmektedir. Kistlerin etkisiyle altta yer alan daimi dişlerin pozisyonu sürme için çok elverişsiz görülse bile çoğu durumda etken olan kist uzaklaştırıldıktan sonra dişlerin kendiliğinden sürebildikleri görülmektedir. (Talukdar vd., 2020b)

Tablo 1. Odontojenik kistlerin WHO-2017 sınıflaması.(Soluk-Tekkeşin & Wright, 2018)
1. İnflamatuar Odontojenik Kistler
a. Radiküler kist
b. İnflamatuar kollateral kist
2. Gelişimsel Odontojenik Kistler
a. Dentigeröz kist
b. Odontojenik keratokist
c. Lateral periodontal kist ve botryoid odontojenik kist
d. Gingival kist
e. Glandüler odontojenik kist
f. Kalsifiye odontojenik kist
g. Ortokeratinize odontojenik kist

Odontojenik kistlerin şu anda kabul edilen alt tiplerinden sadece sınırlı sayıda pediatrik popülasyonda görüldüğü iyi bilinmektedir (Arce, Streff, & Ettinger, 2016b)(Tablo 2).

Tablo 2. Pediatrik odontojenik kistler
İnflamatuar
-Periapikal(radiküler)kistler[a]
-Bukkal bifurkasyon kisti
Gelişimsel
-Dentigeröz kist
-Erüpsiyon kisti
[a]rezidüel periapikal (radiküler) kistleri ve lateral radiküler kistleri içerir.

Odontojenik Kist Türleri

1. Radiküler kist

Radiküler kist, pulpa nekrozunu takiben periodontal ligamentin (Malassez'in epitel hücre kalıntıları) epitel kalıntılarından köken alan ve en sık görülen inflamatuar odontojenik kisttir. (Sevekar, Subhadra, & Das, 2018) Bu kistler, devital dişlerden (derin çürük, büyük restorasyon ya da önceden geçirilmiş travma nedeniyle pulpası nekroze olmuş dişler) kaynaklanır. Sekonder enfeksiyon oluşmazsa, radiküler kistler genellikle asemptomatiktir. Büyüyen bir kist şişliğe neden olabilir. Palpasyonda korteks sağlamsa şişlik kemiksi ve sert hissedilir. Kemik inceldikçe krepitasyon verebilir, dış korteks perfore olmuşsa lastiksi ve fluktuan olabilir. Radiküler kistlerin insidansı yirmili ve ellili yaşlar arasında oldukça yüksek olup erkeklerde görülme sıklığı biraz daha fazladır. Olguların çoğunda radiküler kistin merkezi, devital bir dişin apeksi civarında yerleşmiştir. Süt dişlenme döneminde nadir olarak görülmekte ve toplam sayının %0,5-3,3'ünü oluşturmaktadır. Radiküler kistler devital bir süt molarla ilişkili olarak da gelişebilir ve altındaki premoların bukkaline yerleşebilir. (White & Pharoah, 2014) Süt dişlerini içeren radiküler kistlerin en sık primer mandibular molar dişlerle ilişkili olarak ortaya çıktığı bilinmektedir.(Mass, Kaplan, & Hirshberg, 1995a; Shetty, Angadi, & Rekha, 2010) Süt dişlenme döneminde gözlenen radiküler kistler daimi dişlenme döneminin tersine,

sıklıkla çürükten etkilenme riskinin de en yüksek olduğu mandibuladaki molar dişleri etkilemektedir. Kesici dişlerde ise nadir olsa da bildirilen vakalar mevcuttur.(“Primer Molar Radiküler Kistin Yönetimi: Vaka Raporu ve Literatür İncelemesi”, t.y.; Talukdar vd., 2020b) Bazı vakalarda; dişetinde şişliğe, dişte mobiliteye, sürmemiş dişte yer değişikliğine neden olabilmektedir. Şişlikler, başlangıcında korteks sağlam olma eğiliminde olduğu için kemiksi sertliktedir, ancak kist büyüdükçe kortikal ekspansiyona ve kortikal kemikte incelmeye neden olarak lastiksi ve fluktuan yapıya dönüşebilmektedir. Etkilenen veya komşu dişlerin köklerinde rezorpsiyon gözlenebilmektedir.(Karaduran & Koruyucu, 2022) Radyografik olarak ilgili dişin periapikal bölgesinde genellikle; iyi sınırlı, yuvarlak veya oval şekilli, uniloküler ve radyoopak sklerotik marjinle çevrili radyolüsent alanlar olarak görülmektedirler. (Talukdar vd., 2020a) Radiküler kistlerin karakteristik bulguları, yoğun fibröz bağ dokusu duvarı, keratinize olmayan tabakalı yassı epitel astarı ve histolojik olarak belirgin bir lümenin varlığıdır. (Mass, Kaplan, & Hirshberg, 1995b; Nair, 1998a) Histolojik olarak, sürekli dişlerden veya süt dişlerinden kaynaklanan radiküler kistler neredeyse ayırt edilemez. (Mass vd., 1995b) Histolojik olarak cep kist ve gerçek kistler olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Gerçek kistler tamamen epitel dokusu ile çevriliyken, cep kistlerde kist lümeni kök kanalı ile bağlantılıdır. (Lin, Ricucci, & Kahler, 2017) (Resim 1)

Resim 1. Devital süt ikinci molardan kaynaklanan radiküler kistin görüntüsü ve komşu daimi dişlerde yer değiştirmeyi göstermektedir



Kaynak: White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology : Principles and Interpretation. C. 7. Elsevier Health Sciences

Ayırıcı tanı

Küçük bir radiküler kistin apikal granülomdan ya da periapikal cep kistinden ayırt edilmesi bazı olgularda zor ya da olanaksız olabilir. Periapikal granülomlar genellikle iyi sınırlı, 1,5 cm'den küçük radyolüsent alanlardır. Lezyon boyutunun daha büyük olması, radiküler kisti düşündürebilecek bulgulardandır. (Shalini N.Waghmare,Vijaya R. Kamble,Vijaya R. Kamble,Aditi RangariAditi Rangari, 2021) Yuvarlak biçim, belirgin kortikal sınır ve çapın 2 cm'den büyük olması bir kist için daha karakteristiktir.

Hastanın hikâyesi ayırıcı tanıda yardımcı olur. Maksiller lateral kesiciden kaynaklanan ve lateral kesiciyle kaninin kökleri arasına yerleşmiş radiküler kistleri, odontojenik keratokist olarak da bilinen keratokistik odontojenik tümör (KOT) ya da lateral periodontal kistten ayırmak güç olabilir. Etkilenen dişin vitalitesi değerlendirilmelidir. Devital bir dişin, komşu dişlere göre daha geniş bir pulpası olabilir; bunun nedeni zaman içinde normal bir vital dişin pulpa odasında ve kanalında oluşan sekonder dentinin yokluğudur. (Nayyer vd., 2015)

Tedavi

Nekrotik pulpanın varlığını doğrulamak için her zaman canlılık testi yapılmalıdır. Daha sonra endodontik tedavi veya endike ise dişin çekimi yapılmalıdır. Cerrahi olmayan kök kanal tedavisinden sonra inatçı kalan herhangi bir periapikal lezyon, ilk tedavinin yetersiz olduğuna inanılıyorsa; endodontik tedavinin tekrarlanması, apikal cerrahi ya da dişin çekimi şeklinde müdahaleler düşünülmelidir. Bazı araştırmacılar periapikal cep kistlerinin tek başına cerrahi olmayan endodontik tedavi ile etkili bir şekilde yönetilebileceğini öne sürse de (kist epitelinin dişin apeksiyle birleşmesi göz önüne alındığında), bunu öne süren çalışmaların çoğu titiz bilimsel yöntemlerden ziyade tamamen fizyolojik ekstrapolasyona dayanmaktadır. Gerçek radiküler kistler kök kanal sisteminden izole oldukları için kök kanal tedavisine yanıt yeterli olmadığında, kesin çözüm için her zaman küretaj

şeklinde cerrahi müdahale gerekmektedir.(Lin, Huang, & Rosenberg, 2007; Nair, 1998b)

2. Bukkal bifurkasyon kisti (Paradental kist)

Tanımlanan tüm bukkal bifurkasyon kistlerinin mandibular birinci veya ikinci daimi molar dişlerle ortaya çıktığı bildirilmiştir. Tipik başlangıç yaşı ilgili dişlerin her birinin sürme dönemine denk gelen 4 ila 14 yaş arasındadır.(Pompura, Sándor, & Stoneman, 1997; Ramos, Vargas, Coletta, De Almeida, & Lopes, 2012) Bukkal bifurkasyon kistleri (BBK) mandibular molarların bukkal bifurkasyonunun periodontal membranındaki epitelyal hücre artıklarından köken alır. Döşeyici epitelin histopatolojik özellikleri ayırıcı değildir. Proliferasyonun etiyolojisi bilinmemektedir. Bir teoriye göre, uyaranın inflamasyon olduğu düşünülmektedir, ancak inflamasyon her zaman gözlenmeyebilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü bu kistleri inflamatuar kistler adı altında sınıflandırmaktadır.(White & Pharoah, 2014) Klinik olarak bukkal bifurkasyon kistleri; kısmen sürmüş vital birinci veya ikinci molar dişin tutulumu, bukkal yumuşak doku şişmesi, ilgili dişin sürmesinin gecikmesi veya değişmesi ve etkilenen bölgede periodontal cep derinliğinde artış gibi klasik bir dizi bulgu ile ortaya çıkar. Etkilenen dişin bukkal tarafında radyolüsent bir lezyon, kök apeksleri mandibular lingual kortekse doğru bakacak şekilde ilgili molar dişin eğilmesi, sağlam bir periodontal ligament boşluğu, lamina durada, inferior korteksin osseöz anatomisinde değişiklik olmaksızın radyolüsent lezyonun

mandibulanın inferior sınırına uzanması ve mandibulanın bukkal yüzeyinde periost reaksiyonu gibi klasik bazı radyografik bulgular da mevcuttur.(Levarek, Wiltz, Kelsch, & Kraut, 2014; Pompura vd., 1997) Yaygın bir belirti, mandibular birinci ya da ikinci moların sürmemesi ya da sürmesinin gecikmesidir. Klinik muayenede, molar diş eksik olabilir ya da lingual kasp tepeleri anormal şekilde bukkal kaspların konumundan daha yukarıda mukozadan dışarı doğru uzamış olabilir. Birinci molar dişler ikinciden daha fazla etkilenir. Dişler vital olup etkilenen moların bukkalinde sert bir şişlik oluşabilir. Sekonder olarak enfekte ise hastada ağrı vardır. Tespit edildiği yaş daha gençtir, üçüncü moların paradental kisti yirmili yaşlarda görülürken, BBK yaşamın ilk yirmi yılında ortaya çıkar. (White & Pharoah, 2014) (Resim 2)

Ayırıcı Tanı

Temel ayırıcı tanılar, mandibular molarların bukkal yüzlerinde periodontal apse ya da langerhans hücreli histiyositoz gibi inflamatuar periosteal bir yanıt oluşturabilen lezyonları kapsar. Ayrıca, kist yerleşiminin furkasyon olması sayesinde dentigeröz kistten de kolay biçimde ayırt edilir. (White & Pharoah, 2014)

Resim 2. A ve B, sekonder olarak enfekte olmuş iki BKK örneğinin oklüzal görüntüleri. Birinci molarların bukkal yüzündeki tabakalı periosteal yeni kemik oluşumuna ve B'deki birinci moların köklerinin normal dışı konumu görülmekte



Kaynak:Dr.doug stoneman,Toronto Üniversitesi

Tedavi

Bukkal bifurkasyon kistlerinde diş çekimi olmadan kist enükleasyonu tedavi olarak tercih edilmektedir.(Levarek vd., 2014; Ramos vd., 2012)

3. Dentigeröz kist

Dentijeröz kistler çenelerde en sık görülen ikinci kist tipidir. Sürmemiş ya da süpernumere bir dişin kronu çevresinde gelişir. Klinik muayenede, eksik bir diş ve olasılıkla yüzde bazen asimetri yaratan sert bir şişlik gözlenir. Hastada tipik olarak ağrı ya da rahatsızlık yoktur. Süperrnumere dişlerin çevresindeki dentigeröz

kistler, tüm dentijeröz kistlerin yaklaşık %50'sini oluşturur. Bunların çoğu maksillanın anteriorunda bir meziodens çevresinde oluşur.(White & Pharoah, 2014) İndirgenmiş mine epitelinden kaynaklanmaktadırlar. (McKinney & Lukes, 2021) Nadir de olsa çocuklarda çürüğe veya travmaya bağlı nekrotik ve enfekte olan süt dişlerindeki kronik periapikal inflamasyonun gelişmekte olan dişin folikülünü etkilemesiyle inflamatuar kökenli olarak da gelişebilmektedirler.(Bowdin, Anthonappa, & King, 2021; McKinney & Lukes, 2021) İnflamatuar kaynaklı dentigeröz kistlerin gelişiminde 3 farklı mekanizmanın etkili olabileceğinden bahsedilmektedir.

- İntrafoliküler gelişimsel dentigeröz kistlerin devital süt dişlerinden yayılan periapikal inflamasyon nedeniyle enfekte olması,
- Devital süt dişlerinden yayılan inflamatuar eksüdanın indirgenmiş mine epitelinin mineden ayrılmasına neden olması
- Nadir olarak devital süt dişlerinde oluşan radiküler kistlerin alttaki daimi diş germi ile birleşmesiyle ekstrafoliküler dentigeröz kistlerin oluşması şeklindedir.(Narang, Manchanda, Arora, & Randhawa, 2012)

Pulpa tedavileri sonrasında periradiküler bölgedeki uyarıma bağlı alttaki daimi diş germ folikülünün etkilenmesiyle dentigeröz kist gelişebilmektedir. Daimi diş germ folikülü ile arasındaki mesafenin oldukça az ve çürük görülme riskinin de yüksek olması nedeniyle süt mandibular ikinci molarlarla ilişkili olarak sıklıkla

görülebilmektedirler.(Asián-González vd., 2007) Nadir de olsa dentigeröz kist epitelinden ameloblastoma, skuamöz hücreli karsinoma, mukoepidermoid karsinoma gelişebilmekte ve malign dejenerasyon gösterebilmektedir.(Rajendra Santosh, 2020; Rioux-Forker, Deziel, Williams, & Muzaffar, 2019) Geniş bir yaş aralığında ortaya çıkmaktadır ve en yüksek insidans yaşamın ikinci ila dördüncü on yılında görülür.

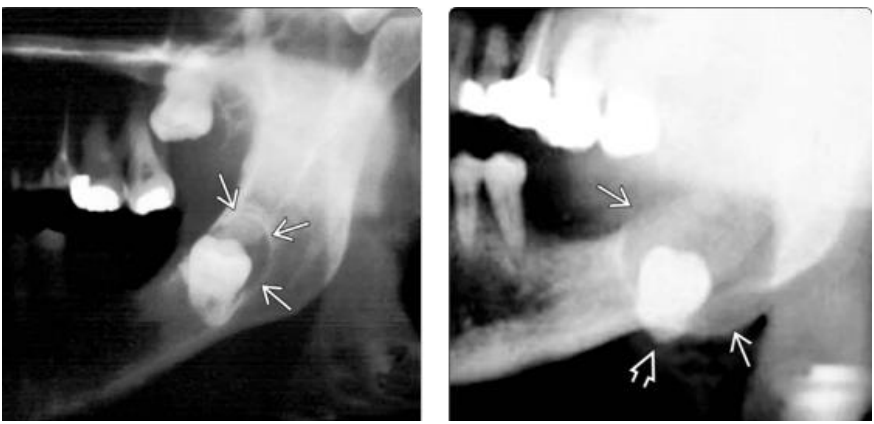
Dentigeröz kistler yaygın olarak gömülü mandibular üçüncü molar dişlerle ilişkilidir. Bunu maksiller daimi kaninler, mandibular ikinci premolarlar ve maksiller üçüncü molar dişler takip eder.(Benn & Altini, 1996) Dentigeröz kist, azalmış mine epiteli ile kron arasında veya mine epiteli katmanları arasında sıvı birikmesi ile gelişir.(Daley & Wysocki, 1995) Bu kistler erken dönemde genellikle birinci ve ikinci on yılın başlarında teşhis edilir ve hastalar şişlik ve ağrı ile başvurur. Süt dişlerinin çürüğe daha yatkın olması ve süt dişi köklerinin folikülüne yakınlığı nedeniyle mandibular premolar dişler daha sık tutulur.(Shibata vd., 2004) Radyografik olarak sıklıkla gömülü bir dişin etrafında iyi sınırlı uniloküler lezyonlar olarak görülmektedirler.(Elizabeth A. Bilodeau & Hunter, 2021a) İlgili dişin apikal yönde yer değiştirmesine (Jayaraman, Hoikka, Cervantes Mendez, & Hajishengallis, 2021a) ve komşu dişlerin köklerinde rezorpsiyona sebep olabilmektedirler.(Rajendra Santosh, 2020) İnflamatuar kaynaklı olarak geliştiklerinde, süt dişinin lamina durası ile bağlantılı olarak alttaki daimi diş germini çevreleyen perikoronal radyolüsensi olarak görülebilmektedir.

(Narang vd., 2012) Dentigeröz kistler; santral, lateral ve sirkumferansiyel olmak üzere 3 tip radyografik görünümde izlenebilmektedir. (Rajendra Santosh, 2020) (Resim 3)

Ayırıcı Tanı

Dişte herhangi bir yer değiştirme ya da kemikte dikkate değer ekspansiyon varsa, kist düşünülmelidir. Normal foliküler aralığın boyutu 2-3 mm arasındadır. Foliküler boşluk 5 mm'ye ulaştıysa, dentijeröz kist daha olasıdır. Belirsizlik sürerse, bölge çevre yapılarda herhangi bir boyutsal büyüme ya da kist özelliği olan herhangi bir etkinin tespiti için 4-6 ay içinde yeniden incelenmelidir. Dentijerőz kistin ayırıcı tanısı keratokistik odontojenik tümör (KOT), ameloblastik fibrom ve kistik ameloblastomu da kapsayabilir. Keratokistik odontojenik tümör kemikte dentijeröz kist kadar ekspansiyon oluşturmaz, dişleri rezorbe etme olasılığı daha azdır ve kök yüzeyine sement-mine birleşiminin daha apikalinden bağlanabilir. Bir süt dişinin apeksindeki radiküler kist bazen apikalinde gelişmekte olan daimi dişin kronunu sarar ve daimi dişle ilişkili bir dentijeröz kist benzeri yanıltıcı görüntü verir. Bu sıklıkla mandibular süt molarlar ve gelişmekte olan premolarlarda görülür. Bu olgularda hekim, süt dişinde radiküler kist tanısını destekleyecek bir etiyoloji olarak, derin çürük ya da büyük restorasyonlar aramalıdır.(White & Pharoah, 2014)

Resim 3. (Sol) Panoramik radyografi, etkilenen sol mandibular 3. molar dişin kronuyla ilişkili iyi tanımlanmış bir perikoronal radyolüsensiyi göstermektedir. Küçük olduğunda, dentigeröz kist diğer perikoronal radyolüsensilerden ayırt edilemez. (Sağ) Aynı hastada 4 yıl sonra çekilen panoramik radyografi, boyutta artış, ince kortikal kenar ve dentigeröz kistin karakteristik özelliği olan hidrolik genişlemeyi göstermektedir. İlgili 3. molar köklerinin mandibulanın alt sınırından yer değiştirmesine dikkat edilmeli(Koenig, Tamimi, Perschbacher, & Demirturk, 2023)



Kaynak: Koenig LJ, Tamimi D, Perschbacher SE, Demirturk H. Diagnostic Imaging: Oral and Maxillofacial E-Book: Diagnostic Imaging: Oral and Maxillofacial E-Book. Elsevier Health

Tedavi

Dentigeröz kistlerin tedavisi tam cerrahi enükleasyon ve ilgili gömülü dişin çekilmesidir. Gelişmekte olan bir daimi diş mevcutsa, dişin sürmesine yardımcı olmak için histopatolojik onay alındıktan sonra dekompresyon veya marsüpiyalizasyon

uygulanabilir. Bu tedavi, gelişmekte olan dentisyonun korunmasına yardımcı olur ve komşu yapıların yaralanmasını en aza indirir. (Allon, Allon, Anavi, Kaplan, & Chaushu, 2015; "Conservative management of dentigerous cysts in children - PMC", t.y.; Fujii, Kawakami, Hyomoto, Ishida, & Kirita, 2008)

Marsüpiyalizasyon; dişin korunmasının istendiği, patolojik kırık oluşturma ve çevre dokuya hasar verme riskinin olduğu, geniş kemik yıkımının görüldüğü büyük dentigeröz kistlerin tedavisinde düşünülebilmektedir. (Rajae & Karima, 2021) Çocuklarda da dişin korunması ve sürdürülebilmesi amacıyla uygulanabilmektedir, ancak işlem sonrasında daha yüksek oranda nüks görüldüğü belirtilmektedir. (Demiriz, Misir, & Gorur, 2015; Rioux-Forker vd., 2019) Dentigeröz kist ile ilişkili gömülü bir dişin ortodontik traksiyon olmadan sürmesini etkileyen tanımlanmış faktörler şunlardır:

- Hastanın yaşı (<10 yaş),
- Komşu dişin semento-enamel birleşimine ve kasp ucuna göre impaksiyon derinliği (<5.1 mm),
- Açılanmanın %25'ten az olması,
- Boşluk/diş oranının 1:1'den büyük olmasıdır.(Fujii vd., 2008)

Dentigeröz kist ile ilişkili gömülü bir dişin başarılı olarak sürmesi, marsüpiyalizasyondan sonraki ilk 3 ay içinde öngörülebilir ve ilerleme gözlenmezse bu noktada ortodontik traksiyon düşünülebilir. (Yahara, Kubota, Yamashiro, & Shirasuna, 2009)

4. Erüpsiyon kisti

Erüpsiyon kistleri, bir dişin ağız boşluğuna sürmesinden hemen önce yumuşak dokuda gelişen dentigeröz kistin bir varyantını temsil eder. Bu kist, diş yumuşak dokudan çıkarken diş folikülünün dişin tepesinden ayrılmasından kaynaklanır. Alveolar yumuşak doku ile sınırlı olduğu için dentigeröz kistten ayrı bir klinik antite olarak kabul edilmektedir.(Diflhekimli, Çehreli, Demir, & Ataç, 2007; N. Nagaveni, Umashankara, Radhika, & Maj Satisha, 2011) Genellikle süt kesici veya daimi mandibular birinci molar bölgesinde görülmektedir.(Rajendra Santosh, 2020)

Sıklıkla çocuklarda görülen erüpsiyon kistleri yetişkinlerde nadiren görülür. Pediatrik hastaları etkileyen kistik lezyonların yaklaşık %22'sini oluştururken, yetişkinlerde bu oran %1'in altındadır.(Bodner, 2002) Sürmekte olan dişin folikülünden ayrılamaması ve kuronla folikül arasına sıvı veya kan toplanması etken olarak kabul edilmektedir.(Rajendra Santosh, 2020) Diş etleriyle aynı renkte veya mavi veya mor renkte olabilir. Bir sürme kistinin araştırılması için rutin olarak radyografiler gerekli değildir. Ancak çekilirse kemik tutulumu görülmemekte, sadece alveolar marjda radyolüsent bir lezyon bulunmaktadır. (Resim 4)

Ayırıcı Tanı

Granülom, amalgam dövmesi, Bohns nodülü ve erüpsiyon hematomu herhangi bir tedavi uygulanmadan önce ayırıcı tanıda düşünülmelidir.(Aguiló, Cibrián, Bagán, & Gandía, 1998) Erüpsiyon hematomu, erüpsiyon sırasında diş eti dokusundan kanama nedeniyle oluşur ve kan birikimi minenin epitelinin dışındadır.(Bodner, 2002) Erüpsiyon kisti ise, kanla karışan kistik bir sıvıdır. İkisi arasındaki kesin fark hala bilinmemektedir. Erüpsiyon kisti transillüminasyon altında parlar ancak hematom parlamaz.(Aguiló vd., 1998; Seward, 1973)

Tedavi

Erüpsiyon kistlerinin çoğu kendiliğinden patlar, ancak devam ederse, marsüpiyalizasyon yapılabilir. Bu işlem, kistin kubbesinin ve dişin tepesinin açığa çıkarılması ardından kistin patlamasına izin verilmesini içerir.(Nayyer vd., 2015)

Resim 4. 13 numaralı dişi içeren erüpsiyon kisti



Kaynak: Nagaveni NB, Umashankara KV, Radhika NB, Maj Satisha TS. Eruption cyst: A literature review and four case reports. Indian J Dent Res.

5. Odontojenik keratokist

Çenelerde görülen benign, intraosseöz, neoplastik gelişimsel kistlerdir. (Elizabeth A. Bilodeau & Hunter, 2021b; Borghesi vd., 2018) Oral kavitenin en yaygın görülen 3. odontojenik kistleridir. Çelişkili davranış göstererek, hem basit kistlerin hem iyi huylu neoplazilerin klinikopatolojik özelliklerini taşımaktadırlar. (Sharma U, 2016)

Bunların en yüksek görülme sıklığı ikinci ve üçüncü on yıllardadır ve en sık erkeklerde görülür. Keratokistik odontojenik tümörlerin %65-83'ü mandibulada görülür ve yarısı mandibula köşesinden kaynaklanır. Çoklu keratokistik odontojenik tümörler, nevoid bazal hücreli karsinom sendromu ile ilişkilendirilebilir. Bu lezyonlar gelişimsel niteliktedir ancak son çalışmalar, bu kistlerin etiyolojisinde bir tümör baskılayıcı olan PTCH geninin rolünü göstermiştir. (Barreto, Gomez, Bale, Boson, & De Marco, 2000)

Odontojenik keratokistlerin %25-40'ı gömülü dişlerle ilişkili olabilmektedir. (Wang & Olmo, 2025) Ayrıca dişlerin gelişmediği bir bölgede de oluşabilmektedirler (primordial kist). (Elizabeth Ann Bilodeau & Collins, 2017) Genellikle asemptomatiktirler ve rutin dental muayene sırasında teşhis edilmektedirler, ancak ödem, ağrı, trismus, enfeksiyon, nörosensöriyal eksiklikle de ortaya çıkabilmektedirler.(Sharma U, 2016; Wang & Olmo, 2025) Yeterince büyük olanları dişlerin köklerinde rezorpsiyona yol açabilmektedir. Genellikle

bukkolingual yönde ekspansiyona minimum oranda neden olarak büyümektedirler.(Jayaraman, Hoikka, Cervantes Mendez, & Hajishengallis, 2021b) Anterior-posterior yönde büyüme eğilimine sahiptirler.(Elizabeth A. Bilodeau & Hunter, 2021c) Radyografilerde çenenin büyük bir kısmını kaplayan kortikal sınırlı uniloküler veya multiloküler lezyonlar olarak görülebilmektedir. (Jayaraman vd., 2021a)

Ayırıcı Tanı

Odontojenik keratokist ve ameloblastoma benzer klinik ve radyografik özellikler gösterebilmektedir. Her ikisi de benzer yaş aralığında, çenelerde benzer bölgelerde ortaya çıkmakla birlikte, radyografik görüntüleri de benzemeyebilmektedir. (Kitisubkanchana, Reduwan, Poomsawat, Pornprasertsuk-Damrongsri, & Wongchuensoontorn, 2021) Ortokeratinize odontojenik kist ve dentigeröz kistle de ayırıcı tanısında dikkat edilmelidir.(Elizabeth Ann Bilodeau & Collins, 2017)

Tedavi

Tedavisinde genellikle enükleasyon veya rezeksiyon uygulanmaktadır, ancak enükleasyondan sonra nüks eğilimi daha yüksektir ve rezeksiyon en yüksek kalıcı tedavi seçeneğini sunmaktadır. Büyük lezyonlarda marsüpyalizasyon sonrası enükleasyon yapılabilmektedir.(Wright & Vered, 2017) Sürmemiş dişi olan çocuklarda agresif tedavi yöntemleri sürme sürecini ve çene gelişimini tehlikeye sokabilmektedir. Bu nedenle konservatif

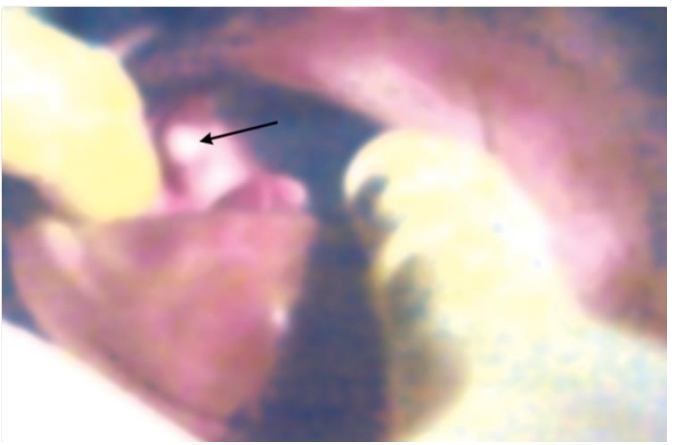
tedavi yaklaşımlarına önem verilmesi vurgulanmaktadır.(Kamil & Tarakji, 2016)

6. Gingival kist

Bebeklerin dişetinde ve nadiren yetişkinlerin dişetinde oluşan bu yumuşak doku kistinin, dental lamina kalıntılarına yönelik bilinmeyen bir uyarandan kaynaklandığına inanılmaktadır. Dişeti yüzey epitelinin travmatik implantasyonu da olası bir etiyolojik yol olarak öne sürülmüştür, ancak bu teori yeterince desteklenmemiştir. Bebeklerde görüldüğünde, alveolar sırtlar üzerinde çoklu, kabarık yumuşak doku nodülleri olarak görünürler. Lezyonlar çatısız olduğundan ve çiğneme sırasında döküldüğünden, bebeklerde bu kistlerin tedavisi gerekli değildir. Dişeti kistinin astarı ince, papillasız, parakeratotik, tabakalı, skuamöz epitelden oluşur. İltihaplanma bu lezyonun bir özelliği olarak kabul edilmez("Baş ve boyun tümörlerinin patolojisi: Çene kistleri, bölüm 12 - Regezi - 1981 - Baş ve Boyun Cerrahisi - Wiley Online Kütüphanesİ", t.y.) Yenidoğanların ağız boşluğunda, 3 belirgin kubbe benzeri yapı görebiliriz: Tükürük dokusundan kaynaklanan Bohn nodülü; orta hat damakta sıkışan epitel kalıntılarından kaynaklanan Epstein incisi ve dental lamina kisti/inklüzyon kisti. Dental lamina, dişleri oluşturan embriyonik gelişimsel bir yapıdır. Dental lamina, gelişen çocuğun büyümesine uyacak şekilde genişledikçe, yumuşak doku ve kemikte küçük epitel parçaları kalır. Bunlara Serres kalıntıları denir ve birçok oral

biyopsi örneğinde görülen yumuşak odontojenik adaların temelini oluşturur ve dental lamina kistlerinin oluşumunun temelini oluşturur. Yenidoğanın dental lamina kisti/gingival kisti, mandibula veya maksillanın alveolar kemiğinin yüzeyinde bulunan bir mukozal kisttir ve kist boşluğu keratinle dolu, parakeratinize olmuş tabakalı skuamöz epitel ile kaplıdır. Bunlar ciltte görülen milialara benzerdir.

Resim 5. Yenidoğanın gingival kisti (Moda, 2011)



Kaynak: Moda A. Gingival Cyst of Newborn. Int J Clin Pediatr Dent.

Tedavi

Yenidoğanın gingival kisti, yenidoğanların %28-75'inde klinik olarak tanımlanmıştır. Çoğu birkaç haftadan birkaç aya kadar tedavi olmaksızın çözüldüğü için nadiren biyopsi yapılır ve patolojik değerlendirmeye gönderilir.(Monteagudo vd., 2012; Paula, Dezan, Frossard, Walter, & Pinto, 2006; Singh, Kumar, Pandey, & Singh, 2012)

Sonuç

Pediatrik popülasyonda odontojenik kistlerin yetişkinlerde ortaya çıkanlardan daha az sayıda olmasına rağmen oluşumu ve ilerlemesi erişkinlere göre daha hızlı ve agresif şekilde gerçekleşebilmektedir. Kemikte ekspansiyona ve rezorpsiyona, diş erüpsiyonunun gecikmesine veya engellenmesine, dişlerin malpozisyonuna, mine kusurlarına, gelişmekte olan daimi diş germlerinin zarar görmesine, çene kemiğini zayıflatarak patolojik kırık oluşumuna ve komşu vital dokuların hasar görmesine yol açabilmektedirler. Önemli patolojilerin gelişimine neden olarak kanser oluşumuna yol açabildikleri için iyi bir şekilde bilinmesi, ayırıcı tanılarının yapılması ve takip edilmesi gereklidir.

Kaynakça

Aguiló, L., Cibrián, R., Bagán, J. V., & Gandía, J. L. (1998). Eruption cysts: Retrospective clinical study of 36 cases. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, *65*(2), 102-106.

Allon, D. M., Allon, I., Anavi, Y., Kaplan, I., & Chaushu, G. (2015). Decompression as a Treatment of Odontogenic Cystic Lesions in Children. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *73*(4), 649-654. https://doi.org/10.1016/j.joms.2014.10.024

Arce, K., Streff, C. S., & Ettinger, K. S. (2016a). Pediatric Odontogenic Cysts of the Jaws. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, *28*(1), 21-30. https://doi.org/10.1016/j.coms.2015.07.003

Arce, K., Streff, C. S., & Ettinger, K. S. (2016b). Pediatric Odontogenic Cysts of the Jaws. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, *28*(1), 21-30. https://doi.org/10.1016/j.coms.2015.07.003

Asián-González, E., Pereira-Maestre, M., Conde-Fernández, D., Vilchez, I., Segura-Egea, J. J., & Gutiérrez-Pérez, J. L. (2007). Dentigerous cyst associated with a formocresol pulpotomized deciduous molar. *Journal of Endodontics*, *33*(4), 488-492. https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.10.011

Barreto, D. C., Gomez, R. S., Bale, A. E., Boson, W. L., & De Marco, L. (2000). PTCH gene mutations in odontogenic keratocysts. *Journal of Dental Research*, *79*(6), 1418-1422. https://doi.org/10.1177/00220345000790061101

Baş ve boyun tümörlerinin patolojisi: Çene kistleri, bölüm 12—Regezi—1981—Baş ve Boyun Cerrahisi—Wiley Online Kütüphanesİ. (t.y.). Geliş tarihi 16 Mart 2025, gönderen https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hed.2890040110

Benn, A., & Altini, M. (1996). Dentigerous cysts of inflammatory origin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *81*(2), 203-209. https://doi.org/10.1016/S1079-2104(96)80416-1

Bilodeau, Elizabeth A., & Hunter, K. D. (2021a). Odontogenic and Developmental Oral Lesions in Pediatric Patients. *Head and Neck Pathology*, *15*(1), 71-84. https://doi.org/10.1007/s12105-020-01284-3

Bilodeau, Elizabeth A., & Hunter, K. D. (2021b). Odontogenic and Developmental Oral Lesions in Pediatric Patients. *Head and Neck Pathology*, *15*(1), 71-84. https://doi.org/10.1007/s12105-020-01284-3

Bilodeau, Elizabeth A., & Hunter, K. D. (2021c). Odontogenic and Developmental Oral Lesions in Pediatric Patients. *Head and Neck Pathology*, *15*(1), 71-84. https://doi.org/10.1007/s12105-020-01284-3

Bilodeau, Elizabeth Ann, & Collins, B. M. (2017). Odontogenic Cysts and Neoplasms. *Surgical Pathology Clinics*, *10*(1), 177-222. https://doi.org/10.1016/j.path.2016.10.006

Bodner, L. (2002). Cystic lesions of the jaws in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *62*(1), 25-29. https://doi.org/10.1016/s0165-5876(01)00583-3

Borghesi, A., Nardi, C., Giannitto, C., Tironi, A., Maroldi, R., Di Bartolomeo, F., & Preda, L. (2018). Odontogenic keratocyst: Imaging features of a benign lesion with an aggressive behaviour. *Insights into Imaging*, *9*(5), 883-897. https://doi.org/10.1007/s13244-018-0644-z

Bowdin, L. M., Anthonappa, R. P., & King, N. M. (2021). Dentigerous cyst formation following trauma to the primary incisors: A case report. *Dental Traumatology: Official Publication of International Association for Dental Traumatology*, *37*(1), 155-159. https://doi.org/10.1111/edt.12600

Conservative management of dentigerous cysts in children—PMC. (t.y.). Geliş tarihi 03 Mart 2025, gönderen https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4663073/

Cystic Lesions of the Jaw in Children: A 15-Year Experience | Pediatrics | JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery | JAMA Network. (t.y.). Geliş tarihi 03 Mart 2025, gönderen https://jamanetwork.com/journals/jamaotolaryngology/fullarticle/2422192

Daley, T. D., & Wysocki, G. P. (1995). The small dentigerous cyst. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *79*(1), 77-81. https://doi.org/10.1016/S1079-2104(05)80078-2

de Souza, L.-B., Gordón-Núñez, M.-A., Nonaka, C.-F.-W., de Medeiros, M.-C., Torres, T.-F., & Emiliano, G.-B.-G. (2010). Odontogenic cysts: Demographic profile in a Brazilian population over a 38-year period. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, *15*(4), e583-590.

Demiriz, L., Misir, A. F., & Gorur, D. I. (2015). Dentigerous cyst in a young child. *European Journal of Dentistry*, *9*(4), 599-602. https://doi.org/10.4103/1305-7456.172619

Diflhekimli, B. Ü., Çehreli, S. B., Demir, T., & Ataç, A. S. (2007). *Erupsiyon Kisti: Bir Olgu Nedeniyle Literatür Derlemesi*.

Fujii, R., Kawakami, M., Hyomoto, M., Ishida, J., & Kirita, T. (2008). Panoramic Findings for Predicting Eruption of Mandibular Premolars Associated With Dentigerous Cyst After Marsupialization. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *66*(2), 272-276. https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.06.652

Grossmann, S. M., Machado, V. C., Xavier, G. M., Moura, M. D., Gomez, R. S., Aguiar, M. C. F., & Mesquita, R. A. (2007). Demographic profile of odontogenic and selected nonodontogenic cysts in a Brazilian population. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, *104*(6), e35-41. https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2007.05.028

Jayaraman, J., Hoikka, A., Cervantes Mendez, M. J., & Hajishengallis, E. (2021a). Radiographic Diagnosis in the Pediatric Dental Patient. *Dental Clinics of North America*, *65*(3), 643-667. https://doi.org/10.1016/j.cden.2021.02.009

Jayaraman, J., Hoikka, A., Cervantes Mendez, M. J., & Hajishengallis, E. (2021b). Radiographic Diagnosis in the Pediatric Dental Patient. *Dental Clinics of North America*, *65*(3), 643-667. https://doi.org/10.1016/j.cden.2021.02.009

Kamil, A. H., & Tarakji, B. (2016). Odontogenic Keratocyst in Children: A Review. *The Open Dentistry Journal*, *10*, 117-123. https://doi.org/10.2174/1874210601610010117

Karaduran, B., & Koruyucu, M. (2022). Çocuk Hastalarda Sık Görülen Odontojenik Kistler: Geleneksel Derleme. *Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi*, *28*(4), 940-951. https://doi.org/10.5336/dentalsci.2022-89761

Kitisubkanchana, J., Reduwan, N. H., Poomsawat, S., Pornprasertsuk-Damrongsri, S., & Wongchuensoontorn, C. (2021). Odontogenic keratocyst and ameloblastoma: Radiographic evaluation. *Oral Radiology*, *37*(1), 55-65. https://doi.org/10.1007/s11282-020-00425-2

Koenig, L. J., Tamimi, D., Perschbacher, S. E., & Demirturk, H. (2023). *Diagnostic Imaging: Oral and Maxillofacial E-Book: Diagnostic Imaging: Oral and Maxillofacial E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Levarek, R. E., Wiltz, M. J., Kelsch, R. D., & Kraut, R. A. (2014). Surgical Management of the Buccal Bifurcation Cyst: Bone Grafting as a Treatment Adjunct to Enucleation and Curettage. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *72*(10), 1966-1973. https://doi.org/10.1016/j.joms.2014.04.028

Lin, L. M., Huang, G. T.-J., & Rosenberg, P. A. (2007). Proliferation of Epithelial Cell Rests, Formation of Apical Cysts, and Regression of Apical Cysts after Periapical Wound Healing. *Journal of Endodontics*, *33*(8), 908-916. https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.02.006

Lin, L. M., Ricucci, D., & Kahler, B. (2017). Radicular Cysts Review. *JSM Dental Surgery*, *2*(2), 1-3. https://doi.org/10.47739/1017

Maiorano, E., & Slootweg, P. J. (2016). Maxillofacial Skeleton and Teeth. Içinde A. Cardesa, P. J. Slootweg, N. Gale, & A. Franchi (Ed.), *Pathology of the Head and Neck* (ss. 179-186). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49672-5_4

Mass, E., Kaplan, I., & Hirshberg, A. (1995a). A clinical and histopathological study of radicular cysts associated with primary molars. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, *24*(10), 458-461. https://doi.org/10.1111/j.1600-0714.1995.tb01134.x

Mass, E., Kaplan, I., & Hirshberg, A. (1995b). A clinical and histopathological study of radicular cysts associated with primary molars. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, *24*(10), 458-461. https://doi.org/10.1111/j.1600-0714.1995.tb01134.x

McKinney, S. L., & Lukes, S. M. (2021). Dentigerous cyst in a young child: A case report. *Canadian Journal of Dental Hygiene: CJDH = Journal Canadien de l'hygiene Dentaire: JCHD*, *55*(3), 177-181.

Moda, A. (2011). Gingival Cyst of Newborn. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *4*(1), 83-84. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1087

Monteagudo, B., Labandeira, J., Cabanillas, M., Acevedo, A., León-Muiños, E., & Toribio, J. (2012). Prevalence of milia and palatal and gingival cysts in Spanish newborns. *Pediatric Dermatology*, *29*(3), 301-305. https://doi.org/10.1111/j.1525-1470.2011.01433.x

Nagaveni, N. B., Umashankara, K. V., Radhika, N. B., & Maj Satisha, T. S. (2011). Eruption cyst: A literature review and four case reports. *Indian Journal of Dental Research*, *22*(1), 148. https://doi.org/10.4103/0970-9290.79982

Nagaveni, N., Umashankara, K., Radhika, N., & Maj Satisha, T. (2011). Eruption cyst: A literature review and four case reports. *Indian Journal of Dental Research*, *22*(1), 148. https://doi.org/10.4103/0970-9290.79982

Nair. (1998a). New perspectives on radicular cysts: Do they heal? *International Endodontic Journal*, *31*(3), 155-160. https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1998.00146.x

Nair. (1998b). New perspectives on radicular cysts: Do they heal? *International Endodontic Journal*, *31*(3), 155-160. https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1998.00146.x

Narang, R. S., Manchanda, A. S., Arora, P., & Randhawa, K. (2012). Dentigerous cyst of inflammatory origin-a diagnostic dilemma. *Annals of Diagnostic Pathology*, *16*(2), 119-123. https://doi.org/10.1016/j.anndiagpath.2011.07.004

Nayyer, N. V., Macluskey, M., & Keys, W. (2015). Odontogenic cysts – an overview. *Dental Update*, *42*(6), 548-555. https://doi.org/10.12968/denu.2015.42.6.548

Nuñez-Urrutia, S., Figueiredo, R., & Gay-Escoda, C. (2010). Retrospective clinicopathological study of 418 odontogenic cysts. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, *15*(5), e767-773. https://doi.org/10.4317/medoral.15.e767

Paula, J. D. R., Dezan, C. C., Frossard, W. T. G., Walter, L. R. F., & Pinto, L. M. C. P. (2006). Oral and facial inclusion cysts in newborns. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *31*(2), 127-129. https://doi.org/10.17796/jcpd.31.2.rw3h853m3rk242q0

Pompura, J. R., Sándor, G. K. B., & Stoneman, D. W. (1997). The buccal bifurcation cyst. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *83*(2), 215-221. https://doi.org/10.1016/S1079-2104(97)90008-1

Primer Molar Radiküler Kistin Yönetimi: Vaka Raporu ve Literatür İncelemesi. (t.y.). Geliş tarihi 11 Mart 2025, gönderen https://www.researchgate.net/publication/317581260_Management_of_Radicular_Cyst_of_Primary_Molar_Case_Report_Literature_Review

Rajae, E. G., & Karima, E. H. (2021). Dentigerous cyst: Enucleation or marsupialization? (a case report). *The Pan African Medical Journal*, *40*, 149. https://doi.org/10.11604/pamj.2021.40.149.28645

Rajendra Santosh, A. B. (2020). Odontogenic Cysts. *Dental Clinics of North America*, *64*(1), 105-119. https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.08.002

Ramos, L. M. A., Vargas, P. A., Coletta, R. D., De Almeida, O. P., & Lopes, M. A. (2012). Bilateral Buccal Bifurcation Cyst: Case Report and Literature Review. *Head and Neck Pathology*, *6*(4), 455-459. https://doi.org/10.1007/s12105-012-0342-y

Rioux-Forker, D., Deziel, A. C., Williams, L. S., & Muzaffar, A. R. (2019). Odontogenic Cysts and Tumors. *Annals of Plastic Surgery*, *82*(4), 469-477. https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000001738

Sevekar, S., Subhadra, H. N., & Das, V. (2018). Radicular cyst associated with primary molar: Surgical intervention and space management. *Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research*, *29*(6), 836-839. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_785_16

Seward, M. H. (1973). Eruption cyst: An analysis of its clinical features. *Journal of Oral Surgery (American Dental Association: 1965)*, *31*(1), 31-35.

Shalini N.Waghmare,Vijaya R. Kamble,Vijaya R. Kamble,Aditi RangariAditi Rangari. (2021). Radicular cyst: A case report. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*.

Sharma U. (2016). Keratocystic Odontogenic Tumor (parakeratinised Odontogenic Keratocyst) -a Review. *ResearchGate*. Geliş tarihi gönderen https://www.researchgate.net/publication/311587428_Sharma_U_et_al_Odontogenic_keratocyst_-A_review_KERATOCYSTIC_ODONTOGENIC_TUMOR_PARAKERATINISED_OODONTOGENIC_KERATOCYST_-A_REVIEW

Shetty, S., Angadi, P. V., & Rekha, K. (2010). Radicular Cyst in Deciduous Maxillary Molars: A Rarity. *Head and Neck Pathology*, *4*(1), 27-30. https://doi.org/10.1007/s12105-009-0152-z

Shibata, Y., Asaumi, J., Yanagi, Y., Kawai, N., Hisatomi, M., Matsuzaki, H., … Kishi, K. (2004). Radiographic examination of dentigerous cysts in the transitional dentition. *Dentomaxillofacial Radiology*, *33*(1), 17-20. https://doi.org/10.1259/dmfr/24148363

Singh, R. K., Kumar, R., Pandey, R. K., & Singh, K. (2012). Dental lamina cysts in a newborn infant. *BMJ Case Reports*, *2012*, bcr2012007061. https://doi.org/10.1136/bcr-2012-007061

Slootweg, P. J. (2009). Lesions of the jaws. *Histopathology*, *54*(4), 401-418. https://doi.org/10.1111/j.1365-2559.2008.03097.x

Soluk-Tekkeşin, M., & Wright, J. M. (2018). The World Health Organization Classification of Odontogenic Lesions: A Summary of the Changes of the 2017 (4th) Edition. *Turk Patoloji Dergisi*, *34*(1). https://doi.org/10.5146/tjpath.2017.01410

Talukdar, M., Kumar, A., Goenka, S., Mahajani, M., Ambhore, M. P., & Tattu, V. D. (2020a). Management of radicular cyst in deciduous molar: A case report. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, *9*(2), 1222-1225. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1147_19

Talukdar, M., Kumar, A., Goenka, S., Mahajani, M., Ambhore, M., & Tattu, V. (2020b). Management of radicular cyst in deciduous molar: A case report. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, *9*(2), 1222. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1147_19

Wang, L. L., & Olmo, H. (2025). Odontogenic Cysts. Içinde *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Geliş tarihi gönderen http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK574529/

White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). *Oral Radiology: Principles and Interpretation* (C. 7). Elsevier Health Sciences.

Wright, J. M., & Vered, M. (2017). Update from the 4th Edition of the World Health Organization Classification of Head and Neck Tumours: Odontogenic and Maxillofacial Bone Tumors. *Head and Neck Pathology*, *9*(1), 203-260. https://doi.org/10.1007/s12105-017-0794-1

Yahara, Y., Kubota, Y., Yamashiro, T., & Shirasuna, K. (2009). Eruption prediction of mandibular premolars associated with dentigerous cysts. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *108*(1), 28-31. https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.02.001

Yilmaz, B., & Yalcin, E. D. (2021). Retrospective evaluation of cone-beam computed tomography findings of odontogenic cysts in children and adolescents. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, *24*(1), 93-99. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_46_20

CHAPTER 16

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE YER TUTUCULAR

Güldeste AYDIN[1]
Mehmet Sinan DOĞAN[2]

Giriş

Süt dişleri, çocukların büyüme ve gelişiminin yanı sıra konuşma, çiğneme, görünüm ve aynı zamanda daimi dişlere rehberlik etme ve ağız içine sürmesi konusunda rol oynar (Adak, Saha, Sarkar, Saha, & Pal, t.y.). Çeşitli nedenlerden dolayı (çürük, travma, ektopik erüpsiyon vs.) meydana gelen erken süt dişi kayıpları, pedodonti alanında en yaygın görülen problemlerden biridir (Bhatia & Dhanotra, 2021).

[1] Arş. Gör., Harran Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği A.B.D., Şanlıurfa/Türkiye, 0009-0005-3701-630X, guldesteaydin@harran.edu.tr
[2] Prof. Dr., Harran Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği A.B.D., Şanlıurfa/Türkiye, 0000-0002-3089-1305, drmsdogan@harran.edu.tr

Erken Kaybedilen Süt Dişlerinin Meydana Getirdiği Dental Problemler

Bir diş, dental ark içerisindeki doğru konumunu bir dizi kuvvetin etkisiyle korur. Bu kuvvetlerden herhangi birinde yaşanacak bir değişiklik, dişin komşu dişlerle olan ilişkisini değiştirir ve zamanla dişlerde yer değiştirmeye sebep olur (Vsn, 2017). Süt dişlerinin erken kaybı, süt ve daimi dişler arasındaki uyumsuzluğa ek olarak süt ve daimi dişlerin anormal mesial ve distal hareketleri sebebiyle dental arkta değişikliklere yol açar. Bu değişiklikler, kapanış ilişkilerinde bozukluğa, daimi dişin gömülü halde kalmasına, dişlerde çapraşıklığa, rotasyona ve karşıt arktaki dişin supraerüpsiyonuna sebep olur. Bu nedenle dişsiz boşluğun etkili bir şekilde korunması, bu olumsuz etkileri önlemek veya ortadan kaldırmak için gereklidir (Seraj, Jabbarian, & Batebi, t.y.).

Yer Tutucular

Yer tutucular, süt dişlerinin erken kaybından sonra doğal boşluğu koruyan mekanik bir apareydir (Khanna, Rao, Panwar, Pawar, & Ameen, 2021). Ark uzunluğunun korunması, oklüzal düzlemlerin yönetimi, ortodontik tedavi ihtiyacının azaltılması, estetiği tekrar kazandırmak, kötü ağız alışkanlıklarının önlenmesi ve kaybedilen dişlerin çocuk üzerinde yaratacağı olumsuz psikolojik etkileri önlemek gibi amaçlarla kullanılabilir (Subhashree Samal, 2020). Önleme, aktif ortodontik tedaviye en iyi alternatif olmakla birlikte, orofasiyal yapıların normal fonksiyonunu korumasını ve kraniofasiyal büyümenin desteklenmesini sağlar (Vsn, 2017). Bu konuda dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de yer kaybının, süt dişi çekiminin ardından takip eden ilk üç ila altı ay içinde maksimuma ulaşmasıdır. Bu nedenle diş kaybından sonraki bir ay içinde yer tutucunun yerleştirilmesi önemlidir (AboulAzm, Sharaf, Dowidar, & AbdelHakim, 2023)

Yer tutucuların endikasyonları (Adak vd., t.y.; Singh, 2018).

• Çekim boşluğuna komşu diş/dişlerin devrilmesine bağlı olarak alan darlığı meydana gelmesi ön görülen boşlukların bulunması,

• Tek taraflı süt diş/dişlerinin kaybına bağlı olarak orta hat kayması olasılığının olduğu durumlar,

• Oluşan boşluğun üzerinde en az 1 mm kemik dokusu bulunan durumlar,

• Yerini alacak daimi dişin sürmesine uzun bir zaman olan durumlar,

• Anterior bölge süt dişlerinin erken kaybında estetiği yeniden kazandırmak veya kötü alışkanlıkların önlenmesini sağlamak, arka bölge süt işleri kayıplarında çiğneme fonksiyonunu kazandırma ihtiyacı olan durumlar

Yer tutucuların kontrendikasyonları (Singh, 2018; Subhashree Samal, 2020)

• Sürmekte olan daimi dişin üzerinde kemik örtüsü bulunmadığı durumlar,

• Sürmekte olan daimi dişin kök gelişimi 2/3 oranında tamamlandığı durumlar,

• Ardıl dişin bulunmadığı ve boşluğun kapatılması gereken durumlar,

• Oluşan boşluk, boşluğa gelecek olan daimi dişin kronunun mesio-distal çapından daha küçük olduğu durumlar,

• Hasta ve ebeveyn kooperasyonu sağlanamadığı durumlar,

• Oral hijyenin ve motivasyonun sağlanamadığı hastalar

Yer tutucularda bulunması gereken özellikler (Subhashree Samal, 2020).

• Diş kaybı nedeni ile oluşan mesio-distal mesafeyi korumak,

• Fonksiyonu devam ettirmek ve daimi dişin sürmesine engel olmamak, karşıt dişin aşırı sürmesini engellemek,

• Okluzal kuvvetlere ve ağız içi sıvılara dayanıklı olmak,

• Kolay üretilebilir ve kolay kullanılabilir olmak,

• Kullanım sırasında kolay temizlenebilir olmak,

• Destek alınan dişlerde herhangi bir ekstra kuvvete yol açmamak

Yer tutucuların sınıflandırılması

Yer tutucular, basitçe sabit ve hareketli olmak üzere iki sınıfta incelenmektedir. Tek taraflı veya çift taraflı diş kayıplarına göre tasarlanacak olan apareyin türü değişmektedir. Sabit veya hareketli aparey kullanımına karar verirken hastanın yaşı ve tedaviye olan uyumu, dental gelişim evresi, kaybedilen diş sayısı, oklüzyonun durumu ve etkilenen dental ark gibi kriterler değerlendirilmelidir (Bhatia & Dhanotra, 2021) (Tablo 1).

Tablo 1. Yer Tutucuların Sınıflandırılması

Kullanım durumlarına göre	Fonksiyonuna göre	Uygulanan kuvvete göre
Sabit yer tutucular	Fonksiyonel yer tutucular	Aktif yer tutucular
Hareketli Yer tutucular	Fonksiyonel olmayan yer tutucular	Pasif yer tutucular

Kaynak: (Albati vd., 2018)

Sabit yer tutucular (Ramakrishnan, Dhanalakshmi, & Subramanian, 2019)

1. Tek taraflı diş kayıplarında uygulanan yer tutucular

a. Band-loop yer tutucular

b. Kron loop yer tutucular

c. Distal uzantılı aparey

d. EZ yer tutucular

e. Fiber ile güçlendirilmiş kompozit rezinle uygulanan yer tutucular

2. Çift taraflı diş kayıplarında uygulanan yer tutucular

   a. Transpalatal ark

   b. Nance apareyi

   c. Lingual ark

Hareketli yer tutucular (Watt vd., 2018)

a. Yapay diş eklentisi bulanan yer tutucular

b. Yapay diş eklentisi bulunmayan yer tutucular

Sabit Yer Tutucular

Pedodonti alanında en sık kullanılan sabit yer tutucu çeşidi band-loop yer tutucudur. Uygulanmasının kolay olması, etkisinin güçlü olması ve karışık dişlenme dönemine uyum sağlaması açısından altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak bu yer tutucunun yapım aşamasının çoklu seans ve teknik hassasiyet gerektirmesi, band ve loop arasındaki bağlantının zamanla kırılma riski, desimantasyon, bandın diş etine gömülmesi ve band çevresinde çürük oluşum riski, komşu dişlerin devrilmesi ve rotasyona uğraması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır (AboulAzm vd., 2023). Ancak araştırmacılar, bu dezavantajları sınırlamak için tek seansta

hazırlanıp uygulanabilecek yeni yer tutucu çeşitleri geliştirmiştir (Cengiz & Karayilmaz, 2024). Bunlara; prefabrik yer tutucular, fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin Ribbond® ve Everstick yer tutucular ve bilgisayar destekli üretim teknolojisi (CAD/CAM) kullanılarak üretilen yer tutucular örnek verilebilir (Kargul, Caglar, & Kabalay, 2003, 2005; Zarean, Zarean, Sendi, & Neuhaus, 2023).

Hareketli Yer Tutucular

Hareketli yer tutucuların ise tüm yer tutucu çeşitlerinin sağladığı avantajlara ek olarak tasarım ve üretim aşamasında deneyimli teknisyen ihtiyacı, model üzerinde kroşe büküm aşamasının güç olması ve otopolimerizan rezinin polimerizasyon büzülmesine uğraması sonucu yer tutucunun doku yüzeyi ile mukoza arasındaki uyumun kaybolması riski gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle bu sorunları giderebilmek amacıyla daha pratik ve hızlı tasarım ve üretim yöntemlerine ihtiyaç duyulur (Guo, Wang, Zhao, & Liu, 2020a). Bilgisayar destekli tasarım/ üretim (CAD/CAM) teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, üretim hassasiyeti daha yüksek olan hareketli yer tutucular elde etmek mümkün hale gelmiştir. Bu yer tutucular, daha hafif ve stabil sonuçlar sağlayan polimetilmetakrilat (PMMA) veya akrilik reçine gibi malzemelerden yapılıyor olmakta olup, büyüme gelişim sırasında herhangi bir değişiklik olması durumunda, üzerinde kolaylıkla değişiklik yapılmasına izin verebilmektedir (Zarean vd., 2023). Dijital dosyalar hazır halde depolandıkları için yeniden basılarak üretilebilmeleri dahi mümkündür (Krishnamurthy, Singh, & Mistry, 2021).

Olası Komplikasyonlar ve Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Yer tutucular, genellikle kullanımı güvenli olarak kabul edilse dahi, çeşitli potansiyel risk faktörleri taşımakta olup, hasta ve hekim iş birliği gerektirmektedir. Başlıca komplikasyonlar arasında enfeksiyon riskinde artış, diş çürükleri, plak birikiminde artış; lokal ağrı ve rahatsızlık, yumuşak dokuda tahribat; istenmeyen diş

hareketleri; apareyin kırılması, kaybolması veya yerinden çıkması bulunmaktadır (Barve, Padawe, & Takate, 2025)

Enfeksiyon, en sık karşılaşılan ve en ciddi komplikasyonlardan biridir. Hem sabit, hem hareketli yer tutucuların ağız boşluğundaki mikroorganizma artışı riskini önemli ölçüde arttırmaktadır ve periodontal indeks skorlarını yükseltmektedir (Albati vd., 2018). Sabit yer tutucu kullanan hastalarda Enterococcus Feacalis enfeksiyonlarına sık rastlanırken, hareketli yer tutucu kullanan hastalarda Candida enfeksiyonlarına daha sık rastlanılmaktadır (Arikan, Kizilci, Ozalp, & Ozcelik, 2015). Yer tutucuların, özellikle, band-loop ve lingual ark, gingival mukozayla doğrudan temas eden yüzeyleri, yumuşak doku baskısı sebebiyle ülserasyon, kanama ve ağrı gibi komplikasyonlara yol açmaktadır. Ayrıca gingival hiperplazi de bu problemlere ek olarak gösterilebilir (Chandra, Krishnamoorthy, Johnson, & Prabhu, 2018). Tüm bu komplikasyonlar, önlenebilir olmakta olup hem sabit hem de hareketli yer tutucu kullanan hastalar yakından izlenmelidir. (Arikan vd., 2015)

Hasta yakınları, diş çürüğü ve periodontal hastalık riskleri açısından bilgilendirilmeli, ağzı hijyeni eğitimleri verilmelidir (Arikan vd., 2015). Ağız hijyeninin öneminin yanı sıra apareylerin doğru temizliğinin enfeksiyon riskini azaltmada büyük rol oynadığı belirtilmelidir. Sert gıdalar çiğnemenin ve yapışkan gıdaların tüketiminin apareylerin gevşemesi veya kırılmasına yol açacağı vurgulanmalıdır (Albati vd., 2018a). Genel olarak, hastalar apareylerinin sağlamlığının kontrol edilmesi ve daimi dişlerin gelişim ve sürme aşamalarının izlenmesi amacıyla 6 ayda bir kontrollere çağırılmalıdır. Kontrol randevularında ağız hijyeni, apareyde aşınma belirtileri, apareyin ve parçaların bütünlüğü, daimi dişlerin sürmesi kontrol edilmelidir. Daimi dişler sürmeye başladığında ise yer tutucu, bir bant sökücü yardımıyla çıkarılabilir (Watt vd., 2018).

Yer Tutucuların Yapımında Kullanılan Materyaller

Geleneksel yöntemlerle hazırlanacak olan tutucuların yapım aşamaları; yapım şekline ve kullanım amacına göre farklılık göstermektedir. Band-loop, kron loop, distal uzantılı aparey, lingual ark, transpalatal ark ve Nance apareyi tasarımları için ilk aşama bant veya kron seçimi olacaktır. Ardından seçilen bant veya kronun bir ölçü maddesiyle, ağız içi ölçü alınarak ölçüye aktarılması aşaması gelmektedir. Devamında bir model üretim süreci, yer tutucunun üretimi ve son aşama olarak yer tutucunun simantasyonu yer almaktadır (Albati vd., 2018b).

Geçmişten günümüze diş hekimliğinde en sık kullanılan ölçü maddelerinden biri olan aljinat, yer tutucuların ölçü aşamasında da sıkça kullanılmaktadır. Ancak aljinatla alınan ölçülerin kolay deforme olması, zamanla bozulması gibi problemlerle sıkça karşılaşılmaktadır. Yanı sıra, kooperasyon sağlanamayan, endişeli veya öğürme refleksi bulunan hastalarda kullanımı oldukça güçtür (Vij & Reddy, 2020).

Yer tutucuların yapımında, alınan ölçülerden model elde etme aşamasında en sık kullanılan malzeme ise alçıdır. Alçı maddesiyle elde edilen modeller ebatları, kırılgan yapıya sahip olmaları, kayıp riskleri ve üretim sırasında yaşanan zorlukları sebebiyle bazı dezavantajlara sahiplerdir (Yilmaz & Aydin, 2019a).

İntraoral Tarayıcılar

Günümüzde kullanımı yaygınlaşan intraoral tarayıcılar, hasta güveni, iş birliğini ve aynı zamanda çalışma verimliliğini arttıran, uzun vadede maliyetleri azaltan bir teknoloji haline gelmektedir (Bhatia & Dhanotra, 2021). Pedodonti alanında intraoral tarayıcıların kullanımı, tarama sırasında ara verilerek çocuk hastalarla iş birliğini arttırma konusunda yardımcı olmakla birlikte gerçek zamanlı görsellerle çocuğun merak duygusunun artmasına katkıda bulunmaktadır. Aspirasyon veya yutma riskini ortadan

kaldırarak daha konforlu ve güvenli bir tedavi imkanı sunmaktadır. Aynı zamanda verilerin dijital ortamda saklanması, geleneksel yöntemlere göre depolama ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır (Zarean vd., 2023)

Dijital ve geleneksel yöntemlerle alınan ölçüler, süreç içerisinde farklı aşamalarda birbirine üstünlük göstermesine rağmen, her iki yöntemde de ölçü alma süresi açısından benzer bulunmuştur. Ancak VAS skoru kullanılarak ölçü yöntemlerinin konforu ele alındığında, dijital ölçü yönteminin daha fazla tercih edildiği ortaya çıkmıştır. Ölçü yöntemi tercihi anketi yapıldığında ise çocukların çoğunun dijital yöntemi tercih ettiği bildirilmiştir (Tablo 2) (Yilmaz & Aydin, 2019b).

Tablo 2: Hastalara iki ölçü yöntemi hakkında yapılan anketin soruları ve sonuçları

Questions	Digital (%)	No preference (%)	Conventional (%)
Which impression technique do you choose if you take another impression?	75.0	17.9	7.1
Which of the two impression methods was more comfortable?	82.1	10.7	7.1
Which impression method did you think took more time?	32.1	3.6	64.3
Which impression method did you become more stressed?	3.6	7.1	89.3

Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojisi

Bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM), 1980'lerden beri kullanılmaktadır. Günümüzde ise, başta protetik diş tedavileri olmak üzere, birçok kullanım alanı bulunmakla birlikte pedodontide de büyük başarılar göstermektedir. Hasta kooperasyonunu büyük ölçüde arttırması ve tedavilerin kabulünü kolaylaştırması gibi önemli avantajlara sahip olan bu teknolojiyle estetik ve fonksiyon açısından başarılı restorasyonlar planlanabilmektedir (Bhatia & Dhanotra, 2021; Guo, Wang, Zhao,

& Liu, 2020b). Literatürde de CAD/CAM teknolojisinin çocukluk çağında süt ve daimi dişlerde kullanıma ilişkin bir çok araştırma mevcuttur (Georgieva vd., 2017).

Özellikle maliyet faktörü, laboratuvar desteği gereksinimi ve üretim sürecindeki uzmanlık ihtiyacı bu teknolojinin kullanımını sınırlamakta olsa da uzun vadede sağladıkları avantajlar göz önünde bulundurulduğunda bu dezavantajları dengeleyebileceği düşünülmektedir (Dhanotra & Bhatia, 2021).

CAD/CAM veya 3D baskı yöntemleriyle biyouyumlu malzemeler kullanılarak üretilen yer tutucuların "Dijital Yer Tutucular" olarak adlandırılır. Bu yer tutucuların geleneksel olarak üretilenlere alternatif olabilmenin yanı sıra yüksek dayanıklılık, pürüzsüz yüzeyler, hızlı üretim süreci, hafiflik, diş eti travması yaratmaması gibi avantajları bulunmaktadır. (Bhatia & Dhanotra, 2021).

Dijital Ölçülerle Üretilen Yer Tutucular

İntraoral tarayıcılarla ölçü alımının ardından oluşturulan dijital modellerden yer tutucu elde etme aşamasında iki yöntem bulunmaktadır. Bunlardan ilki; modellerin basılarak geleneksel yöntemlerle devam edilmesi, ikincisi ise tamamen dijital yöntemlerin kullanılmasıdır. (Guo vd., 2020b)

Geleneksel yöntemlerle devam eden üretim sürecinin klinik ve prosedürel zorukları nedeniyle alternatif 3D baskılı yer tutucuların kullanımı önerilmiş ve belgelenmiştir (Zarean vd., 2023). 3D baskı yöntemiyle veya fiziksel modelin oluşturulma süreci, CAD/CAM teknolojisi ile STL formatında tasarım oluşturma aşaması ile başlar. Üretilen tasarım 3D yazıcıda, model, katman katman hazırlanarak yatay kesitlere ayırma işleminden geçirilir. Ardından yer tutucu eklemeli üretim yöntemiyle oluşturulur (Yangdol vd., 2023).

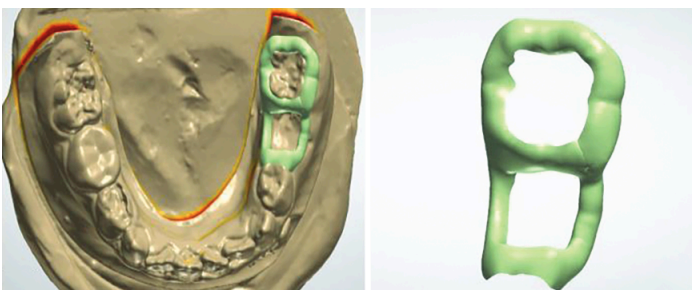
Dijital Yer Tutucuların Üretiminde Kullanılan Materyaller

Günümüzde, 3D baskı yöntemleri kullanılarak üretilmiş yer tutucularla ilgili çalışmaların sayısı giderek artmaktadır. Pawar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre; titanyum bazlı metal tozları kullanılarak 3D baskı yöntemiyle üretilen yer tutucuların, geleneksel band-loop yer tutuculara kıyasla maksimum teknik hassasiyet gösterdiği ve en az hata oranına sahip olduğu raporlanmıştır (Pawar, 2019).

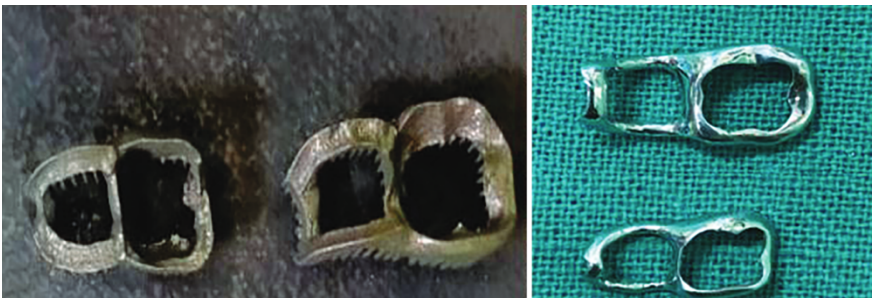
Seçici Lazer Sinterleme teknolojisi kullanılarak üretilen metal 3D baskılı yer tutucuların bant uyumunun, geleneksel yöntemlerle üretilenlere kıyasla aralarında önemli bir fark bulunmamaktadır, bunun yanı sıra, kobalt-kronyum (CoCr) ve titanyum alaşımları gibi baskılanabilir metal tozlarından üretilen yer tutucuların, esnek olmaması, estetik açıdan yetersiz olması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Tokuc & Yilmaz, 2022).

3D baskı yöntemiyle özel gereksinimli çocuklarda band-loop yer tutucu planması yaparak, titanyuma kıyasla maliyeti daha düşük biyouyumlu bir materyal olması gerekçesiyle kobalt-kronyum (CoCr) alaşımını tercih edilmiştir (Resim 1-3). Bu yöntemin, özel gereksinimli hastalarda çalışma süresini düşürme, kullanılan alet ve malzeme sayısını azaltma gibi avantajları bulunmaktadır (Yangdol vd., 2023).

Resim 1: 3 boyutlu tasarım



Resim 2: 3D baskılı CoCr yer tutucunun pre-final ve final görüntüsü



Resim 3: Post-operatif intraoral görüntü



Alternatif Yaklaşımlar

Pedodonti alanında, estetik kaygılar ve metal alerjileriyle birlikte meydana gelebilecek komplikasyonlar sebebiyle, yer tutucuların üretiminde metalsiz materyallere olan talep giderek artmaktadır (Maekawa vd., 2015).

1978'den beri ticari olarak kullanılan Polietereeterketon (PEEK), yarı kristal bir polimer olup, üç fenil halkası, bir keton grubu ve iki ester grubunun tekrar eden birimlerinden oluşur (AboulAzm vd., 2023). PEEK, metal içerikli olmayan, yüksek

sıcaklıklarda dahi mükemmel mekanik özelliklerini koruyabilmekte olan, radyolüsent, rijid bir materyaldir. Biyouyumlu ve düşük plak afinitesine sahip olması sebebiyle, diş hekimliğinde birçok alanda kullanımı yaygın hale gelmeye başlamıştır. Dental implanlar, endokronlar, sabit diş protezleri, protez iskeleleri, maksillofasiyal protezler, ortodontik tel ve retansiyon apareylerinin yanı sıra yer tutucu apareylerin yapımında da kullanılmaktadır (Akay & Ersöz, 2020).

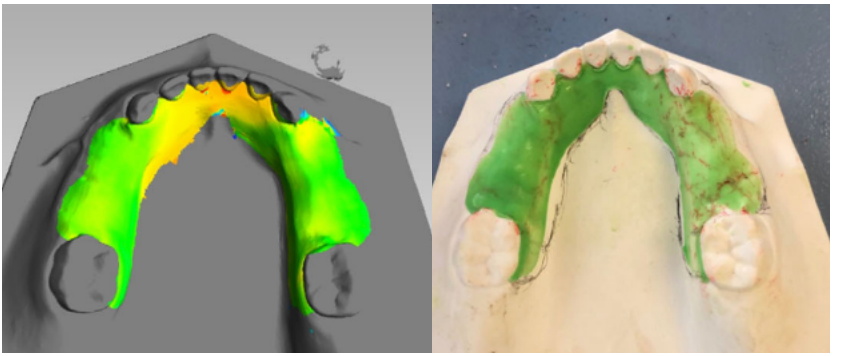
PEEK materyalinden band-loop, hareketli yer tutucu ve lingual ark üretilmiştir. Hasta geri bildirimlerine göre; PEEK içerikli yer tutucuların rahat ve kolay temizlenebilir olduğu raporlanmıştır. Özellikle, kırılma ve desimentasyon vakası bildirilmemiş olup, dayanıklı ve güvenilir bir materyal olduğu belirtilmiştir (Ierardo vd., 2017).

PEEK materyali ve frezleme teknolojisi kullanılarak yapılan hareketli yer tutucunun mukozal uyumunun, geleneksel yöntemlerle yapılan yer tutuculardan daha üstün olduğu gösterilmiştir (Resim 4,5) (Şekil 1) (Guo vd., 2020a).

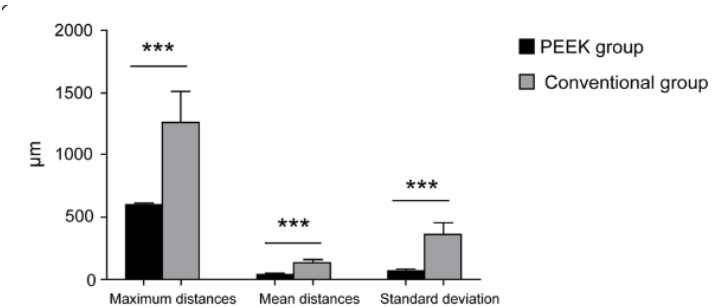
Resim 4: PEEK materyalinden üretilen hareketli yer tutucu ve geleneksel yöntemlerle üretilen hareketli yer tutucunun model üzerindeki görüntüsü



Resim 5: Dijital ve geleneksel model film verileri



Şekil 1: PEEK malzemesi kullanılan grup ile geleneksel yöntem ve malzeme kullanılan grup arasında ölçülen maksimum mesafe, ortalama mesafe ve standart sapma değerleri



PEEK materyali ile üretilen yer tutucuların, (Resim 6) geleneksel yöntemlerle üretilen yer tutucular kadar klinik başarısı olduğu, gingival sağlığı olumsuz yönde etkilemediği ve hasta konforu açısından avantaj sağlayabileceği bildirilmiştir (AboulAzm vd., 2023).

Resim 6: PEEK materyalinden üretilen yer tutucunun intraoral görünümü



Sonuç olarak, CAD/CAM ve 3D baskı teknolojisiyle üretilen yer tutucuların giderek daha önemli bir yer edindiği ve bu konuda büyük bir ilerleme kaydedildiği çalışmalarca gözlemlenmektedir. Dijital ölçülerin sunduğu konfor, üretimin sunduğu hassasiyet ve tekrarlanabilirlik, kişiselleştirilmiş apareylerin daha güvenilir ve uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır. Ancak, pedodonti alanında, 3D baskı ile üretilen yer tutucuların biyomekanik özellikleri, biyouyumluluğu ve hasta konforu üzerindeki etkilerini değerlendirecek olan daha fazla klinik ve laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecekte yapılacak olan çalışmalar, düşük maliyetli malzemelerle yüksek performans elde edilmek üzere planlanmalıdır. Bu çalışmalar, pedodonti alanında dijital üretim süreçlerinin geleceğini şekillendirebilir ve hekimlere alternatif yeni metodlar sunabilir, hekimler dijital çağın sunduğu avantajları günlük uygulamalarda daha sık kullanabilmelidir.

Kaynakça

AboulAzm, N., Sharaf, A., Dowidar, K., & AbdelHakim, A. (2023). Effectıveness Of Cad/Cam Peek Fabricated Space Maintainer In Children: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Alexandria Dental Journal*, *48*(2), 203-210. https://doi.org/10.21608/adjalexu.2022.147409.1292

Adak, D. A., Saha, S., Sarkar, S., Saha, D. N., & Pal, D. S. (t.y.). *Space Maintainers In Pediatric Dentistry - A Review*.

Akay, C., & Ersöz, M. B. (2020). PEEK in dentistry, properties and application areas. *International Dental Research*, *10*(2), 60-65. https://doi.org/10.5577/intdentres.2020.vol10.no2.6

Albati, M., Showlag, R., Akili, A., Hanafiyyah, H., AlNashri, H., Aladwani, W., … Almutairi, A. (2018a). Space maintainers application, indication and complications. *International Journal Of Community Medicine And Public Health*, *5*(11), 4970. https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20184251

Albati, M., Showlag, R., Akili, A., Hanafiyyah, H., AlNashri, H., Aladwani, W., … Almutairi, A. (2018b). Space maintainers application, indication and complications. *International Journal Of Community Medicine And Public Health*, *5*(11), 4970. https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20184251

Arikan, V., Kizilci, E., Ozalp, N., & Ozcelik, B. (2015). Effects of Fixed and Removable Space Maintainers on Plaque Accumulation, Periodontal Health, Candidal and *Enterococcus Faecalis* Carriage. *Medical Principles and Practice*, *24*(4), 311-317. https://doi.org/10.1159/000430787

Barve, K., Padawe, D., & Takate, V. (2025). Effects of Prefabricated Versus Conventional Band and Loop Space Maintainers on Wound Healing, Plaque Accumulation, and Gingival Health of the Abutment Tooth: A Split-Mouth Randomized Controlled Trial. *Cureus*, *17*(3), e80308. https://doi.org/10.7759/cureus.80308

Bhatia, R., & Dhanotra, K. G. (2021). Digitainers—Digital Space Maintainers: A Review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *14*(S1), S69-S75. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2040

Cengiz, A., & Karayilmaz, H. (2024). Comparative evaluation of the clinical success of 3D-printed space maintainers and band–loop space maintainers. *International Journal of Paediatric Dentistry*, *34*(5), 584-592. https://doi.org/10.1111/ipd.13159

Chandra, H. S., Krishnamoorthy, S. H., Johnson, J. S., & Prabhu, S. (2018). ILL effects of Conventional band and loop space maintainers: Time to revolutionise. *International Dental & Medical Journal of Advanced Research - VOLUME 2015*, *4*(1), 1-3. https://doi.org/10.15713/ins.idmjar.83

Dhanotra, K. G., & Bhatia, R. (2021). Digitainers-Digital Space Maintainers: A Review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *14*(Suppl 1), S69-S75. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2040

Georgieva, M., Dimitrov, E., Andreeva, R., Nikolova, T., Borisov, B., & Sabeva, E. (2017). Use of CAD/CAM technologies in pediatric dentistry. *Scripta Scientifica Medicinae Dentalis*, *3*(2), 23. https://doi.org/10.14748/ssmd.v3i2.4306

Guo, H., Wang, Y., Zhao, Y., & Liu, H. (2020a). Computer-aided design of polyetheretherketone for application to removable pediatric space maintainers. *BMC Oral Health*, *20*(1). https://doi.org/10.1186/s12903-020-01184-6

Guo, H., Wang, Y., Zhao, Y., & Liu, H. (2020b). Computer-aided design of polyetheretherketone for application to removable pediatric space maintainers. *BMC Oral Health*, *20*(1), 201. https://doi.org/10.1186/s12903-020-01184-6

Ierardo, G., Luzzi, V., Lesti, M., Vozza, I., Brugnoletti, O., Polimeni, A., & Bossu, M. (2017). Peek polymer in orthodontics: A pilot study on children. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, e1271-e1275. https://doi.org/10.4317/jced.54010

Kargul, B., Caglar, E., & Kabalay, U. (2003). Glass fiber reinforced composite resin space maintainer: Case reports. *Journal of Dentistry for Children (Chicago, Ill.)*, *70*(3), 258-261.

Kargul, B., Caglar, E., & Kabalay, U. (2005). Glass fiber-reinforced composite resin as fixed space maintainers in children: 12-month clinical follow-up. *Journal of Dentistry for Children (Chicago, Ill.)*, *72*(3), 109-112.

Khanna, S., Rao, D., Panwar, S., Pawar, B. A., & Ameen, S. (2021). 3D Printed Band and Loop Space Maintainer: A Digital Game Changer in Preventive Orthodontics. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *45*(3), 147-151. https://doi.org/10.17796/1053-4625-45.3.1

Krishnamurthy, D., Singh, R., & Mistry, G. (2021). Interim three-dimensional printed overlay prosthesis for an adolescent patient with oligodontia. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, *21*(3), 304. https://doi.org/10.4103/jips.jips_43_21

Maekawa, M., Kanno, Z., Wada, T., Hongo, T., Doi, H., Hanawa, T., … Uo, M. (2015). Mechanical properties of orthodontic wires made of super engineering plastic. *Dental Materials Journal*, *34*(1), 114-119. https://doi.org/10.4012/dmj.2014-202

Pawar, B. (2019). Maintenance of space by innovative three-dimensional-printed band and loop space maintainer. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, *37*(2), 205. https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_9_19

Ramakrishnan, M., Dhanalakshmi, R., & Subramanian, E. M. G. (2019). Survival rate of different fixed posterior space maintainers used in Paediatric Dentistry—A systematic review. *The Saudi Dental Journal*, *31*(2), 165-172. https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.02.037

Seraj, B., Jabbarian, R., & Batebi, M. (t.y.). Space maintenance in pediatric dentistry: Concepts and methods.

Singh, P. H. (2018). Simplify your space maintenance with the new H-appliance: A case report. *International Journal of Medical and Dental Case Reports*, *5*(1), 1-3. https://doi.org/10.15713/ins.ijmdcr.119

Subhashree Samal. (2020). Space Maintainer: A Review. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, *14*(4), 9222-9225. https://doi.org/10.37506/ijfmt.v14i4.13189

Tokuc, M., & Yilmaz, H. (2022). Comparison of fit accuracy between conventional and CAD/CAM-fabricated band–loop space maintainers. *International Journal of Paediatric Dentistry*, *32*(5), 764-771. https://doi.org/10.1111/ipd.12955

Vij, A. A., & Reddy, A. (2020). Using digital impressions to fabricate space maintainers: A case report. *Clinical Case Reports*, *8*(7), 1274-1276. https://doi.org/10.1002/ccr3.2848

Vsn, V. (2017). The Prevention of Malocclusions. *Open Access Journal of Dental Sciences*, *2*(4). https://doi.org/10.23880/oajds-16000140

Watt, E., Ahmad, A., Adamji, R., Katsimbali, A., Ashley, P., & Noar, J. (2018). Space maintainers in the primary and mixed dentition – a clinical guide. *British Dental Journal*, *225*(4), 293-298. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.650

Yangdol, P., Kalra, N., Tyagi, R., Khatri, A., Sabherwal, P., & Goyal, T. (2023). Three-dimensional Printing Technology: Patient-friendly and Time-saving Approach for Space Management in an Autistic Child in COVID-19 Times. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *16*(Suppl 3), 321-326. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2702

Yilmaz, H., & Aydin, M. N. (2019a). Digital versus conventional impression method in children: Comfort, preference and time. *International Journal of Paediatric Dentistry*, *29*(6), 728-735. https://doi.org/10.1111/ipd.12566

Yilmaz, H., & Aydin, M. N. (2019b). Digital versus conventional impression method in children: Comfort, preference and time. *International Journal of Paediatric Dentistry*, *29*(6), 728-735. https://doi.org/10.1111/ipd.12566

Zarean, P., Zarean, P., Sendi, P., & Neuhaus, K. W. (2023). Advances in the Manufacturing Process of Space Maintainers in Pediatric Dentistry: A Systematic Review from Traditional Methods to 3D-Printing. *Applied Sciences*, *13*(12), 6998. https://doi.org/10.3390/app13126998

CHAPTER 17

PEDİATRİK YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE SIK GÖZLENEN AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI SORUNLARI

İsmet Rezani TOPTANCI[1]
Muhammet ASENA[2]

Giriş

Pediatrik yoğun bakım Ünitelerinde (PBYÜ) tedavi gören kritik hastalarda, sistemik hastalık, tedavi rejimleri ve yoğun bakım uygulamaları nedeniyle çok sayıda ağız sağlığı problemi ortaya çıkmaktadır. En yaygın sorunlardan biri, hızlı bir şekilde gelişen diş plağı birikimi ve oral bakteri çoğalmasıdır. Literatürde, oral hijyenin düzenli sağlanmadığı durumlarda çocuk hastaların diş yüzeylerinde yoğun miktarda bakteri plağı ve diş eti iltihabı geliştiği gösterilmiştir (Franklin, Senior, James, & Roberts, 2000; Johnstone, Spence, & Koziol-McClain, 2010). Bu plaklar, yalnızca mekanik rahatsızlık yaratmaz; aynı zamanda yoğun bakımda yaygın görülen patojenlerin (örneğin *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*)

[1]Dr. Öğrt. Üy, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0003-2298-9617,ismettoptanci@gmail.com
[2]Doç. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi,Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları , Orcid: 0000-0002-0033-8672, masena_21@hotmail.com

kolonizasyonuna uygun bir zemin oluşturur. Bu mikroorganizmalar, entübasyon süresince aspirasyon yoluyla alt solunum yollarına ulaşarak Ventilatörle İlişkili Pnömoni (VAP) gelişimine neden olabilir (Brennan et al., 2004; Jerônimo, Abreu, Cunha, & Lima, 2020). Bunun yanında, Oral Mukozal Kuruluk (Xerostomi), mekanik ventilasyon ve yüksek akımlı oksijen tedavisi gibi nedenlerle sıklıkla görülür. Bu durum, dudaklarda çatlaklara, dilde kuruluğa, mukozada fissürlere ve oral yaralara yol açabilir. Aynı zamanda, tükürüğün doğal antimikrobiyal bileşenlerinin (lizozim, laktoferrin, IgA gibi) azalması, oral enfeksiyonlara karşı koruma zafiyetine neden olur (Aelami, Lotfi, & Zingg, 2014; Gershonovitch, Yarom, & Findler, 2020). Sedasyon ve antikolinerjik ilaçlar da tükürük salgısını baskılayarak mukozal yüzeylerin nemsiz kalmasına neden olur (Zhang, Li, Worthington, & Hua, 2020). Oral kandidiyazis (pamukçuk), özellikle yenidoğanlar ve bağışıklık sistemi baskılanmış çocuklarda sık görülen bir mantar enfeksiyonudur. Geniş spektrumlu antibiyotik kullanımı, bağışıklık düşüklüğü ve tükürük azlığı, bu çocuklarda *Candida albicans* kolonizasyonunu kolaylaştırır (Vainionpää, Tuomi, Kantola, & Anttonen, 2019). Bununla birlikte, oral mukozit, özellikle kemoterapi veya radyoterapi alan hastalarda ağrılı ülserasyonlara neden olabilir ve beslenme, konuşma, hatta ventilasyonun tolerasyonunu olumsuz etkileyebilir (Peterson et al., 1992). Diğer sık görülen bulgular arasında diş eti kanaması, spontane mukoza kanamaları, ağız kokusu ve oral ülserler yer alır. Ayrıca, bazı çocuklar önceden var olan çürükler veya periodontal hastalıklarla PYBÜ'ye yatırılmış olabilir. Bu sorunlar, yoğun bakım süresince gözden kaçabilir veya kötüleşebilir. Özellikle ağrı, diş apsesi ya da ağız içi travmalar (entübasyon sırasında diş kırılması gibi) acil dental müdahale gerektirebilir. Bu nedenle, PYBÜ'ye kabulde kapsamlı bir oral değerlendirme yapılması, hastaların mevcut durumlarının ortaya konulması açısından önemlidir.

1. Ağız Sağlığının Değerlendirilmesi

Çalışmalar arasında çok çeşitli ağız değerlendirme yaklaşımları tanımlanmıştır; bu da kritik hastalardaki çocuklar için evrensel bir aracın bulunmadığını ortaya koymaktadır. Birçok pediatrik yoğun bakım ünitesi (PYBÜ), standartlaştırılmış bir ölçek yerine, hemşirelerin informal değerlendirmelerine (dudaklar, ağız mukozası, dil, dişler ve tükürüğün görsel olarak incelenmesi) dayalı formları kullanmaktadır. Bazı çalışmalar, onkoloji veya erişkin yoğun bakım uygulamalarından uyarlanan araçları kullanmıştır. Örneğin, Düzkaya ve ark., Dünya Sağlık Örgütü'nün oral mukozit derecelendirme ölçeğini kullanarak PYBÜ hastalarında mukoza sağlığını değerlendirmiştir. Bu ölçek lezyonları 0 (yok) ile 4 (şiddetli ülserasyon) arasında derecelendirmektedir (Düzkaya, Uysal, Bozkurt, & Yakut, 2017). Başka bir çalışmada, orijinal olarak erişkin yoğun bakımlarında kullanılan Beck Oral Assessment Scale (BOAS) çocuklar için modifiye edilerek uygulanmıştır. BOAS, dudaklar, muköz membranlar, dil, dişler ve tükürük gibi kategorilere puan vererek genel bir ağız hijyeni skoru sağlar (Bozkurt & Eşer, 2024). Bir diğer yaklaşım Oral Assessment Guide (OAG)'dır. Bu rehber, oral dokular ve fonksiyonları 1–3 arasında derecelendirir; pediatrik onkolojide yaygın olarak kullanılmış ve bazı PYBÜ rehberlerinde tutarlılık amacıyla önerilmiştir (Bozkurt & Eşer, 2024; Ribeiro, Limeira, Dias de Castro, Ferreti Bonan, & Valença, 2017). Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde (YYBÜ) daha basit kontrol listeleri tercih edilmektedir; örneğin mukoza nemliliği, pamukçuk varlığı veya ağız travması değerlendirilir (Vainionpää et al., 2019). Öne çıkan bir örnek olarak, Glasgow PYBÜ kendi birime özgü bir ağız değerlendirme aracı geliştirmiştir. Hemşireler her vardiyada ağız durumunu puanlamakta ve bakımı buna göre uyarlamaktadır (Bozkurt & Eşer, 2024). Genel olarak, çeşitli araçlar mevcut olsa da hiçbiri kritik hasta çocuklarda evrensel olarak geçerlik kazanmamıştır. En iyi uygulama, ağız boşluğunun en az 12 saatte bir

(her hemşirelik vardiyasında bir kez), yüksek riskli hastalarda ise 4–6 saatte bir değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bulgular tedavi planını yönlendirmelidir (Bozkurt & Eşer, 2024; Fletcher, Hachey, & Doyle, 2024; Philip et al., 2019).

2. Ağız Hijyen Protokolleri ve Müdahaleler

Yoğun bakım ünitesinde yatan çocuk hastalarda ağız hijyenini korumaya veya yeniden sağlamaya yönelik müdahaleler; basit su ile temizlik ve aspirasyondan, çok bileşenli ağız bakım paketlerine kadar çeşitlilik göstermektedir. Pediatrik yoğun bakım ünitesinde (PYBÜ) yatan hastalarda ağız hijyenini korumaya veya yeniden sağlamaya yönelik müdahaleler, basit ağız bakım uygulamalarından (su ile temizlik ve aspirasyon) çok bileşenli ağız bakım paketlerine kadar uzanmaktadır:

2.1. Mekanik temizlik

Çoğu çalışma, dental plak ve sekresyonların mekanik olarak uzaklaştırılmasının önemini vurgulamaktadır. Dişi çıkmamış bebeklerde bu temizlik yumuşak gazlı bezler veya köpük çubuklarla yapılmaktadır. Örneğin, Fernández ve arkadaşlarının bir yenidoğan yoğun bakım ünitesi (YYBÜ) çalışmasında, steril suya batırılmış gazlı bez kullanılarak yenidoğanların ağız mukozası ve diş etlerinin nazikçe temizlendiği bildirilmiştir. Dişleri çıkmış çocuklarda ise çeşitli protokollerde yumuşak pediatrik diş fırçaları (manuel veya elektrikli) kullanılmıştır (Fernandez Rodriguez et al., 2017). Johnstone ve arkadaşları, tüm PYBÜ hastalarının ağızlarının günde en az iki kez fırçalanmasını veya temizlenmesini önermiştir (Johnstone et al., 2010). Fırçalama, patojenlerin barınağı olan plak biyofilmini bozarak enfeksiyon riskini azaltır. Bazı çalışmalar, klinik olarak mümkünse, daha büyük çocuklarda fırçalamaya diş ipi

kullanımını da eklemiştir; ancak yoğun bakım ortamında diş ipi kullanımı nadiren başarılı sonuçlar verir.

2.1.1. Klorheksidin ve antiseptik kullanımı

Klorheksidin (CHX), yoğun bakım hastalarında yaygın olarak araştırılmış geniş spektrumlu bir antiseptiktir. Pediatrik çalışmalarda kullanılan protokoller konsantrasyon ve form açısından farklılık göstermektedir: Rrandomize kontrollü çalışmalarda, sırasıyla %0,12 CHX solüsyonu ve %1 CHX jeli ile VAP (ventilatör ilişkili pnömoni) önlenmesini test etmiştir. Bu çalışmalarda CHX (veya plasebo), fırçalama sonrasında ağız mukozasına günde 2–3 kez (her 8 veya 12 saatte bir) uygulanmıştır. CHX, pamuklu çubuk veya ağız süngeri ile sürülmüş ve durulanmamıştır; bu, antimikrobiyal temas süresini uzatmak içindir (Kusahara, Peterlini, & Pedreira, 2012). Bir İngiltere PYBÜ rehberinde, %1 CHX jeli (Corsodyl), VAP riski taşıyan veya zayıf ağız sağlığına sahip çocuklarda reçeteli bir ek olarak önerilmiştir (Grady, 2015). Ancak uygulamadan hemen sonra diş fırçalamaktan kaçınılması tavsiye edilmiştir, çünkü diş macunu klorheksidini inaktive edebilir. Bazı protokoller, ağız çalkalama ve tükürme işlemini yapabilen daha büyük çocuklarda %0,2 CHX gargara kullanımını tercih etmiştir (Sebastian, Lodha, Kapil, & Kabra, 2012; Zand et al., 2017).

2.1.2. Nemlendirme ve tükürük uyarımı

Entübe hastalarda ağız kuruluğunun (xerostomi) yaygın olması nedeniyle, birçok protokol ağız boşluğunun nemli tutulmasını vurgulamıştır. Bu, mukozalara ve dudaklara düzenli olarak steril su veya fizyolojik salin uygulanması ve ağız nemlendiricilerinin kullanımı ile sağlanmıştır. Bazı ünitelerde, daha büyük çocuklarda gliserinsiz ağız jelleri veya yapay tükürük kullanılmıştır. Yenidoğanlarda yenilikçi bir yaklaşım olarak annenin kolostrumu,

nazik bir ağız çalkalama sıvısı olarak kullanılmıştır. Li ve arkadaşlarının 2021'de yayımlanan bir çalışması, entübe yenidoğanlarda kolostrum ve sodyum bikarbonat kombinasyonu ile yapılan ağız bakımının VAP insidansını önemli ölçüde azalttığını ve ventilasyon süresini kısalttığını ortaya koymuştur. Kolostrumdaki immünolojik faktörler (örneğin IgA, laktoferrin) oral florayı dengelemeye ve mukozayı korumaya yardımcı olabilir, bu da onu yenidoğan yoğun bakımlarda umut verici ve düşük maliyetli bir müdahale haline getirir (Li et al., 2021).

2.1.3. Aspirasyon ve ağız sekresyonlarının yönetimi

Hemen her protokol, özellikle yutamayan entübe hastalarda ağız ve orofaringeal sekresyonların aspirasyonunun önemini vurgulamaktadır. Yankauer aspirasyon kateterleri veya emici sünger çubuklar, ağız bakımından sonra ve belirli aralıklarla (örneğin her 2–4 saatte bir) biriken sekresyonları temizlemek için kullanılır. Bu işlem, kontamine sekresyonların aspire edilme riskini azaltır. Endotrakeal tüp aspirasyonu ağızdan alt solunum yollarına mikroaspirasyon riskini azaltmak için ağız aspirasyonuna tamamlayıcı bir yöntemdir (Güner & Kutlutürkan, 2021).

2.2. Bakım sıklığı

PYBÜ'lerde ağız bakımının ne sıklıkta yapılması gerektiği çalışmalarda farklı şekillerde ele alınmıştır. Yaygın uygulama sıklığı günde 2 ila 4 kez olarak bildirilmiştir. Kusahara'nın çalışmasında (fırçalama + jel) günde iki kez ağız bakımı sağlanırken (Kusahara et al., 2012), Sebastian'ın çalışmasında bu sıklık günde üç kez (her 8 saatte bir) olarak uygulanmıştır. Birçok hemşirelik protokolü, özellikle uyanık olmayan ya da oral yolla beslenmeyen entübe hastalar için her 4–6 saatte bir ağız bakımını önermektedir (Sebastian et al., 2012). Pratikte bu; günde iki kez kapsamlı temizlik

ve aralarda (her 2–4 saatte bir) daha basit işlemler (aspirasyon, nemlendirme) şeklinde olabilir. Günlük tek bir kapsamlı temizlikten ziyade düzenli artık temizliği ve tükürük uyarımı kolonizasyonu daha etkili önleyebilir. Bu nedenle, daha sık ağız bakımı uygulayan çalışmalar genellikle ağız sağlığı göstergelerinde iyileşme bildirmiştir (Khanjari, Behzadi, & Haghani, 2016).

3. Disiplinler Arası İş Birliği

Farklı sağlık profesyonellerinin ağız bakımındaki rolü bazı araştırmalarda özellikle vurgulanmıştır. PYBÜ'lerdeki ağız bakımının büyük bölümü, rutin hemşirelik bakımı kapsamında yatak başı hemşireler tarafından yapılmaktadır. Bazı müdahale çalışmalarında hemşire eğitimi temel bir bileşen olmuştur — örneğin, Behzadi ve arkadaşları, PYBÜ hemşirelerine ağız bakım teknikleri ve rehberlerin kullanımı konusunda eğitim programı uygulamış ve bu eğitimin bakım performans puanlarını artırdığını göstermiştir. Yoğun bakımda diş hekimi veya dental hijyenistlerin yer alması henüz rutin hale gelmemiş olsa da, bazı pilot programlarda bu rol incelenmiştir (Behzadi, Khanjari, & Haghani, 2019). Ames ve arkadaşları, birden fazla merkezde yürüttükleri bir projede, diş hekimi/dental hijyenistlerin personel eğitimine katkı sağladığı ve sistematik bir ağız bakım programının uygulanmasına yardımcı olduğunu bildirmiştir (Ames et al., 2011). Bazı PYBÜ'ler, uzun süreli yatış süresi olan ya da belirgin oral patolojisi olan hastalar için pedodontist konsültasyonu ayarlamaktadır; bu uzmanlar yatak başında dental muayeneler yapabilir, özel tedaviler önerebilir (örneğin pamukçuk tedavisi, çürük diş çekimi) ve ekibe ağız bakım planlamasında rehberlik edebilir. Bu tür çalışmalar genellikle, ağız plağı skorlarında veya nozokomiyal enfeksiyon oranlarında azalma gibi sonuçları takip eder.

4. Ağız Sağlığının Ventilatörle İlişkili Pnömoni ve Diğer Klinik Sonuçlar Üzerindeki Etkisi

Pediatrik yoğun bakım ünitesinde ağız bakımının en kritik sonuçlarından biri, ventilatörle ilişkili pnömoni (VAP) riskini azaltmadaki potansiyel etkisidir. VAP, mekanik ventilasyon süresini uzatan, morbiditeyi artıran ve mortaliteye katkı sağlayabilen ciddi bir nozokomiyal enfeksiyondur. Erişkin yoğun bakım literatüründe, etkili ağız hijyeninin VAP insidansını anlamlı şekilde düşürdüğü gösterilmiştir (Gershonovitch et al., 2020). Çocuklarda ise veriler daha sınırlı olmakla birlikte, benzer bir eğilim gözlemlenmektedir: düzenli ve protokollü ağız bakım uygulamaları, VAP oranlarını düşürebilir (Jennings, Morgan, Gopisetti, Ryan, & Playfor, 2018). Ancak, özellikle sadece klorheksidin (CHX) kullanımını temel alan bazı randomize kontrollü çalışmalar, çocuk hastalarda anlamlı bir VAP azalışı göstermemiştir (Sebastian et al., 2012). Bu durum erişkin literatüründen farklılık göstermekte olup, çocuklarda CHX'nin tek başına yeterli olmayabileceğini düşündürmektedir. Bunun bazı nedenleri olabilir:

- **Mekanik temizlikle desteklenmeyen kimyasal antiseptiklerin etkisizliği**: CHX'nin etkili olabilmesi için, plak tabakasının önceden mekanik olarak uzaklaştırılması gerekir.
- **Düşük konsantrasyon kullanımı**: Çocuklarda güvenlik nedeniyle CHX genellikle %0.12 olarak kullanılırken, erişkinlerde %2 gibi daha yüksek konsantrasyonlar kullanılabilmektedir.
- **Yaşa özgü mikrobiyal flora ve fizyolojik farklılıklar**: Çocukların oral florası, tükürük bileşimi ve mukozal geçirgenlik düzeyleri erişkinlerden farklıdır. Bu da antiseptiklerin etkinliğini etkileyebilir.

Tüm bu faktörler, CHX'nin çocuklarda VAP önlenmesindeki etkisinin sınırlı olduğunu düşündürmektedir. Bu nedenle, CHX'nin

mekanik temizlik ve nemlendirme gibi temel müdahalelerle birlikte kullanılması, daha etkili bir yaklaşım olabilir. Buna karşın, kapsamlı bakım protokollerinin (örneğin fırçalama + nemlendirme + düzenli aspirasyon + yaşa uygun antiseptik) uygulandığı çok bileşenli programlar, VAP oranlarında anlamlı azalmalar sağlamıştır (Jennings et al., 2018). Bazı çalışmalarda, bu tür programların uygulanmasından sonra VAP oranları %70'e varan oranda düşmüştür. Bu da göstermektedir ki, oral hijyen VAP önleme stratejisinin temel bir bileşenidir, ancak etkili olabilmesi için bütüncül bir yaklaşımla uygulanmalıdır (Jennings et al., 2018).

5. Ağız Bakım Protokol Önerileri

Literatür, Pediatrik Yoğun Bakım Ünitesi'nde etkili ağız sağlığı yönetimi için bir dizi temel uygulamayı önermektedir. Araştırmalar, düzensiz ya da yalnızca bireysel hemşire inisiyatifine dayalı bakımların etkisiz olduğunu; buna karşın yapılandırılmış, sistematik ve çok bileşenli protokollerin hem ağız hijyenini hem de klinik sonuçları anlamlı düzeyde iyileştirdiğini göstermektedir (Jennings et al., 2018; Jerônimo et al., 2020).

Uygulamalar şu temel unsurları içermelidir:

• **Düzenli mekanik temizlik (diş fırçalama):** Diş plağı, yalnızca antiseptik solüsyonlarla temizlenemeyecek kadar kompleks bir biyofilm yapısına sahiptir. Bu nedenle, özellikle dişi olan çocuklarda (genellikle >6 ay) yumuşak kıllı çocuk diş fırçaları ile günde en az iki kez fırçalama önerilmektedir (Jerônimo et al., 2020; Johnstone et al., 2010). Entübe çocuklarda fırçalama, tüp çevresinde dikkatlice uygulanmalı ve oral aspirasyonla desteklenmelidir.

• **Ağız nemlendirici ve dudak bariyeri uygulamaları:** Tükürük akışının azaldığı hastalarda, oral mukozanın

nemlendirilmesi ve dudak çatlaklarının önlenmesi için nemlendirici jel ve bariyer kremler kullanılmalıdır. Bu uygulamalar genellikle 2–4 saatte bir yapılmalıdır (Johnstone et al., 2010).

• **Oral aspirasyon:** Özellikle entübe hastalarda, ağızda biriken sekresyonlar düzenli olarak aspire edilmelidir. Bu hem aspirasyon pnömonisini önler hem de mukoza bütünlüğünü korur.

• **Yaşa uygun antiseptik kullanımı:** Klorheksidin, erişkinlerde etkili olduğu halde, çocuklarda yalnızca belirli yaş gruplarında (genellikle >6 yaş) ve kısa süreli kullanım için önerilmektedir. Özellikle yutma refleksi gelişmemiş çocuklarda aspirasyon riski nedeniyle dikkatli olunmalıdır (Bozkurt & Eşer, 2024; Sebastian et al., 2012).

• **Uygulama sıklığı ve sürekliliği:** Bakımın etkinliği, yalnızca içeriğine değil, aynı zamanda ne kadar düzenli ve istikrarlı uygulandığına da bağlıdır. En azından her vardiyada bir kez fırçalama, her 4 saatte bir swab/nemlendirme uygulaması, entübe hastalarda ise daha sık oral aspirasyon önerilmektedir (Jerônimo et al., 2020; Johnstone et al., 2010). Bazı merkezlerde, bu uygulamalar bir "bakım paketi" (bundle) hâline getirilmiş ve elektronik kayıt sistemine entegre edilerek hemşirelik bakımına otomatik olarak dahil edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, bu tür sistemlerin uygulama uyumunu artırdığı ve sonuçları olumlu etkilediği bildirilmiştir (Jennings et al., 2018). Bu uygulamaların etkili şekilde sürdürülebilmesi için, hem uygun malzeme temini (çocuk fırçası, swab, nemlendirici jel vb.) hem de bakım personelinin eğitimi büyük önem taşır. Eğitimli ve motive hemşirelerin varlığı, oral bakımın kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir.

6. Özel Hasta Gruplarında Kişiselleştirilmiş Yaklaşımlar

Pediatrik yoğun bakım ünitesinde tedavi gören hastalar oldukça heterojen bir grubu temsil eder. Bu nedenle, ağız ve diş sağlığı uygulamalarının da yaşa, gelişim düzeyine, klinik duruma ve immünolojik duruma göre özelleştirilmesi gerekir. Literatür, belirli alt gruplar için farklılaştırılmış stratejilerin uygulanmasının daha güvenli ve etkili sonuçlar doğurduğunu göstermektedir.

6.1. Yenidoğanlar ve bebekler

Yenidoğanlar, özellikle prematüre bebekler, dişsiz oldukları için klasik diş fırçalama müdahaleleri bu grup için uygun değildir. Bunun yerine:

• Steril gazlı bez ya da yumuşak pamuklu swablarla, mukozal yüzeylerin (yanak içi, dil, damak) nazikçe silinmesi

• Tükürük üretimi yetersizse anne sütü veya steril su ile nemlendirme

• Aspirasyon kateteriyle oral sekresyonların uzaklaştırılması

• Oral kandidiyazis açısından düzenli gözlem önerilmektedir (Fernandez Rodriguez et al., 2017). Ayrıca bazı yenidoğan yoğun bakım uygulamalarında oral kolostrum uygulamaları, bağışıklık destekleyici etkisi nedeniyle gündeme gelmiştir (Li et al., 2021).

6.2. İmmünsuprese hastalar

Kemoterapi, kök hücre nakli veya uzun süreli steroid tedavisi gibi nedenlerle immün baskılanmış çocuklar; ağır mukozit, viral ve fungal enfeksiyonlar açısından risk altındadır. Bu hastalarda:

• Çok nazik oral temizlik (ultra yumuşak fırça veya swab kullanımı)

• Alkol içermeyen ağız solüsyonları ya da yalnızca steril su ile gargara

• Antifungal (nistatin) veya antiviral ağız içi tedaviler gerektiğinde

• Mukozit varlığında ağrıyı azaltacak topikal anestezikler (örneğin benzydamine içeren solüsyonlar) kullanılabilir (Peterson et al., 1992). Bu hasta grubunda en küçük travma bile sistemik enfeksiyona neden olabileceğinden, ağız bakımında aşırı özen gösterilmelidir.

6.3. Maksillofasiyal travmalı ya da ameliyatlı hastalar

Yüz kırığı, çene cerrahisi geçirmiş veya çene sabitlemesi uygulanmış hastalarda ağız bakımına erişim kısıtlı olabilir. Bu durumda:

• Ağız içi sulama (irrigasyon) yöntemleri (örneğin enjektörle antiseptik uygulama)

• Fırçalamaya alternatif olarak antiseptik gargara veya swab ile silme

• Diş hekimliği/dental cerrahi konsültasyonu ile birlikte multidisipliner bakım önerilmektedir. Bu hasta grubunda, beslenme artıklarının ağızda birikmesi enfeksiyon riskini artırabileceği için, ağız temizliği ihmal edilmemelidir (Jun et al., 2021).

6.4. Uzun süre mekanik ventilasyonda kalan hastalar

Trakeostomili ya da uzamış entübasyon sürecindeki çocuklarda, ağız bakımının amacı yalnızca enfeksiyon önlemek değil, aynı zamanda konfor ve oral alım toleransı gibi fonksiyonları

da desteklemektir. Bu grup genellikle oral bakım için iş birliği yapabilir hâle gelir ve süreçte aktif rol alabilir. Uygun fırça ve ürünlerle, bu çocuklarda ağız bakımını öz bakımın bir parçası olarak uygulamak mümkündür.

7. Öneriler

- **Standardize edilmiş ağız bakım protokolü uygulamaya konulmalıdır:** Her PYBÜ, oral değerlendirme ve bakım sıklığını içeren, bilimsel kanıtlara dayalı açık bir protokole sahip olmalıdır. Bu protokol, farklı yaş grupları ve klinik durumlar için kullanılacak ürünleri açıkça tanımlamalıdır. Örneğin: "Hasta >8 yaşında ve entübe ise, kontrendikasyon yoksa günde 2 kez %0.12 klorheksidin gargara kullanılır" gibi net yönergeler belirlenmelidir. Temel uygulama en az günde iki kez fırçalama ve 4 saatte bir swab/aspirasyon içermelidir.
- **Eğitim ve hizmet içi uygulama eğitimi sağlanmalıdır:** Hemşirelik ve solunum terapisi personeline yönelik, pediatrik oral bakım tekniklerini kapsayan başlangıç ve periyodik eğitimler planlanmalıdır. Eğitimler, maketler üzerinde uygulamalı demonstrasyonlar içermeli ve ağız bakımının VAP önlenmesiyle olan ilişkisi gibi gerekçeler vurgulanarak uyum artırılmalıdır. Ayrıca, diş travması olan ya da ısırma refleksi güçlü çocuklarda bakım yönetimi gibi zorluklara yönelik özel stratejiler de eğitim kapsamına alınmalıdır.
- **Ağız bakımı günlük bakım akışına entegre edilmelidir:** Ağız bakımının unutulmaması ve düzenli uygulanması için kontrol listeleri veya elektronik hatırlatıcı sistemler kullanılmalıdır. Örneğin, ventilatör bakım paketine ağız bakım kontrol kutusu eklenebilir ya da günlük hedef çizelgelerine entegre edilebilir. Vizitler sırasında ekibin "Bugün ağız bakımı yapıldı mı? Hastanın ağızla ilgili bir sorunu var mı?" gibi soruları sistematik biçimde sorması, konunun gündemde kalmasını sağlar.

- **Pediatrik ağız bakım malzemeleri temin edilmelidir:** Yoğun bakım ünitesinde farklı yaşlara uygun diş fırçaları (yenidoğan, çocuk ve adölesan boyutları), köpürmeyen çocuk diş macunu, antiseptik solüsyonlar, yumuşak swablar, aspirasyon ekipmanı ve dudak nemlendiricileri bulundurulmalıdır. Günlük hasta bazında tek kullanımlık bakım kitleri hazırlanarak bu ürünlerin ulaşılabilirliği kolaylaştırılabilir.
- **Aile katılımı teşvik edilmelidir:** Özellikle uzun süreli yatışlarda, ebeveynler uygun görülen durumlarda ağız bakımına dâhil edilmelidir. Bu yaklaşım hem bakımın sürekliliğini artırır (örneğin, ziyaret saatlerinde de ağız bakımı sürdürülebilir), hem de ebeveynlerin sürece katılımını teşvik ederek güçlendirici bir etki sağlar. Elbette uygulama, hemşire gözetiminde ve güvenlik ilkelerine uygun biçimde gerçekleştirilmelidir.
- **Bakım kalitesi izlenmeli ve sürekli iyileştirme sağlanmalıdır:** Ağız sağlığı sonuçları, kalite göstergelerinin bir parçası olarak izlenmelidir. Örneğin, VAP oranları, yoğun bakımda edinilmiş oral enfeksiyonlar (örn. pamukçuk, stomatit) ve OAG skorlarının yatış ve haftalık karşılaştırmaları takip edilebilir. Bu veriler, iyileştirme gereken alanların belirlenmesinde rehberlik edecektir.
- **Araştırma ve disiplinler arası iş birliği teşvik edilmelidir:** PYBÜ'ler, ağız bakımı konusunda yapılacak çok merkezli araştırmalara katkıda bulunmalı, verilerini paylaşmalıdır. Bu tür iş birlikleri, en iyi uygulamaların belirlenmesini kolaylaştıracaktır. Ayrıca, pediatrik diş hekimleriyle kurulan iş birlikleri klinik sürece önemli katkılar sağlayabilir; örneğin belirli periyotlarda yapılan dental vizitlerle, yoğun bakımda tanı almamış ciddi çürükleri olan çocukların tedavisi, enfeksiyon kaynağının ortadan kaldırılması açısından kritik olabilir.

Kaynakça

Aelami, M. H., Lotfi, M., & Zingg, W. (2014). Ventilator-associated pneumonia in neonates, infants and children. *Antimicrobial Resistance and Infection Control, 3*, 1–10.

Ames, N. J., Sulima, P., Yates, J. M., McCullagh, L., Gollins, S. L., Soeken, K., & Wallen, G. R. (2011). Effects of systematic oral care in critically ill patients: a multicenter study. *American Journal of Critical Care, 20*(5), e103–e114.

Behzadi, F., Khanjari, S., & Haghani, H. (2019). Impact of an education program on the performance of nurses in providing oral care for mechanically ventilated children. *Australian Critical Care, 32*(4), 307–313.

Bozkurt, R., & Eşer, İ. (2024). Assessment of the Oral Health Status of Patients Admitted to Pediatric Intensive Care Units: A Cross-Sectional Study. *Dimensions of Critical Care Nursing, 43*(2), 53–60.

Brennan, M. T., Bahrani-Mougeot, F., Fox, P. C., Kennedy, T. P., Hopkins, S., Boucher, R. C., & Lockhart, P. B. (2004). The role of oral microbial colonization in ventilator-associated pneumonia. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 98*(6), 665–672.

Düzkaya, D. S., Uysal, G., Bozkurt, G., & Yakut, T. (2017). The effect of oral care using an oral health care guide on preventing mucositis in pediatric intensive care. *Journal of Pediatric Nursing, 36*, 98–102.

Fernandez Rodriguez, B., Pena Gonzalez, L., Calvo, M. C., Chaves Sanchez, F., Pallas Alonso, C. R., & de Alba Romero, C. (2017). Oral care in a neonatal intensive care unit. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine, 30*(8), 953–957.

Fletcher, A., Hachey, S., & Doyle, T. (2024). Oral health knowledge, attitudes, and practices of paediatric nurses caring for hospitalized children. *Frontiers in Dental Medicine, 5*, 1426697.

Franklin, D., Senior, N., James, I., & Roberts, G. (2000). Oral health status of children in a Paediatric Intensive Care Unit. *Intensive Care Medicine, 26*(3).

Gershonovitch, R., Yarom, N., & Findler, M. (2020). Preventing ventilator-associated pneumonia in intensive care unit by improved oral care: a review of randomized control trials. *SN comprehensive clinical medicine, 2*(6), 727–733.

Grady, P. J. (2015). Nursing procedure: oral hygiene for the highly dependent or critically ill infant or child. *NHS Greater Glasgow and Clyde*.

Güner, C. K., & Kutlutürkan, S. (2021). The Nurse's Role in Preventing Ventilator-Associated Pneumonia. *Batı Karadeniz Tıp Dergisi, 5*(3), 324–330.

Jennings, C., Morgan, D., Gopisetti, S., Ryan, C., & Playfor, S. (2018). Abstract PD-040: Determınıng The Impact Of Improvıng Oral Hygıene On Ventılator-Assocıated Pneumonıa Rate In A Paedıatrıc Intensıve Care Unıt. *Pediatric critical care medicine, 19*(6S), 42.

Jerônimo, L. S., Abreu, L. G., Cunha, F. A., & Lima, R. P. E. (2020). Association between periodontitis and nosocomial pneumonia: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Oral Health & Preventive Dentistry, 18*(1), a44114.

Johnstone, L., Spence, D., & Koziol-McClain, J. (2010). Oral hygiene care in the pediatric intensive care unit: practice recommendations. *Pediatr Nurs, 36*(2), 85–96.

Jun, M.-K., Ku, J.-K., Kim, I.-h., Park, S.-Y., Hong, J., Kim, J.-Y., & Lee, J.-K. (2021). Hospital dentistry for intensive care unit patients: a comprehensive review. *Journal of clinical medicine, 10*(16), 3681.

Khanjari, S., Behzadi, F., & Haghani, H. (2016). Nurses' performance for oral care in children under mechanical ventilation: An observational study. *Iran Journal of Nursing, 29*(101), 12–22.

Kusahara, D. M., Peterlini, M. A. S., & Pedreira, M. L. G. (2012). Oral care with 0.12% chlorhexidine for the prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill children: randomised, controlled and double blind trial. *International journal of nursing studies, 49*(11), 1354–1363.

Li, D.-F., Shi, C.-X., Zhao, L., Shi, F.-Z., Jiang, M.-L., & Kang, W.-Q. (2021). Prevention of neonatal ventilator-associated pneumonia through oral care with the combined use of colostrum and sodium bicarbonate. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences, 25*(5).

Peterson, D. E., Greenspan, D., Squier, C. A., Peterson, D. E., Greenspan, D., & Murray, P. (1992). Oral infections in the immunocompromised host: International Association for Dental Research Symposium 19 April 1991, Acapulco, Mexico. *Journal of oral pathology & medicine, 21*(5), 193–198.

Philip, P., Villarosa, A., Gopinath, A., Elizabeth, C., Norman, G., & George, A. (2019). Oral health knowledge, attitude and practices among nurses in a tertiary care hospital in Bangalore, India: a cross-sectional survey. *Contemporary Nurse, 55*(2-3), 261–274.

Ribeiro, I. L. A., Limeira, R. R. T., Dias de Castro, R., Ferreti Bonan, P. R., & Valença, A. M. G. (2017). Oral mucositis in pediatric patients in treatment for acute lymphoblastic leukemia. *International journal of environmental research and public health, 14*(12), 1468.

Sebastian, M. R., Lodha, R., Kapil, A., & Kabra, S. K. (2012). Oral mucosal decontamination with chlorhexidine for the prevention of ventilator-associated pneumonia in children—a randomized, controlled trial. *Pediatric critical care medicine, 13*(5), e305–e310.

Vainionpää, A., Tuomi, J., Kantola, S., & Anttonen, V. (2019). Neonatal thrush of newborns: Oral candidiasis? *Clinical and Experimental Dental Research, 5*(5), 580–582.

Zand, F., Zahed, L., Mansouri, P., Dehghanrad, F., Bahrani, M., & Ghorbani, M. (2017). The effects of oral rinse with 0.2% and 2% chlorhexidine on oropharyngeal colonization and ventilator associated pneumonia in adults' intensive care units. *Journal of critical care, 40*, 318–322.

Zhang, Q., Li, C., Worthington, H. V., & Hua, F. (2020). Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(12).

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIM VE MATERYALLER: 21. YÜZYIL PERSPEKTİFİ



BİDGE

2