ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ALANINDA AKADEMİK TARTIŞMALAR

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Büşra TEKİN

yaz
yayınları

Çocuk Diş Hekimliği Alanında Akademik Tartışmalar

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Büşra TEKİN

yaz yayınları

2026

yaz
yayınları

Çocuk Diş Hekimliği Alanında Akademik Tartışmalar

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Büşra TEKİN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8996-77-7

Haziran 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Çocuk Diş Hekimliğinde Lokal Anesteziye Bağlı Yan Etkiler ve Klinik Yönetimi: Güncel Yaklaşımlar 1
Büşra TEKİN, Alparslan Mustafa ÇELER

Diş Hekimliğinde Flor: Doğal Kaynaklar, Uygulama Yöntemleri, Etkiler ve Güvenlik.....20
Baran Fırat ÇAKAR, Ebru HAZAR BODRUMLU, Melek BELEVCİKLİ

Disturbing the Blueprint: The Impact of Primary Molar Pathology and Early Extraction on Permanent Dentition 46
Yakup DOĞRU, Berkay Tolga SUER, Çiğdem ELBEK ÇUBUKÇU

Çocuk Diş Hekimliğinde Cam İyonomer Simanlar.....85
Nihal KESERCİ, Burçin AVCI

Lezyon Sterilizasyon ve Doku Tamiri (LSTR) 111
Refia Beyza KALKINÇ, Beyza Ecem ALKAÇ EKİCİ

Minimal İnvaziv Bir Tedavi Yaklaşımı: Rezin İnfiltrasyon 132
Miraç AKTAŞ, Merve ULUAKAY

Çocuklarda Emme Alışkanlıkları.....150
Melek GEREDE, Merve ULUAKAY

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE LOKAL ANESTEZİYE BAĞLI YAN ETKİLER VE KLİNİK YÖNETİMİ: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Büşra TEKİN[1]

Alparslan Mustafa ÇELER[2]

1. GİRİŞ

Ağrı kontrolü, modern diş hekimliği pratiğinin temel unsurlarından biridir ve dental tedavilerin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Günümüzde restoratif işlemler, pulpal ve periodontal tedaviler, çekimler ve küçük cerrahi girişimler gibi birçok dental işlem sırasında ağrının kontrol altına alınmasında lokal anestezi yaygın olarak kullanılmaktadır (Kühnisch et al., 2017). Lokal anestezik ajanlar sinir liflerinde sodyum iyonlarının hücre içine girişini inhibe ederek sinir impulsunun oluşmasını ve iletilmesini engeller ve böylece ilgili bölgede geçici duyusal blok oluşturarak ağrı hissinin ortadan kaldırılmasını sağlar (American Academy of Pediatric Dentistry, 2023).

Çocuk diş hekimliğinde lokal anestezi uygulamaları yalnızca ağrının ortadan kaldırılmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda tedavi sırasında hastanın konforunu artırarak çocuk ile diş hekimi arasında güven ilişkisi kurulmasına yardımcı olur. Özellikle çocuk hastalarda dental işlemlere yönelik korku ve

[1] Dr. Öğr. Üyesi Büşra Tekin, Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye. ORCID: 0009-0006-5619-1987.

[2] Dr. Öğr. Üyesi Alparslan Mustafa Çeler, Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye. ORCID: 0000-0003-4223-0157.

anksiyetenin önemli nedenlerinden biri enjeksiyon korkusu ve ağrı beklentisidir. Bu nedenle lokal anestezinin ağrısız ve uygun tekniklerle uygulanması, çocuk hastalarda dental korkunun azaltılması ve tedaviye uyumun artırılması açısından kritik bir rol oynamaktadır (Gunasekaran, Babu, & Vijayan, 2020).

Pediatrik hastalarda lokal anestezi uygulaması, yetişkinlere kıyasla bazı anatomik ve fizyolojik farklılıklar nedeniyle daha fazla dikkat gerektirir. Çocuklarda kemik yapısının daha az kalsifiye olması, mandibular ramusun daha kısa ve dar olması ve vasküler yapıların farklılığı lokal anestezik ajanların difüzyonunu ve etki süresini etkileyebilmektedir (Akçay & Aren, 2021). Ayrıca lokal anestezik dozunun çocuğun yaşına ve vücut ağırlığına göre dikkatli bir şekilde hesaplanması gerekmektedir (AAPD, 2023).

Doğru ajan, uygun doz ve doğru teknik kullanıldığında lokal anestezi pediatrik dental hastalarda güvenli ve etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir ve advers etkiler açısından düşük morbidite riski taşımaktadır (Kühnisch et al., 2017). Bununla birlikte lokal anestezik ajanların uygulanması sırasında veya sonrasında bazı lokal ve sistemik yan etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu komplikasyonlar arasında hematom, trismus, parestezi, yumuşak doku travmaları, alerjik reaksiyonlar ve nadir de olsa lokal anestezik sistemik toksisitesi yer almaktadır (Decloux & Ouanounou, 2020). Bu nedenle çocuk diş hekimlerinin bu olası yan etkileri erken dönemde tanıyabilmesi ve uygun klinik yönetim stratejilerini uygulayabilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu bölümün amacı, çocuk diş hekimliğinde lokal anestezi uygulamalarına bağlı gelişebilen lokal ve sistemik yan etkileri güncel literatür ışığında değerlendirmek ve bu komplikasyonların klinik yönetimine yönelik yaklaşımları ortaya koymaktır.

2. ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE LOKAL ANESTEZİ

2.1. Kullanılan Lokal Anestezik Ajanlar

Pedodontide en sık kullanılan lokal anestezikler amid grubu ajanlardır. Bunlar arasında lidokain, artikain, mepivakain ve prilokain öne çıkmaktadır (Salih, 2021; Schwartz, 2022). Lidokain, uzun yıllardır çocuk diş hekimliğinde temel ajanlardan biri olarak kullanılmakta ve güvenilir klinik profili nedeniyle sık tercih edilmektedir (AAPD, 2023). Artikain ise yüksek doku difüzyonu ile dikkat çekmekte olup, çocuk hastalarda lidokaine kıyasla advers etki riskini anlamlı olarak artırmadığı bildirilmiştir (Li & Sun, 2023). Ayrıca küçük çocuklarda da güvenli ve etkili kullanımını destekleyen klinik bulgular bulunmaktadır (Elheeny, 2020).

2.2. Pedodontide Kullanılan Teknikler

Pedodontide lokal anestezi uygulamaları arasında infiltrasyon, inferior alveolar sinir bloğu, intraligamenter ve intraosseöz teknikler yer almaktadır (AAPD, 2023; Salih, 2021). İnfiltrasyon tekniğinde anestezik solüsyon terminal sinir uçlarının yakınına bırakılır ve özellikle çocuklarda daha sınırlı ve öngörülebilir bir anestezi sağlaması nedeniyle sık tercih edilir (Salih, 2021). Artikainin doku difüzyonunun yüksek olması, infiltrasyon uygulamalarında etkili bir seçenek olarak değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Li & Sun, 2023).

İnferior alveolar sinir bloğu, özellikle mandibular dişlerin tedavisinde yaygın kullanılan bir blok tekniğidir. Bununla birlikte, diğer tekniklere göre daha yüksek başarısızlık oranına sahip olabileceği ve geniş yumuşak doku anestezisi nedeniyle dudak ya da yanak ısırma gibi komplikasyonlara yol açabileceği bildirilmektedir (AAPD, 2023; Salih, 2021). Bu nedenle çocuklarda endikasyon dikkatle konulmalıdır.

İntraligamenter teknik, lokal anestezik solüsyonun periodontal aralık yoluyla alveoler kemiğe yüksek basınçla iletilmesine dayanır ve özellikle tek dişle sınırlı işlemlerde blok anesteziye alternatif olabilmektedir. İntraosseöz teknikte ise kortikal kemik perforasyonu sonrası solüsyon doğrudan medüller kemiğe verilir ve hızlı başlangıçlı anestezi sağlaması önemli bir avantaj olarak kabul edilmektedir (Moore et al., 2011).

3. LOKAL ANESTEZİYE BAĞLI YAN ETKİLER

3.1. Lokal Komplikasyonlar

Lokal komplikasyonlar arasında hematom, trismus, enfeksiyon, iğne kırılması, parestezi, fasiyal sinir paralizisi ve yumuşak doku travmaları yer almaktadır (Ghafoor et al., 2023; Ho et al., 2021). Bu komplikasyonların büyük bölümü enjeksiyon tekniği ile ilişkilidir ve özellikle inferior alveolar sinir bloğu sonrasında daha dikkatli olunması gerekmektedir (Ho et al., 2021).

Hematom, çoğunlukla enjeksiyon sırasında damar yapılarının travmatize edilmesi sonucu ortaya çıkar. Klinik olarak şişlik, ağrı ve renk değişikliği ile kendini gösterir. Çoğu olgu konservatif olarak izlenebilse de geniş hematomlarda soğuk uygulama ve enfeksiyon açısından yakın takip önerilmektedir (Ho et al., 2021). Trismus ise kas travması, intramüsküler kanama, enfeksiyon ya da daha derin doku hasarı sonrasında gelişebilir. Ağız açıklığında kısıtlılık, ağrı ve çiğneme güçlüğü ile seyreden bu tablo, çocuğun beslenmesini ve ağız hijyenini de olumsuz etkileyebilir (Ghafoor et al., 2023; Ho et al., 2021).

Enfeksiyon lokal anesteziye bağlı nadir komplikasyonlardan biridir. Yetersiz asepsi, hematomun sekonder enfeksiyonu veya derin doku travması enfeksiyon gelişimine zemin hazırlayabilir (Ho et al., 2021). İğne kırılması

da oldukça nadir görülmekle birlikte, özellikle ani hasta hareketi, kısa veya ince iğne kullanımı ve iğnenin önceden bükülmesi ile ilişkilidir. Çocuk hastalarda kooperasyon güçlüğü bu riski artırabildiğinden, enjeksiyon sırasında baş ve çene stabilizasyonu önemlidir (AAPD, 2023; Ho et al., 2021; Jeng et al., 2025).

Parestezi, lokal anestezinin beklenenden uzun sürmesi ya da uyuşukluk, karıncalanma ve duyu değişikliği şeklinde ortaya çıkan nörolojik bir komplikasyondur. Olası mekanizmalar arasında doğrudan iğne travması, intranöral kanama, hematom basısı ve lokal anestezik ajanın nörotoksik etkisi yer almaktadır (Ghafoor et al., 2023). Özellikle lingual sinirin inferior alveolar sinire göre daha sık etkilendiği bildirilmektedir (Ho et al., 2021). Çoğu olgu zamanla düzelmekle birlikte, iyileşme süresi haftalardan aylara kadar uzayabilir (Ghafoor et al., 2023).

Fasiyal sinir paralizisi ise genellikle inferior alveolar blok sonrasında görülen nadir fakat dikkat çekici bir komplikasyondur. En sık açıklanan mekanizma, anestezik solüsyonun parotis bölgesine yayılması ve fasiyal sinir dallarını geçici olarak etkilemesidir (Ghafoor et al., 2023; Ho et al., 2021). Klinik olarak ağız köşesinde kayma, göz kapağını kapatamama ve yüz kaslarında asimetri görülebilir. Çoğu olgu geçicidir ve anestezik etkinin kaybolmasıyla düzelir; ancak çocuk ve aile açısından kaygı verici olduğundan hızlı bilgilendirme ve yakın izlem gerektirir (Ghafoor et al., 2023; Long et al., 2022).

Çocuklarda lokal anesteziye bağlı en sık bildirilen komplikasyonlardan biri yumuşak doku travmasıdır. Dudak, yanak veya dil ısırma şeklinde gelişen bu yaralanmalar özellikle alt çene blok anestezisi sonrasında görülmekte ve küçük yaş grubunda daha sık ortaya çıkmaktadır (AAPD, 2023; Ho et al., 2021; Olszewska et al., 2025). Bu komplikasyon yalnızca ağrı ve ülserasyona yol açmakla kalmaz, aynı zamanda çocuğun sonraki diş tedavilerine karşı olumsuz tutum geliştirmesine de neden

olabilmektedir (Olszewska et al., 2025). Olszewska et al. (2025), ebeveyn eğitimi, çocuğun uyuşukluk süresince gözlenmesi, uygun postoperatif talimat verilmesi, uyuşukluk süresini azaltan yaklaşımlar ve koruyucu apareylerin yararlı olabileceğini bildirmiştir. Ayrıca intraoral apareylerin, özellikle riskli çocuklarda dudak ve yanak ısırmasını azaltmada pratik bir seçenek olabileceği gösterilmiştir (Alghamidi et al., 2019).

3.2. Sistemik Komplikasyonlar

Sistemik komplikasyonların en önemlisi lokal anestezik sistemik toksisitesidir. Bu tablo genellikle yanlış doz hesabı, çocuğun kilosuna uygun olmayan toplam doz uygulanması ya da intravasküler enjeksiyon sonucunda gelişmektedir (AAPD, 2023; Lee et al., 2024; Townsend et al., 2020). Çocuk hastalarda güvenli doz hesaplamasının erişkinlere göre daha kritik olması nedeniyle, her enjeksiyon öncesinde maksimum dozun kilogram üzerinden yeniden hesaplanması önerilmektedir (AAPD, 2023; Saraghi, 2015).

Lokal anestezik sistemik toksisitesinde santral sinir sistemi bulguları çoğu zaman erken dönemde ortaya çıkmaktadır. Baş dönmesi, huzursuzluk, ajitasyon, tremor, perioral uyuşukluk, konuşma bozukluğu ve ilerleyen olgularda nöbet görülebilmektedir (Lee et al., 2024; Townsend et al., 2020).

Kardiyovasküler etkiler toksisitenin daha ağır formunu yansıtır ve taşikardi, bradikardi, hipotansiyon, iletim bozuklukları, aritmi ve nadiren kardiyak arrest şeklinde gelişebilmektedir (Lee et al., 2024; Vranić et al., 2016). LAST (Lokal Anestezik Sistemik Toksisitesi) tablosunda erken tanı ve hızlı müdahale kritik önem taşımaktadır. Havayolunun güvence altına alınması, nöbet kontrolü, dolaşım desteği ve uygun olgularda lipid emülsiyon tedavisi önerilmektedir (Lee et al., 2024).

3.3. Alerjik Reaksiyonlar

Lokal anesteziklere bağlı gerçek alerjik reaksiyonlar klinikte sık düşünülse de gerçekte oldukça nadirdir (Franceschini et al., 2024; Peroni et al., 2019). Çocuk hastalarda lokal anestezik alerjisi şüphesiyle değerlendirilen olguların çok küçük bir kısmında gerçek hipersensitivite doğrulanmaktadır. Bu nedenle anestezi sonrası gelişen her kızarıklık, çarpıntı veya baygınlık hissinin doğrudan alerji olarak yorumlanmaması gerekmektedir (Franceschini et al., 2024; Peroni et al., 2019).

Alerjik reaksiyonlar klinik olarak ürtiker, eritem, anjiyoödem, yüz ödemi, bronkospazm ve nadiren anafilaksi şeklinde ortaya çıkabilmektedir (Franceschini et al., 2024; Torsani et al., 2024). Anafilaksi çok nadir olmasına rağmen yaşamı tehdit eden bir tablodur ve hızlı tanı ile acil müdahale gerektirmektedir (Franceschini et al., 2024). Diş hekimliği pratiğinde reaksiyonun zamanlaması, kullanılan maddenin tam içeriği, eşlik eden sistemik bulgular ve uygulanan tedavi ayrıntılı biçimde kaydedilmelidir. Gerçek alerji şüphesinde tanı; ayrıntılı öykü, deri testleri ve gerektiğinde provokasyon testleri ile doğrulanmalıdır (Franceschini et al., 2024; Peroni et al., 2019).

3.4. Psikojenik Reaksiyonlar

Psikojenik reaksiyonlar, çocuk diş hekimliğinde lokal anesteziye eşlik edebilen önemli durumlardır ve çoğu zaman doğrudan ilacın farmakolojik etkisinden çok korku, ağrı beklentisi ve stres yanıtı ile ilişkilidir (Hutse et al., 2021; Vranić et al., 2016). Senkop, hiperventilasyon ve yoğun anksiyete bu grubun başlıca örnekleridir (Vranić et al., 2016).

Senkop, dental pratiğin en sık görülen acil durumlarından biri olarak kabul edilmektedir. Özellikle dental korku, işlem öncesi gerginlik ve vazovagal yanıt eğilimi olan çocuklarda daha kolay ortaya çıkabilmektedir (Hutse et al., 2021). Klinik olarak solukluk, terleme, baş dönmesi, bulantı ve kısa süreli bilinç kaybı

ile seyredebilmektedir. Yönetimde hastanın supin pozisyona alınması, bacakların yükseltilmesi, hava yolunun değerlendirilmesi ve oksijen desteği temel yaklaşımlardır (Hutse et al., 2021; Vranić et al., 2016).

Hiperventilasyon ve anksiyete de özellikle iğne korkusu yüksek olan çocuklarda görülebilmektedir. Hızlı soluma, göğüste sıkışma hissi, baş dönmesi, ağız çevresinde uyuşma ve huzursuzluk tabloya eşlik edebilmektedir. Bu durumda işlemin durdurulması, çocuğun sakinleştirilmesi ve kontrollü solunumun desteklenmesi gerekmektedir (Vranić et al., 2016). Psikojenik reaksiyonların önlenmesinde davranış yönlendirme teknikleri, etkili iletişim, çocuğun yaşına uygun açıklama yapılması ve anksiyeteyi artıran uyaranların azaltılması önem taşımaktadır (AAPD 2023; Hutse et al., 2021).

Genel olarak değerlendirildiğinde, lokal anesteziye bağlı yan etkilerin büyük bölümü önlenebilmekte ya da erken fark edildiğinde başarılı şekilde yönetilebilmektedir (AAPD, 2023; Ho et al., 2021). Bu nedenle çocuk diş hekimliğinde güvenli uygulamanın temeli; doğru endikasyon, uygun teknik, dikkatli doz hesabı, etkili iletişim ve olası acil durumlara hazırlıklı olmaktır (AAPD, 2023; Vranić et al., 2016).

4. RİSK FAKTÖRLERİ

4.1. Hasta ile İlişkili Risk Faktörleri

Yaş: Küçük yaş gruplarında uzamış yumuşak doku anestezisine bağlı dudak, yanak ve dil ısırma gibi kendi kendine oluşturulan travmalar daha sık görülür. Özellikle 7 yaş altı çocuklarda bu risk daha belirgindir (Adewumi et al., 2008; AAPD, 2023).

Kilo: Çocuk hastalarda maksimum güvenli dozun mg/kg üzerinden hesaplanması gerekir. Düşük vücut ağırlığında doz

aşımı riski artar ve bu durum sistemik toksisite açısından önem taşır (AAPD, 2023).

Sistemik hastalık: Kardiyovasküler hastalıklar, karaciğer fonksiyon bozukluğu, nörolojik hastalıklar ve özel sağlık bakım gereksinimi olan çocuklarda lokal anesteziklerin özellikle vazokonstriktör içeren preparatların seçimi daha dikkatli yapılmalıdır (AAPD, 2023).

Anksiyete: Dental anksiyete ağrı algısını, kooperasyonu ve enjeksiyon sırasındaki hareketliliği artırabilir; bu da hem uygulama zorluğunu hem de travmatik komplikasyon riskini yükseltebilir (Elicherla et al., 2021; Kuscu & Akyuz, 2008)

4.2. Teknik Risk Faktörleri

Doz: Gereğinden yüksek doz uygulaması pediatrik hastalarda en önemli önlenebilir risklerden biridir. Özellikle birden fazla bölgeye enjeksiyon yapılacaksa toplam doz dikkatle hesaplanmalıdır (AAPD, 2023; Chicka et al., 2012).

Enjeksiyon tekniği: Hatalı anatomik yaklaşım, hızlı enjeksiyon, uygunsuz iğne yönlendirmesi ve travmatik uygulama; hematom, trismus, sinir hasarı ve başarısız anestezi riskini artırabilmektedir (Ho et al., 2021).

Aspirasyon yapılmaması: İntravasküler enjeksiyonun önlenmesi için aspirasyon kritik önemdedir. Aspirasyon yapılmaması, sistemik toksik reaksiyon ve kardiyovasküler yan etki olasılığını artırabilmektedir (AAPD, 2023).

4.3. İlaca Bağlı Risk Faktörleri

Vazokonstriktör varlığı: Vazokonstriktörler anestezi süresini uzatıp kanamayı azaltabilmekte; duyarlı hastalarda kardiyovasküler yanıtları etkileyebilmektedir. Bu nedenle hasta bazlı değerlendirme gerekir (AAPD, 2023).

Anestetik tipi: Artikaine ve lidokain gibi ajanlar çocuklarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte ajanın konsantrasyonu, etki süresi ve yumuşak doku uyuşukluğunu uzatma potansiyeli yan etki profilini etkileyebilmektedir (Malamed et al., 2000; Adewumi et al., 2008). Literatürde bazı ajanların belirgin üstünlüğünü destekleyen kanıtlar sınırlıdır (Klingberg et al., 2017).

4.4. Klinik Açıdan Değerlendirme

Sonuç olarak pediatrik diş hekimliğinde lokal anesteziye bağlı yan etkiler çoğu zaman önlenebilir niteliktedir. Riskin azaltılmasında yaş ve kilo temelli doz hesabı, ayrıntılı anamnez, anksiyete kontrolü, doğru enjeksiyon tekniği, aspirasyon ve uygun ajan seçimi temel yaklaşımlardır (AAPD, 2023; Ho et al., 2021).

5. YENİ YAKLAŞIMLAR

Son yıllarda pediatrik diş hekimliğinde lokal anestezi uygulamasını daha konforlu hale getirmek amacıyla enjeksiyon ağrısını, korkuyu ve anksiyeteyi azaltmaya yönelik çeşitli yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir (Remi et al., 2023). Bu yöntemler, özellikle iğne korkusu belirgin olan çocuklarda tedavi kabulünü artırma potansiyeli nedeniyle dikkat çekmektedir (Elicherla et al., 2021; Remi et al., 2023). Bununla birlikte bu tekniklerin büyük bölümü henüz geleneksel yöntemlerin tam yerine geçmekten çok, onları destekleyen veya belirli hasta gruplarında alternatif oluşturan yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir (Kwak et al., 2016; Zavattini & Polyvios, 2018).

5.1. Bilgisayar Kontrollü Lokal Anestezi

Bilgisayar kontrollü lokal anestezi sistemleri, anestezik solüsyonun doku direncinden bağımsız olarak sabit ve kontrollü hızda verilmesini amaçlamaktadır (Kwak et al., 2016). Bu

sistemlerin en bilinen örnekleri arasında The Wand, STA system ve benzeri cihazlar yer almaktadır (Kwak et al., 2016; Remi et al., 2023**)**. Kontrollü akış sayesinde enjeksiyon sırasında oluşan basınç azalmakta, böylece özellikle çocuk hastalarda ağrı algısının ve davranışsal huzursuzluğun azaltılması hedeflenmektedir (Kwak et al., 2016**).**

Literatürde bilgisayar kontrollü sistemlerin özellikle palatal enjeksiyonlarda ve bazı pediatrik uygulamalarda daha konforlu olabileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte çocuklarda elde edilen sonuçlar tamamen tutarlı değildir; bazı çalışmalar daha düşük ağrı ve daha iyi davranış kontrolü bildirirken, bazıları geleneksel enjektörlerle benzer sonuçlar göstermektedir (Kwak et al., 2016). Bu nedenle bu sistemler umut verici olmakla birlikte, üstünlükleri her klinik durumda kesinleşmiş değildir (Kwak et al., 2016; Remi et al., 2023).

5.2. Jet Enjeksiyon

İğnesiz jet enjeksiyon sistemleri, anestezik solüsyonun yüksek basınçla doku içine verilmesine dayanmaktadır (Zavattini & Polyvios, 2018). Bu yöntemin teorik avantajı, iğnenin ortadan kaldırılması sayesinde özellikle iğne korkusu olan çocuklarda kabul edilebilirliğin artmasıdır (Remi et al., 2023). Ayrıca bazı çalışmalarda hızlı başlangıçlı yumuşak doku anestezisi sağlayabildiği belirtilmiştir (Zavattini & Polyvios, 2018**).**

Bununla birlikte jet enjeksiyon sistemlerinin önemli sınırlılıkları vardır. Ani ses, basınç hissi ve cihazın yapısı bazı çocuklarda anksiyeteyi azaltmak yerine artırabilmektedir (Remi et al., 2023; Zavattini & Polyvios, 2018). Ayrıca pediatrik hastalarda yapılan bir çalışmada, INJEX sisteminin geleneksel infiltrasyon anestezisine göre kabul, tercih ve etkinlik açısından daha zayıf sonuçlar verdiği; çok sayıda olguda ek anestezi gereksinimi olduğu bildirilmektedir (Arapostathis et al., 2010). Bu nedenle jet enjeksiyon umut verici bir yaklaşım olsa da rutin

pediatrik kullanım açısından kanıtlar halen sınırlıdır (Arapostathis et al., 2010; Zavattini & Polyvios, 2018).

5.3. Topical Patch

Topikal anestezik patch sistemleri, özellikle iğne girişinden önce mukozal yüzeyde uyuşma sağlayarak enjeksiyon ağrısını azaltmayı amaçlamaktadır. Bu sistemlerin avantajı, jel formlara kıyasla daha kontrollü ve daha uzun süreli temas sağlayabilmeleridir. Çocukların bazı çalışmalarda patch uygulamasını geleneksel topikal jellere göre daha kabul edilebilir bulduğu belirtilmiştir (Remi et al., 2023).

Ancak bu yöntemin de sınırlılıkları vardır. Özellikle ağız içindeki nemli ortam ve bazı bölgelerdeki tutunma sorunları uygulamanın etkinliğini azaltabilmektedir. Ayrıca mukozal absorpsiyon nedeniyle sistemik maruziyetin göz önünde bulundurulması ve toplam lokal anestezik doz hesabına dahil edilmesi önerilmektedir. Bu nedenle topikal patchler enjeksiyon öncesi konforu artırabilecek yardımcı yöntemler olarak görülmektedir (Lee, 2016; Remi et al., 2023).

5.4. İyontoforez

İyontoforez, düşük voltajlı elektrik akımı kullanılarak iyonize ilaçların dokuya daha derin iletilmesini amaçlayan non-invaziv bir yöntemdir. Diş hekimliğinde bu yaklaşım, topikal anestezik etkinliği artırmak, dentin hassasiyetini azaltmak ve belirli yüzeyel işlemlerde ağrı kontrolü sağlamak amacıyla araştırılmıştır. İğnesiz bir teknik olması, özellikle çocuk hastalarda teorik olarak önemli bir avantajdır (Zavattini & Polyvios, 2018).

Bununla birlikte, iyontoforezle ilgili pediatrik dental veriler sınırlıdır ve yöntemin günlük klinik kullanıma girebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca yüksek akım ya da uygunsuz uygulama süresinin mukozal irritasyona yol

açabileceği bildirilmektedir. Bu nedenle iyontoforez, henüz standart uygulama haline gelmemiş ancak gelecekte klinik kullanım potansiyeli taşıyan yaklaşımlardan biri olarak değerlendirilebilir (Zavattini & Polyvios, 2018).

5.5. Genel değerlendirme

Yeni yaklaşımlar genel olarak enjeksiyon ağrısını, korkuyu ve anksiyeteyi azaltmayı amaçlamaktadır (Remi et al., 2023). Bununla birlikte mevcut kanıtlar bu yöntemlerin her biri için aynı düzeyde güçlü değildir. Bilgisayar kontrollü sistemler pratikte en çok çalışılan seçenekler arasında yer alırken, jet enjeksiyon, topikal patch ve iyontoforez gibi yöntemler daha seçilmiş endikasyonlarda ve sınırlı kanıt tabanıyla değerlendirilmektedir (Kwak et al., 2016; Remi et al., 2023; Zavattini & Polyvios, 2018). Bu nedenle klinik kullanım kararı verilirken etkinlik, maliyet, hasta uyumu ve uygulama kolaylığı birlikte göz önünde bulundurulmalıdır (Remi et al., 2023).

6. SONUÇ

Lokal anestezi, çocuk diş hekimliğinde ağrı kontrolünün sağlanmasında güvenli ve etkili bir yöntem olmakla birlikte, lokal ve sistemik bazı yan etkilere yol açabilmektedir. Bu komplikasyonların büyük bölümü uygun hasta değerlendirmesi, doğru doz hesabı, dikkatli enjeksiyon tekniği ve etkili davranış yönetimi ile önlenebilmektedir. Çocuk diş hekimlerinin lokal anesteziye bağlı olası komplikasyonları erken dönemde tanıyabilmesi ve uygun müdahale yaklaşımlarını uygulayabilmesi hasta güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda geliştirilen bilgisayar kontrollü anestezi sistemleri, jet enjeksiyon, topikal patchler ve iyontoforez gibi yenilikçi yaklaşımlar, özellikle enjeksiyon korkusu ve ağrının azaltılmasına yönelik umut verici sonuçlar sunmaktadır. Bununla birlikte bu yöntemlerin rutin klinik kullanımdaki yerinin

daha net belirlenebilmesi için yüksek kalitede klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Güncel bilimsel veriler ışığında yürütülen bilinçli ve dikkatli lokal anestezi uygulamaları, çocuk hastalarda hem tedavi başarısını hem de hasta konforunu artıracaktır.

KAYNAKÇA

Adewumi, A., Hall, M., Guelmann, M., & Riley, J. (2008). The incidence of adverse reactions following 4% Septocaine (articaine) in children. *Pediatric Dentistry, 30*(5), 424–428.

Akçay, H. Ç., & Aren, G. (2021). Çocuk hastalarda lokal anestezi uygulamasında kullanılan güncel teknikler. *Selcuk Dental Journal, 8*(3), 895–901. doi:10.15311/selcukdentj.782836

Alghamidi, W. A., Alghamdi, S. B., Assiri, J. A., Almathami, A. A., Alkahtani, Z. M., & Togoo, R. A. (2019). Efficacy of self-designed intraoral appliances in prevention of cheek, lip and tongue bite after local anesthesia administration in pediatric patients. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 11*(4), e315–e321.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2023). Use of local anesthesia for pediatric dental patients. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*, 407–414.

Arapostathis, K. N., Dabarakis, N. N., Coolidge, T., Tsirlis, A., & Kotsanos, N. (2010). Comparison of acceptance, preference, and efficacy between jet injection INJEX and local infiltration anesthesia in 6 to 11 year old dental patients. *Anesthesia Progress, 57*(1), 3–12.

Chicka, M. C., Dembo, J., Mathu-Muju, K., Nash, D. A., & Bush, H. M. (2012). Adverse events during pediatric dental anesthesia and sedation: A review of closed malpractice insurance claims. *Pediatric Dentistry, 34*(3), 231–238.

Decloux, D., & Ouanounou, A. (2020). Local anaesthesia in dentistry: A review. *International Dental Journal, 71*(2), 87–95.

Elicherla, S. R., Sahithi, V., Saikiran, K. V., Nunna, M., Challa, R. R., & Nuvvula, S. (2021). Local anesthesia in pediatric

dentistry: A literature review on current alternative techniques and approaches. *Journal of South Asian Association of Pediatric Dentistry, 4*(2), 148–154.

Elheeny, A. A. H. (2020). Articaine efficacy and safety in young children below the age of four years: An equivalent parallel randomized control trial. *International Journal of Paediatric Dentistry, 30*(5), 547–555.

Franceschini, F., et al. (2024). Local anesthetic hypersensitivity reactions in pediatric patients: Recognition and management. *Discovery Medicine,* 16–21.

Ghafoor, H., Haroon, S., Atique, S., et al. (2023). Neurological complications of local anesthesia in dentistry: A review. *Cureus, 15*(12), e50790.

Gunasekaran, S., Babu, G., & Vijayan, V. (2020). Local anaesthesia in pediatric dentistry—An overview. *Journal of Multidisciplinary Dental Research, 6*(1), 16–21.

Ho, J. P. T. F., van Riet, T. C. T., Afrian, Y., Chin Jen Sem, K. T. H., Spijker, R., de Lange, J., & Lindeboom, J. A. (2021). Adverse effects following dental local anesthesia: A literature review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 21*(6), 507–525.

Hutse, I., et al. (2021). Syncope in dental practices: A systematic review on aetiology and management. *Journal of Evidence-Based Dental Practice, 21*, 101581.

Klingberg, G., Ridell, K., Brogårdh-Roth, S., Vall, M., & Berlin, H. (2017). Local analgesia in paediatric dentistry: A systematic review of techniques and pharmacologic agents. *European Archives of Paediatric Dentistry, 18*(5), 323–329.

Kuscu, O. O., & Akyuz, S. (2008). Is it the injection device or the anxiety experienced that causes pain during dental local

anaesthesia? *International Journal of Paediatric Dentistry, 18*(2), 139–145.

Kühnisch, J., Daubländer, M., Klingberg, G., Dougall, A., Spyridonos Loizides, M., Stratigaki, E., Amar, J. L., Anttonen, V., Duggal, M., & Gizani, S. (2017). Best clinical practice guidance for local analgesia in paediatric dentistry: An EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry*. *18*(5), 313–321.

Kwak, E.-J., Pang, N.-S., Cho, J.-H., Jung, B.-Y., Kim, K.-D., & Park, W. (2016). Computer-controlled local anesthetic delivery for painless anesthesia: A literature review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 16*(2), 81–88.

Lee, H.-S. (2016). Recent advances in topical anesthesia. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 16*(4), 237–244.

Lee, S., Kim, S., & Sohn, J.-T. (2024). Lipid emulsion treatment for local anesthetic systemic toxicity in pediatric patients: A systematic review. *Medicine, 103*, e37534.

Li, L., & Sun, D. L. (2023). Adverse effects of articaine versus lidocaine in pediatric dentistry: A meta-analysis. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 47*(6), 21–29.

Long, M., Khor, M., & Challa, S. K. R. (2022). Concurrent facial nerve palsy and uvula deviation after paediatric dental rehabilitation: A case report. *Proceedings of Singapore Healthcare*, 31.

Malamed, S., Gagnon, S., & Leblanc, D. (2000). A comparison between articaine HCl and lidocaine HCl in pediatric dental patients. *Pediatric Dentistry, 22*(4), 307–311.

Moore, P. A., Cuddy, M. A., Cooke, M. R., & Sokolowski, C. J. (2011). Periodontal ligament and intraosseous anesthetic

injection techniques: Alternatives to mandibular nerve blocks. *Journal of the American Dental Association, 142,* 13S–18S.

Olszewska, A., Kensy, J., Czajka-Jakubowska, A., et al. (2025). Diagnosis and management of traumatic injuries in pediatric patients secondary to dental local anesthesia: A systematic review. *Advances in Clinical and Experimental Medicine, 35*(1), 175–190.

Peroni, D., et al. (2019). Allergic manifestations to local anaesthetic agents for dental anaesthesia in children: A review and proposal of a new algorithm. *European Journal of Paediatric Dentistry, 20,* 48–52.

Remi, R. V., Anantharaj, A., Praveen, P., Prathibha, R. S., & Sudhir, R. (2023). Advances in pediatric dentistry: New approaches to pain control and anxiety reduction in children—A narrative review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 23*(6), 303–315.

Salih, B. A. (2021). Local anesthesia in pediatric dentistry. *International Journal of Science and Research, 10*(1), 30–34.

Saraghi, M., Moore, P., & Hersh, E. (2015). Local anesthetic calculations: Avoiding trouble with pediatric patients. *General Dentistry, 63,* 48–52.

Schwartz, S. (2022). Local anesthesia in pediatric dentistry. *Pediatric Dentistry*.

Townsend, J., et al. (2020). Dental local anesthesia-related pediatric cases reported to U.S. Poison Control Centers. *Pediatric Dentistry, 42,* 116–122.

Vranić, D., Jurković, J., Jeličić, J., Balenović, A., Stipančić, G., & Čuković-Bagić, I. (2016). Medical emergencies in

pediatric dentistry. *Acta Stomatologica Croatica*, *50*(1), 72–80.

Zavattini, A., & Polyvios, C. (2018). Alternative practices of achieving anaesthesia for dental procedures: A review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine, 18*(2), 79–88.

DİŞ HEKİMLİĞİNDE FLOR: DOĞAL KAYNAKLAR, UYGULAMA YÖNTEMLERİ, ETKİLER VE GÜVENLİK

Baran Fırat ÇAKAR[1]

Ebru HAZAR BODRUMLU[2]

Melek BELEVCİKLİ[3]

1. GİRİŞ

Modern diş hekimliğinin temel taşlarından biri olarak kabul edilen flor, sadece klinik bir ajan değil aynı zamanda yer kabuğunun ve biyolojik sistemlerin ayrılmaz bir parçasıdır. Halojen grubunun ilk elementi olan flor, periyodik tablodaki elementler arasında en yüksek elektronegativiteye sahip olmasıyla karakterizedir.[1] Bu yüksek kimyasal reaktivite, florun doğada elementel (serbest) gaz formunda bulunmasını neredeyse imkânsız kılar; bunun yerine, diğer elementlerle birleşerek termodinamik açıdan son derece kararlı mineral bileşikleri oluşturma eğilimindedir. Florun bu özelliği, onun doğadaki yaygınlığını ve biyolojik sistemlerle etkileşimini belirleyen temel faktördür.[2] Jeokimyasal açıdan incelendiğinde, flor yer kabuğunun her yerinde bulunan yaygın bir elementtir. Toprak yapısında, magmatik ve tortul kayaçlarda ve çeşitli minerallerin kristal örgüsünde yer alır. Doğal su döngüsü içerisinde, yağmur

[1] Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti ABD, ORCID: 0009-0001-8057-7170.

[2] Prof. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti ABD, ORCID:0000-0002-3474-5583.

[3] Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti ABD, ORCID:0000-0002-9745-0360.

suları ve yeraltı suları kayaçlardan süzülürken florid iyonlarını çözerek bünyesine katar. Ancak bu konsantrasyon, suyun temas ettiği jeolojik katmanların mineralojik özelliklerine, yeraltı suyu akış hızına ve coğrafi bölgeye göre dramatik farklılıklar gösterebilir. Örneğin, volkanik arazilerde yeraltı sularının flor konsantrasyonu, sedimanter havzalara göre çok daha yüksek olabilir. Deniz suyu, nehirler ve yeraltı kaynakları, bitkiler ve hayvanlar için sürekli bir flor kaynağı oluşturur ve besin zincirine giriş kapısıdır.[3] Örneğin çay bitkileri topraktan aldıkları florun %97'sini yapraklarında biriktirirken deniz ürünleri ve bazı sebze-meyveler de flor içerebilir. Bunlara örnek olarak demlenmiş siyah çay ve kahve (bitkilerin topraktan minerali emmesi nedeniyle doğal olarak florür içerir.), konserve kabuklu deniz ürünleri (florür, bu deniz canlılarının kabuk ve kas dokularında toplanabilir.), yulaf ezmesi, kuru üzüm, patates verilebilir.[4]

İnsan biyolojisi ve fizyolojisi açısından bakıldığında, flor sadece çevresel bir bileşen değil, düşük düzeylerde fizyolojik fonksiyonlar için gerekli olan, kemik ve diş yapısının bütünlüğünü destekleyen esansiyel bir eser elementtir.[1] İnsanlar floru en çok içme sularından ve florürlü diş macunlarından alır; besinlerle alınan flor miktarı genellikle görece azdır.[4] Flor bağırsakta iyi emilir; emilmeyen kısmı ise idrarla atılır. Yapılan çalışmalar, florun büyük çoğunluğunun gastrointestinal sistemden hızla emilip kemik ve dişlerde depolandığını, çocuklarda ise yoğun mineralizasyon döneminde erişkinlere göre daha çok flor emildiğini göstermiştir.[5]

Tarihsel perspektifte, floridin diş sağlığı üzerindeki etkilerinin keşfi 20. yüzyılın en önemli halk sağlığı hikayelerinden biridir. ABD'de 1900'lerin başında Frederick McKay tarafından Colorado'da yapılan gözlemler, "Colorado Kahverengi Lekesi" (daha sonra dental florozis olduğu anlaşılacaktır) ile çürük direnci arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Bu gözlemler, 1945 yılında Michigan'da başlatılan

dünyanın ilk yapay su floridasyonu projesine zemin hazırlamış ve diş hekimliğinde "tedavi edici" yaklaşımdan "önleyici" yaklaşıma geçişin (paradigma değişimi) en büyük katalizörü olmuştur.[1] Pinkham'ın belirttiği üzere, 1900'lerde diş hekimliği okullarında çocuk diş hekimliği eğitimi neredeyse yokken ve "süt dişleri" ihmal edilirken, floridin koruyucu etkisinin keşfi pedodontinin bir uzmanlık dalı olarak yükselişine paralel bir ivme kazandırmıştır.

2. DİŞ ÇÜRÜĞÜ OLUŞUM SÜRECİ VE FLORUN BU SÜREÇTEKİ YERİ

Diş çürüğü, diş plağındaki bakterilerin şekerleri fermente ederek asit üretmesi sonucu başlamış bir süreçtir. Üretilen organik asitler plağın pH'ını kritik eşik seviyenin altına (yaklaşık 5,5) düşürerek diş mine kristali hidroksiapatitin çözünmesine (demineralizasyon) yol açar.[6] Normalde tükürüğün tampon etkisi ile pH yükseldiğinde çözülen kalsiyum ve fosfat iyonları dişe yeniden gömülür (remineralizasyon). Ancak asidik ortam devam ettiğinde demineralizasyon-remineralizasyon dengesi bozulur ve aşırı minarel kaybı sonucu çürük lezyonları oluşur.[6,7] Flor bu sürece üç ana yolla müdahale eder:

1. Kristal yapının güçlendirilmesi ve çözünürlüğün azaltılması
2. Remineralizasyonun teşviki ve "flor rezervuarı" kavramı
3. Antimikrobiyal etkiler ve bakteriyel metabolizmanın inhibisyonu ile dişin korunmasına yardımcı olur.[8]

2.1. Kristal Yapının Güçlendirilmesi ve Çözünürlüğün Azaltılması

Diş minesinin inorganik yapısı, temel olarak karbonatlı hidroksiapatit kristallerinden oluşur. Bu kristal yapısı, asidik ortamlara karşı doğal bir hassasiyete sahiptir. Karyojenik plak bakterilerinin (S. mutans, laktobasiller vb.) fermente edilebilir

karbonhidratları (sukroz, glukoz) metabolize etmesi sonucu ortaya çıkan organik asitler (laktik asit, asetik asit, propiyonik asit), plak pH'sını düşürür. Ortam pH'sı "kritik pH" denilen sınırın altına (hidroksiapatit için yaklaşık 5.5) düştüğünde, mine yüzeyinden kalsiyum ve fosfat iyonlarının çözünmesi (demineralizasyon) başlar.[11, 12] Florid varlığında bu fizikokimyasal süreçte köklü değişiklikler meydana gelir:

- **Florapatit Dönüşümü:** Ortamda bulunan florid iyonları, demineralizasyon-remineralizasyon döngüleri sırasında hidroksiapatit kristal örgüsüne girer. Hidroksil iyonlarının yerini flor iyonları alır. Flor iyonu, hidroksil iyonuna göre daha küçüktür ve kristal kafesine daha sıkı oturur; ayrıca elektronegativitesi sayesinde kalsiyum iyonlarıyla daha güçlü bağlar kurar. Sonuçta oluşan Florapatit ($Ca_{10}(PO_4)_6F_2$), hidroksiapatite göre termodinamik olarak daha stabildir, kristalleri daha büyüktür ve asitlere karşı çözünürlüğü çok daha düşüktür.[8]
- **Kritik pH Eşiğinin Düşmesi:** Saf hidroksiapatit pH 5.5'te çözünmeye başlarken, florapatit ile zenginleşmiş mine yüzeyi için kritik pH değeri 4.5'e kadar düşebilir. Bu 1 birimlik pH farkı logaritmik ölçekte asit direncinde 10 katlık bir artış anlamına gelmese de klinik olarak dişin asit ataklarına karşı çok daha uzun süre sağlam kalabilmesini sağlar. Flordan zengin mine de asitler karşısında çözünebilir, ancak bu süreç çok daha yavaştır.[8]

2.2. Remineralizasyonun Teşviki ve "Flor Rezervuarı" Kavramı

Floridin modern koruyucu diş hekimliğindeki en kabul gören etkisi, demineralize olmuş (ancak kavitasyon oluşmamış) mine lezyonlarının onarımını (remineralizasyon)

hızlandırmasıdır. Tükürük ve plak sıvısında eser miktarda (sub-ppm seviyelerinde) bulunan florid bile, ortamdaki kalsiyum ve fosfat iyonlarının mine yüzeyine çökmesini katalize eder. Flor, kalsiyum ve fosfatın birleşerek yeni kristal çekirdekleri oluşturması için bir "nükleasyon" (çekirdeklenme) ajanı görevi görür. Bu yeni oluşan kristaller, orijinal mineralden daha fazla flor içerir ve gelecekteki asit ataklarına daha dirençlidir.[8]

Yüksek doz flor uygulandığında, diş yüzeyinde ve pürüzlü alanlarda geçici bir "Kalsiyum Florid" (CaF_2) tabakası veya CaF_2 benzeri globüler çökeltiler oluşur. Bu tabaka, bir "flor rezervuarı" görevi görür. Plak pH'sı düştüğünde (asit atağı sırasında) bu koruyucu protein kılıfı bozulur ve rezervuardan florid iyonları serbest kalır. Serbest kalan florid, tam da ihtiyaç duyulan anda ve yerde (asit atağının olduğu bölgede) devreye girer. Bir yandan demineralizasyonu durdururken, diğer yandan ortamdaki kalsiyum ve fosfat ile birleşerek minenin bozulmuş kısımlarında yeniden florapatit kristallerinin oluşumunu sağlar.[13, 14]

2.3. Antimikrobiyal Etkiler ve Bakteriyel Metabolizmanın İnhibisyonu

Florid, sadece diş dokusunu (konakçıyı) güçlendirmekle kalmaz, aynı zamanda hastalığın etkeni olan karyojenik bakteriler üzerinde de doğrudan inhibitör etkilere sahiptir. Bu etkiler, bakteriyel enzim sistemlerinin bozulması ve hücre içi homeostazın yıkılması yoluyla gerçekleşir.[1] Florür iyonları bakteri duvarını geçememektedir; ancak bakterilerin asit üretimi sonucu oluşan düşük pH değerlerinde, florür iyonları hidroflorik asit (HF) formunda karyojenik bakteri hücre duvarından geçiş yapabilmektedir.[9,10] Hücre içine girdikten sonra HF molekülü tekrar H^+ ve F^- iyonlarına ayrışır; bu durum sırasıyla bakteriyel ortamın asidifikasyonuna ve enolaz enziminin inhibisyonuna neden olmaktadır.[10] Bu süreç kümülatif bir özellik gösterir.[8]

2.4. Florun Dentin Hassasiyeti ve Tübül Oklüzyonu (Tıkama) Üzerine Etkisi

Florürlü bileşikler, dentin hassasiyetinin tedavisinde en yaygın kullanılan ajanlardır. Etki mekanizmaları "tübül tıkama" (oklüzyon) prensibine dayanır:

- Kristal Çökeltisi: Sodyum florür (NaF) veya Kalay florür (SnF_2) uygulandığında, florür iyonları tükürükteki kalsiyum ile reaksiyona girerek tübül ağızlarında ve tübül derinliklerinde CaF_2 kristalleri oluşturur.
- Tıkaç Oluşumu: Bu kristaller, tübül çapını fiziksel olarak daraltır veya tamamen tıkar. Sıvı hareketi engellendiği için sinir uyarımı ve dolayısıyla ağrı ortadan kalkar.
- Kalay Florürün Üstünlüğü: Kalay florür, sadece CaF_2 değil, aynı zamanda kalay-fosfat kompleksleri de oluşturarak dentin yüzeyinde aside çok daha dirençli ve kalıcı bir "smear tabakası" benzeri bariyer kurar. Bu nedenle hassasiyet tedavisinde NaF'a göre daha etkili bulunabilir.[24]

3. FLORUN DİŞ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Flor, mine matriksini oluşturan keratoprotein liflerin sentezi aşamasında eser element olarak enzimatik olaylara katılır. Florun yokluğunda, bu protein sentezlenemez. Flor, oktakalsiyumfosfatların hidroksiapatite dönüşmesinde de katalizör rol oynar. Ayrıca, hidroksiapatit kristallerinin protein matrikse entegrasyonunda da florun etkili olduğu ileri sürülmektedir. Hidroksiapatite flor girişi iki mekanizma ile gerçekleşir: (1) Flor, yüzeye yakın OH- iyonları ile yer değiştirir. (2) Flor, OH- guruplarına zayıf elektrostatik bağlarla adsorbe olur. Florun OH- ile yer değiştirmesi daha uzun zamana ihtiyaç gösterir ancak oluşan yapı adsorbsiyondakine kıyasla daha kararlıdır. Flor, minenin iç katmanlarına “sekresyon” fazında

katılırken 30-50 µm'lik yüzeyel mineye ise matürasyon fazında girer. Matürasyon fazı sekresyon fazından daha uzun sürdüğü için yüzeyel minenin flor içeriği de daha fazladır. Matürasyon fazı süt dişlerinde 1-2 yıl, daimi dişlerde ise 4-5 yıl sürer. Bu nedenle süt dişi minesi daimi diş minesinden daha az flor içerir. Flor, interkristalin boşlukları doldurarak matürasyon aşamasındaki minenin yapısına katılır. Ayrıca Flor, kristal yapıdan kolayca ayrılabilen iyonların boşluklarını da doldurur.[15]

4. FLOR KAYNAKLARI VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Florid uygulamaları, uygulanış biçimine, hedef dokuya ulaşma yoluna ve hedef kitleye göre "sistemik" ve "topikal" olmak üzere iki ana kategoride incelenir.

4.1. Sistemik Flor Uygulama Yöntemleri

Toplum sağlığı düzeyinde sistemik flor uygulamaları, florun ağız ve dişlerle temasından ziyade vücut içi yolla verilmesidir.

- **İçme Suyu Floridasyonu:** Topluluk içme sularının florlanması, en yaygın yöntemdir. ABD'de 1945'ten beri toplu su kaynaklarına flor eklenmekte ve 2015 itibarıyla ideal konsantrasyon olarak 0,7 mg/L önerilmektedir.[16] Bu seviye hem çürükleri önemli ölçüde (yaklaşık %25–35) azaltır hem de floroz riski makul sınırda tutar.[17] AAPD ve benzeri kuruluşlar, içme suyunun bu optimal aralıkta tutulmasını küresel düzeyde destekler.[18] Türkiye'de içme sularına sistematik olarak yapay florür eklenmesi (su floridasyonu) uygulaması yapılmamaktadır.[19]
- **Tuz Floridasyonu:** Flor tuzlar bu amaçla globalde kullanılan bir alternatiftir. Florlularını günlük tuz tüketimine karıştıran birçok ülkede (Özellikle Latin Amerika ve Avrupa'da) etkili

sonuçlar elde edilmiştir[20]. PAHO verilerine göre tuz fluoridasyonu programları, bu ülkelerde çocuklardaki diş çürüğü insidansını belirgin biçimde (%50-84'e varan oranlarda) azaltmıştır[21]. Tuz fluoridasyonu kullanıldığında, tuz formülasyonuna eklenen NaF miktarı (genellikle 250–300 mg F/kg arası) iyi kontrol edilmeli ve halk düzenli olarak bilgilendirilmelidir.[22]

- **Süt Floridasyonu:** Bazı ülkelerde okul sütü programlarına flor da eklenmiştir. Örneğin bazı Latin Amerika ülkeleri ve birkaç Avrupa bölgesinde, düzenli olarak dağıtılan süt veya süt ürünlerine florür ilavesi yapılmıştır[16]. Bu programların amacı 6–12 yaş arasındaki çocuklara gün boyunca sürekli küçük dozda flor vermektir. Yapılan gözlemler, florlanmış sütün çürük insidansını belirgin biçimde azalttığını öne sürmektedir.[16] Süt floridasyonunda asıl tartışma, sütteki yüksek kalsiyum ile eklenen florürün kimyasal olarak nasıl etkileştiği üzerinedir. Erken eleştiriler, florürün kalsiyumla birleşip çözünürlüğü çok düşük olan kalsiyum florür (CaF_2) oluşturacağını ve böylece florürün bağırsaklardan emilmeden vücuttan atılacağını savunuyordu. Ancak güncel çalışmalar daha karmaşık bir tablo göstermektedir: süte eklenen sodyum florürün tamamı CaF_2'ye dönüşmemekte büyük bir kısmı süt proteinlerine (özellikle kazein) bağlanır ya da iyonik formda kalır. Mideye girildiğinde düşük pH, bu bağlı formları çözüp serbest florür iyonları oluşturur; böylece emilim mümkün olur.[18]
- **Flor tabletleri/damlaları (takviyeler):** İçme sularında yeterli düzeyde flor bulunmayan bölgelerde çocuklara ağızdan verilen flor takviyeleri kullanılır. ADA'nın güncel kılavuzuna göre, su flor düzeyine göre önerilen günlük takviye dozları şunlardır[23]:

Tablo 1

Yaş	Sudaki F Düzeyi: < 0.3 ppm (Az)	Sudaki F Düzeyi: 0.3 - 0.6 ppm	Sudaki F Düzeyi: > 0.6 ppm (Fazla)
0 - 6 ay	0	0	0
6 ay - 3 yaş	0.25 mg	0	0
3 - 6 yaş	0.50 mg	0.25 mg	0
6 yaş üzeri (asgari 16 yaş)	1 mg	0.50 mg	0

İlk 6 ayda ise takviye önerilmez, çünkü anne sütüyle geçişen az miktar flor genellikle yeterlidir.[23] Flor takviyeleri genellikle sıvı damla veya çiğnenebilir tablet formunda verilir; doz aşımını önlemek için ancak gerekli durumlarda ve diş hekimi kontrolünde başlanmalıdır. Florun çürük önleyici etkisini arttırmak için tablet uyumadan önce çiğnenerek ya da emilerek kullanılmalıdır. Emme ya da çiğneme esnasında topikal etki, yutulduktan sonra ise sistemik etki gerçekleşir. Bu takviyeler diş minesi gelişimini olumlu etkiler ancak aşırı ve uygun olmayan kullanımda florozis riski de artar.[23]

4.2. Topikal Flor Uygulamaları

Topikal florür uygulamaları, florun doğrudan dişe temas ettirilmesiyle etki gösterir.

- **Diş Macunu:** Evde en sık kullanılan topikal kaynaktır. Çoğu florürlü diş macununda sodyum florür veya sodyum monoflorofosfat şeklinde 1000–1500 ppm düzeyinde flor bulunur[18]. Çocuklar 7- 8 yaşına gelinceye kadar dişlerini yeterli düzeyde fırçalayamadıklarından dişlerin fırçalanması ebeveyn tarafından denetlenmelidir. Macunu yutmamaları gerektiği öğretilmelidir.[15] Macunu yutmamaları gerektiği öğretilmelidir.[23]

Tablo 2. Yaş Gruplarına Göre Diş Macunu Kullanım Önerileri

Yaş Grubu	Flor Konsantrasyonu	Günlük Kullanım	Miktar / Form	Ebeveyn Rolü
İlk diş sürmesi - <2 yaş	500 ppm (veya 1000 ppm smear*)	Günde 2 kez	Sürüntü (Smear) / Pirinç tanesi kadar	Ebeveyn fırçalar
2 yaş - <6 yaş	1000+ ppm	Günde 2 kez	Bezelye büyüklüğünde	Ebeveyn gözetiminde
6 yaş ve üzeri	1450 ppm	Günde 2 kez	1-2 cm şerit (tam fırça boyu)	Denetimli fırçalama

- **Gargara (Ağız Çalkalama Solüsyonları):** Topikal florürlü gargara uygulamaları (genellikle haftada bir %0.2 NaF – yaklaşık 225 ppm F– solüsyonu şeklinde, günlük %0.05) yüksek riskli okullarda ve ailelerde kullanılır. Gargara suyu, normal diş fırçalama yerine değil, ek bir önlem olarak değerlendirilir; çünkü çocukların solüsyonu yutmaması gerekir. AAPD ve ADA, 6 yaşından büyük çocuklarda NaF gargarası önerirken, küçük çocuklara gargara kullanımı tavsiye etmez. (Literatürde %0.09 ya da %0.1 gibi değişken konsantrasyonlar da geçer)[25]
- **Floridli Diş İpleri ve Kürdanlar:** Ara yüz çürüklerinin engellenebilmesi amacıyla diş fırçalamadan sonra mumsuz diş iplerine jel ve solüsyon halindeki flor preperatları emdirilerek ara yüzlere uygulanır. Bu şekilde ara yüzlerde minenin flor düzeyi arttırılmış olur. Flor emdirilmiş hazır kürdan ve diş ipleri de bulunmaktadır. Diş kürdanları Çocuklarda diş kürdanlarının kullanımı çok özel durumlarda ve diş hekimi veya yardımcısı tarafından dikkatli bilgilendirildikten sonra önerilir. Çocuklarda diş eti dokuları diş arası boşlukları tamamen doldurduğundan, diş kürdanlarının kullanımı dişeti çekilmelerine ve arayüzeylerin gereksiz yere açığa çıkmasına neden olacaktır.[31]
- **Floridli Sakızlar:** 0,25 mg F içeren bu sakızlar çiğnendiğinde günlük olarak alınan F miktarı oldukça düşük olmaktadır.

Ancak macunlarla sakızların kombine kullanılması, xerostomia ve rampant çürüklü bireylerde yararlı olabilir.

- **Florür Jelleri:** Diş hekimi tarafından uygulanan jeller genellikle %1.23 APF (asitli fosforlu florür jeli; ~12.300 ppm F) veya %2 NaF (5.000 ppm F) formundadır[25]. Bu yüksek konsantrasyonlu jeller yılda birkaç kez uygulanarak diş yüzeyine ekstra flor taşır. Ancak bu jellerin yüksek konsantrasyonu nedeniyle uygunsuz kullanıldığında flor alımı da artar: Örneğin, diş kliniklerinde uygulanan jellerin bir dozuyla hastanın 1,3 ila 31,2 mg florür yutabileceği bildirilmiştir[18]. Bu nedenle uygulama sonrası hastanın florürü yutmaması ve olası diş macunu yutma alışkanlığının engellenmesi önemlidir. Kaşıklar (tray) içerisine doldurularak dişlere uygulanan yüksek konsantrasyonlu ajanların sıklıkla uygulanan iki ana tipi vardır:

  1. **Asidüle Fosfat Florid (APF):** %1.23 florid iyonu (12.300 ppm) içerir. Fosforik asit ile asidifiye edilmiştir (pH 3.0 - 4.0). Asidik yapı, mine yüzeyini hafifçe pürüzlendirerek floridin kristal yapısına daha derin nüfuz etmesini ve daha hızlı CaF_2 oluşumunu sağlar. En sık kullanılan tiptir. Flor jelleri yutma riskinden dolayı altı yaşından küçük çocuklarda uygulanmamalıdır.[25]
  2. **Nötral Sodyum Florid (NaF):** %2 florid (9.040 ppm) içerir. pH'ı nötrdür (7.0). APF'nin asidik yapısı porselen ve kompozit restorasyonların yüzeyini çizebileceği veya matlaştırabileceği için, ağzında bu tür estetik restorasyonları olan hastalarda Nötral NaF jeller tercih edilmelidir. Tadının kabul edilebilir olması ve dişetinde irritasyona yol açmaması nedeniyle kullanımı tercih edilir.

     Uygulama genellikle 4 dakika sürer. Hastanın jeli yutmaması için tükürük emici kullanılmalı ve hasta dik oturtulmalıdır. Her kaşık içerisindeki jel miktarı 2,5ml'yi

(yaklaşık 5 damla) geçmemelidir. Uygulama sonrası 30 dakika yeme-içme yasaklanır. Koruyucu önlemler kapsamında, çocuklara yapılan uygulamalarda yutmaları önleyecek teknikler (gargara yapmama, fazla jel alınmaması) kullanılmalıdır.[25]

- **Florür Vernikleri (Flor Cilaları):** Sodyum florür (NaF) formunda %5 konsantrasyonlu vernikler (yaklaşık 22.600 ppm F) diş hekimi uygulamasında kullanılır[25]. NaF vernikleri diş yüzeyine yapışarak florü uzun süreli bırakır; ağızda fazla akış olmadığı için yutulacak flor miktarı jellere göre çok daha düşüktür. AAPD'ye göre, altı yaşından küçüklerde standart olarak 5% NaF vernik (2.26% F içerir) kullanımı önerilir[25]. Verilen vernik miktarı kontrollü olup kısa sürede fırçalanabilir, böylece flor aşırı yutumu riski minimize edilir. Vernik, diş yüzeyinde saatlerce (bazen günlerce) kalarak mine ile uzun süreli temas sağlar. Bu süre zarfında minenin yüzeyinde yoğun miktarda kalsiyum florid depolanır.[25] Çürük risk değerlendirmesine göre; orta riskli çocuklarda 6 ayda bir, yüksek riskli hastalarda ise 3 ayda bir uygulanması önerilir.[25] Erken Çocukluk Çağı Çürükleri (EÇÇ) riski taşıyan bebekler, ortodontik tedavi gören hastalar (braket çevresindeki beyaz nokta lezyonlarını önlemek için) ve özel gereksinimli bireyler vernik uygulamasının birincil endikasyonlarıdır.[25]
- **Gümüş Diamin Florid (SDF)**: Çürüğü durdurucu (arresting) etkisi çok yüksek bir ajandır. Gümüş (Ag^{+}) iyonlarının güçlü antimikrobiyal etkisi ile florid (F^{-}) iyonlarının remineralizasyon etkisini birleştirir. Davranış yönetimi zor olan (koopere olmayan) çok küçük çocuklarda, anestezi veya döner alet kullanımının mümkün olmadığı durumlarda, bakıma muhtaç hastalarda kavite preparasyonu yapılmadan doğrudan çürük lezyonu üzerine uygulanır. Uygulanan çürük lezyonunu kalıcı olarak siyaha boyar. Bu estetik sorun aileye önceden mutlaka anlatılmalıdır. Ancak enfeksiyonu

durdurma ve ağrıyı kesme başarısı, estetik kaygıların önüne geçebilmektedir.[2]

- **Nano-Gümüş Florür (NSF):** SDF'nin estetik dezavantajları, araştırmacıları gümüşün antimikrobiyal gücünü koruyan ancak leke bırakmayan yeni formülasyonlar geliştirmeye itmiştir. Bu arayışın ürünü olan Nano-Gümüş Florür (NSF) ortaya çıkmıştır. NSF, gümüş nanopartikülleri (AgNP), kitosan ve florür kombinasyonundan oluşur. Geleneksel SDF'deki iyonik gümüşün aksine nano boyuttaki gümüş partikülleri (<100 nm) diş dokusunda oksidasyona uğramaz ve siyah metalik çökeltiler oluşturmaz. Bu sayede, uygulandığı dişte renk değişikliğine neden olmaz.[35] Doğal bir biyopolimer olan kitosan, hem gümüş nanopartiküllerini stabilize eder hem de kendi başına antibakteriyel ve remineralize edici özelliklere sahiptir. Ayrıca, kitosanın biyouyumlu yapısı, NSF'nin yumuşak dokularda irritasyon yapma riskini (SDF'nin aksine) ortadan kaldırır.[36] 2025 yılında yayınlanan Mareddy ve ekibi tarafından yürütülen bir klinik çalışma, 600 ppm NSF ile %38 SDF'nin etkinliğini karşılaştırmıştır; Çalışma sonucunda, 6 aylık takipte NSF grubunun çürük durdurma oranı **%72.4** iken, SDF grubunun oranı **%57.1** olarak bulunmuştur (p=0.008). Bu şaşırtıcı sonuç, çok daha düşük gümüş konsantrasyonuna rağmen nano formülasyonun daha yüksek biyoyararlanım ve penetrasyon sağladığını düşündürmektedir. NSF, özellikle okluzal yüzeylerdeki çürüklerde (%71.8) proksimal yüzeylere (%56.1) göre daha başarılı bulunmuştur. Ebeveynler ve çocuklar arasında yapılan anketlerde, NSF grubunda %92 oranında bir tercih ve memnuniyet görülürken, SDF grubunda estetik şikayetler nedeniyle bu oran düşüktür.[37]
- **Florür Salınımı Yapan Dental Materyaller:** Flor salınımı yapan dental materyaller topikal florid uygulaması amacıyla kullanılabilir. Çürük dişlerin restorasyonunda kullanılan

restoratif materyallerin yapısına ilave edilen florun açığa çıkabilme özelliği, antikaryojenik etki bakımından klinik önem taşımaktadır. Çoğu florürlü materyalde salınım profili iki aşamada gerçekleşir: İlk olarak "Burst Effect" (Ani Salınım), materyal sertleştikten sonraki ilk 24-48 saat içinde gerçekleşen çok yüksek miktardaki florür çıkışıdır. Bu, materyalin yüzeyindeki ve matriksindeki serbest florür iyonlarının hızlıca dışarı atılmasıdır. Bu aşama, operasyon sonrası hassasiyeti azaltmak ve kesim yapılmış dentini hemen korumak için kritiktir. Ardından Sustained Release (Sürdürülebilir/Uzun Dönem Salınım), ilk patlama etkisinden sonra salınım azalır ve sabit bir platoya (düşük seviyede sürekli salınım) oturur. Bu, uzun vadeli çürük koruması (sekonder çürük engelleme) sağlar**.**[27]

"Recharge" (Yeniden Yüklenebilirlik), bu sistemlerin en değerli özelliklerinden biridir. Materyal, dışarıdan uygulanan florürlü ajanlardan (diş macunu, gargara, topikal florür) florürü "emerek" (uptake) bünyesine alır ve asidik atak sırasında tekrar "salar" (release). Bu özellik materyali bir florür rezervuarına dönüştürür.[28]

Tablo 3. Flor salınımı yapan dental materyaller tabloda karşılaştırılmıştır

Materyal	**Florür Salınımı**	**Florür Depolama (Recharge)**	**Estetik**	**Mekanik Dayanıklılık**
Geleneksel CİS	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Düşük
RMCİS	Yüksek	Yüksek	İyi	Orta
Giomer	Orta/Yüksek	Yüksek	Çok İyi	İyi
Kompomer	Düşük/Orta	Orta	Çok İyi	İyi
Kompozit	Çok Düşük	Çok Düşük/Yok	Mükemmel	Çok Yüksek

- **Uzun Süre Flor Salan Sistemler:** Ağız ortamında sürekli olarak, belirli bir düzeydeki floridin kontrollü salımı için

geliştirilmiş sistemlerdir. Dişlere, yer tutuculara ve protezlere yerleştirilerek kullanılmaktadır. Sosyo-ekonomik düzeyi düşük gruplarda ve engelli bireylerde diş çürüğünü kontrol altına almak için oldukça elverişli bir yöntemdir. Amalgam, kompozit, fissür örtücü, cam iyonomer simanların yapısına katılan floridlerle diş yapısına florun sokulmasına ve bu materyallerin yavaş salınım sistemleri gibi rol oynamasına çalışılmaktadır. Ayrıca, çiklet, çikolata ve şekerlere de flor katılmaktadır. 1970'lerde kopolimer membran cihazlar geliştirilmiştir, bunlar diş yüzeyine tutturulmak üzere tasarlanmıştır. Bu cihazlar, sodyum florür (NAF) emdirilmiş akrilik polimer matriks membran içerir.

Glass Bead denilen camdan üretilen cihazlarda ise cihazın bütünlüğü bozulmadan florür salınır. Algar ve ark. daha fazla florür yüklenen ve stabil bir oranda salınım sağlayan bir cam bileşimini keşfetmişlerdir. Yavaş salınım yapan bu cihazın florür kapasitesini artırmak ve salınım süresini uzatmak için ortodontik braketlere bağlanan ve florür salgılayan bir pelet içeren bir kit hazırlanmıştır. Bu pelet, brakete rezin ile yapıştırılmıştır. Braket, hastanın dişine yapıştırıcı rezin ile bağlanır. Pelet, florürün yavaş salınımı için tasarlanmıştır ve 6 aydan 2 yıla kadar değişen sürelerde yenilenebilir.[30]

Farklı florür kaynaklarının diş çürüklerini önleme oranları (Prevented Fraction - PF), uygulanan yönteme, kullanım sıklığına ve flor konsantrasyonuna göre değişiklik göstermektedir. Aşağıda, güncel sistematik derlemeler ve meta-analiz sonuçlarına dayanarak daimi Dişler (DMFS) ve Süt Dişleri (dmfs) için koruma oranlarının özeti sunulmuştur.[32]

Tablo 4

Flor Kaynağı	Daimi Dişler (DMFS) Koruma Oranı	Süt Dişleri (dmfs) Koruma Oranı
Florürlü Diş Macunu	**%24 - %25**	**%31 - %37***
Florürlü Vernik	**%43**	**%33 - %37**
Florürlü Jel	**%28**	**%20**
Florürlü Gargara	**%26 - %27**	**~%20 - %25** (Veri sınırlı)
Florürlü Su	**%26 - %35** (Modern veriler)	**%30 - %40**

5. FLORUN TOKSİSİTESİ VE DOZ SINIRLARI

Flor, farmakolojide "terapötik indeksi" dar olan maddelerden biridir; yani önerilen dozlarda son derece faydalı ve güvenli iken, bu dozun aşılması durumunda toksik etkiler gösterebilir.

Toksisite, maruziyet süresine göre Akut ve Kronik olarak ikiye ayrılır:

Akut Toksisite: Tek seferde çok yüksek miktarda flor alımı (örn. kazara yutulan fazla miktarda diş macunu veya konsantre florür solüsyonları, evde flor tabletlerinin şişesinin çocuk tarafından bulunup şeker sanılarak yenmesi) akut zehirlenme belirtilerine yol açar. Literatürde ***toksik doz (Probable Toxic Dose, PTD)*** olarak yaklaşık **5–8 mg florür/kg vücut ağırlığı** verilmiştir.[5] Bu eşiğin üzerinde flor alındığında ilk olarak mide-bağırsak rahatsızlıkları (şiddetli bulantı, kusma, karın ağrısı, ishal) görülür. Giderek kas krampları, ellerde-ayaklarda tetani, hipotansiyon ve kalp ritim bozuklukları ortaya çıkabilir.[5] Daha yüksek dozlarda (yaklaşık ≥16 mg/kg çocuk için, ≥32 mg/kg yetişkin için), solunum yetmezliği, böbrek yetmezliği ve metabolik-asidoz gibi ağır sistemik reaksiyonlar gelişerek ölümcül olabilir. Pratik olarak, tek seferde bir çocuğun

yutabileceği normal florürlü diş macunu dozları bu seviyelere ulaşmaz; ancak yüksek dozlu solüsyonlar veya yanlışlıkla birden fazla tüpün yutulması riskli olabilir.[5]

Patofizyoloji ve Semptomlar:

1. Gastrointestinal Etkiler: Yutulan flor, midede hidroklorik asit (HCl) ile reaksiyona girerek hidrojen florid (HF) oluşturur. HF, korozif bir asittir ve mide mukozasını şiddetle tahriş eder. İlk belirtiler bulantı, kusma, şiddetli karın ağrısı, diyare ve tükürük artışıdır.

2. Sistemik/Metabolik Etkiler: Florid kana karıştığında, kandaki serbest kalsiyum iyonlarını bağlayarak CaF_2 çökeleği oluşturur. Bu durum akut hipokalsemiye (kalsiyum düşüklüğü) yol açar. Ayrıca potasyum dengesini bozarak hiperkalemiye neden olur.

3. **Kardiyak ve Nörolojik Etkiler:** Hipokalsemi ve hiperkalemi kombinasyonu, kalp kasının elektriksel aktivitesini bozar. Kardiyak aritmiler, ventriküler fibrilasyon ve kalp durması (kardiyak arrest) gelişebilir. Ayrıca kalsiyum düşüklüğüne bağlı tetani (kas kasılmaları), konvülsiyonlar ve koma görülebilir.

Acil Müdahale Protokolü: Müdahale, alınan flor miktarına (mg/kg) göre belirlenir:

- **<5 mg/kg:** Kusturmaya gerek yoktur (veya hasta kendiliğinden kusmuşsa iyidir). Flor emilimini azaltmak için kalsiyum içeren bir sıvı (süt) veya antiasit içirilmelidir. Kalsiyum, flor ile birleşerek emilmeyen tuzlar oluşturur. Hasta 2-4 saat gözlemlenmelidir.
- **>5 mg/kg:** Acil tıbbi yardım çağırılmalıdır (112). Hasta kusturulmaya çalışılmalıdır. Hemen ardından

ağızdan süt veya kalsiyum glukonat verilmelidir. Hasta acilen hastaneye sevk edilmelidir.

- **>15 mg/kg:** Derhal hastaneye sevk edilmelidir. Kusturma yapılır. Yolda kalsiyum desteği verilir. Hastanede kalp monitörizasyonu, intravenöz (IV) kalsiyum glukonat uygulaması ve destekleyici tedavi (alkali diürez) gereklidir.

Kronik Toksisite ve Florozis: Uzun süreli ve sürekli yüksek flor alımı ilk olarak *dental fluorozis* ile kendini gösterir. Çocuklukta diş minesi oluşurken aşırı florür alınması sonucu minede beyaz, kahverengi veya gri renk değişikliği ve mine kusurları ortaya çıkar. Literatürde, günde 0.1 mg/kg'dan fazla flor alımının diş fluorozisine yol açabildiği bildirilmiştir (bu da 1 mg/L su florür içeren ortamda sürekli yaşamaya karşılık gelebilir).[5] WHO ve IPCS verileri, 1,5–2 mg/L'nin altındaki su florür konsantrasyonlarında (ılıman iklimlerde) fluorozis görülmediğini; ancak çocukların günlük su tüketiminin fazla olduğu sıcak iklimlerde düşük konsantrasyonlarda da hafif fluorozis gelişebileceğini belirtir.[33] Kronik flor maruziyetinin şiddetli formları omurga ve eklemlerde yapısal değişikliklere (iskelet fluorozisi) neden olur; WHO raporuna göre uzun vadeli su florür konsantrasyonu 3–6 mg/L olduğunda iskelet fluorozisinden ilk belirtiler; 10 mg/L üzerinde ise sakatlayıcı fluorozis görülebilir.[33]

- **Oluşum Mekanizması:** Dental florozis, bir mine hipomineralizasyonudur. Yüksek florid konsantrasyonları, amelogenezis sırasında ameloblastların fonksiyonunu bozar. Florozis, minenin "matriks formasyonu" aşamasından ziyade, maturasyon aşamasını etkiler. Yüksek flor, mine matriksindeki proteinlerin (amelogeninlerin) parçalanıp uzaklaştırılmasını ve yerine mineralin yerleşmesini engeller. Sonuçta, yüzeyin altında poröz,

proteinden zengin ve mineralden fakir bir mine dokusu oluşur.[1]

- **Klinik Görünüm ve Sınıflandırma (Dean İndeksi):**
  - *Normal:* Mine yarı şeffaf, pürüzsüz ve parlaktır.
  - *Şüpheli/Çok Hafif:* Mine yüzeyinde dağınık, küçük beyaz noktalar veya çizgiler.
  - *Hafif (Mild):* Diş yüzeyinin %25-%50'sini kaplayan beyaz opak alanlar. Bu form, genellikle kozmetik bir sorun olarak algılanmaz, hatta dişlerin daha beyaz görünmesini sağladığı için bazı kültürlerde tercih bile edilebilir.
  - *Orta (Moderate):* Tüm diş yüzeyleri etkilenmiştir. Beyaz alanların yanında kahverengi lekelenmeler görülebilir. Mine yüzeyinde aşınmalar başlayabilir.
  - *Şiddetli (Severe):* Mine yüzeyinde yaygın kahverengi/siyah renklenmeler, derin çukurcuklar (pitting), mine bütünlüğünde bozulmalar ve diş formunda değişiklikler görülür. Dişler kırılgan ve estetik olarak bozuktur.[1]
- **Risk Faktörleri:** Kontrolsüz su floridasyonu, kuyu sularının analizi yapılmadan kullanılması, bebek mamalarının florlu su ile hazırlanması, 3 yaş altı çocukların diş macununu yutması ve gereksiz flor tableti kullanımı.[1]
- **Yönetim:** Florozis geri döndürülemez ancak estetik tedavisi mümkündür. Hafif vakalarda mikroabrazyon ve beyazlatma yeterli olurken şiddetli vakalarda kompozit venerler veya porselen kronlar endikedir.[1]

Uygulama Güvenliği ve Koruyucu Önlemler: Florür uygulamalarında güvenlik önlemleri, önerilen dozların aşılmasını ve yanlış uygulamayı önlemeye yöneliktir:

- **Topluluk uygulamaları için kalite kontrolü:** İçme sularında flor düzeyleri düzenli aralıklarla ölçülmeli, otomatik dozaj sistemleri ile ideal aralıkta tutulmalıdır.[33] Floridasyon tesislerinde tatbikat ve kalibrasyon hatalarının önlenmesi için kaliteli cihazlar kullanılmalı, operatör eğitimi sağlanmalıdır. EPA gibi kuruluşlar, su florürünün 2.0 mg/L üzerinde olmaması için ikinci basamak önerilerde bulunmakta aşırı doz riskine karşı maksimum 4.0 mg/L'lik zorunlu sınır koymaktadır.[18] Benzer şekilde, tuz ve süt floridasyon programlarında da florür dozajının standartlara uygun olması gereklidir. Örneğin PAHO, tuz programlarında 250–300 ppm flor hedefine ulaşmayı öngörürken bu değerin üzerinde aşırı fluorozis riski artar.[33]
- **Takviye ve diyet kontrolü:** Flor tabletleri veya damlalar doktor önerisiyle verilmelidir. Çocuklarda takviye öncesinde tüm flor kaynakları değerlendirilmelidir.[25] Örneğin eğer evde ve okulda su fluorlanmışsa ek takviye genellikle gereksizdir. Hazırlanan bebek mamalarında da suyun flor içeriği önemlidir: AAPD'ye göre toz mamalar 1 ppm suda hazırlanırsa çözelti 0,6–1,0 ppm F içerebilir; suyu 0,7 ppm'ye indirmek ise florozis riskini azaltır.[25] Takviye tabletleri kapaklı ve ulaşılmaz ambalajda muhafaza edilmeli, doğru dozaj koşulları (kullanma talimatı) açıkça belirtilmelidir.[25]
- **Diş macunu ve gargara kullanımı:** Çocuklar için düşük florürlü macun seçilmeli ve önerilen miktarlar aşılmamalıdır.[25] Fırçalama sırasında çocuk mutlaka denetlenmeli, macunu yutmaması öğretilmelidir. Tüketim esnasında yutma olasılığını azaltmak için gargara gibi ev tipi uygulamalar yalnızca 6 yaş üstü ve yönlendirme ile yaptırılmalıdır.[25]

- **Hasta/ebeveyn eğitimi:** Toplumda florür uygulamalarının yararları ve riskleri iyi anlatılmalıdır. Ebeveynler, evde kapalı bir sistem gibi günde birkaç kez florür alma ihtimali olan ürünlerden kaçınmalı; örneğin çocukları çok fazla diş macunu ile fırçalamamalı veya birden fazla florür kaynağı kullanımından haberdar olmalıdır. Bu sayede florozis önlenirken koruyucu diş hekimliği hedefleri de gerçekleştirilmiş olur.[25]

6. SONUÇ

Doğru dozaj ve uygulama yöntemleri kullanıldığında florür, hem diş minesini güçlendirerek çürük oranını azaltır hem de maliyet-etkin toplum sağlığı yararı sağlar.[34] Bununla birlikte doz sınırlarının aşılmaması için uluslararası sağlık kuruluşlarının önerileri (WHO, ADA, EAPD, AAPD vb.) ışığında güvenlik önlemleri titizlikle uygulanmalıdır.[25] Böylece florun toksik etkilerinden kaçınılırken koruyucu diş hekimliği uygulamaları en üst düzeyde fayda sağlayabilir.

KAYNAKÇA

1. Nowak, A. J., Christensen, J. R., Mabry, T. R., Townsend, J. A., & Wells, M. H. (2019). *Pinkham's pediatric dentistry: Infancy through adolescence* (6. bs.). Elsevier.
2. National Institute of Dental and Craniofacial Research. (2024, Aralık). *The story of fluoridation*. National Institutes of Health. https://www.nidcr.nih.gov/health-info/fluoride/the-story-of-fluoridation
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2003, Eylül). *Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine*. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK597856/
4. Cerklewski, F. L. (1997). Fluoride bioavailability—nutritional and clinical aspects. *Nutrition Research, 17*(5), 907-929.
5. Ullah, R., Zafar, M. S., & Shahani, N. (2017). Potential fluoride toxicity from oral medicaments: A review. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 20*(8), 841–848. https://doi.org/10.22038/IJBMS.2017.9104
6. Featherstone, J. D. (2004). The caries balance: The basis for caries management by risk assessment. *Oral Health & Preventive Dentistry, 2*(Suppl. 1), 259-264.
7. Silverstone, L. M. (1980). Laboratory studies on the demineralization and remineralization of human enamel in relation to caries mechanisms. *Australian Dental Journal, 25*(3), 163-168. doi:10.1111/j.1834-7819.1980.tb03707.x
8. Featherstone, J. D. (1999). Prevention and reversal of dental caries: Role of low level fluoride. *Community Dentistry and Oral Epidemiology, 27*(1), 31-40.

9. Whitford, G. M., Schuster, G. S., Pashley, D. H., & Venkateswarlu, P. (1977). Fluoride uptake by Streptococcus mutans 6715. *Infection and Immunity, 18*(3), 680-687.

10. Van Loveren, C. (1990). The antimicrobial action of fluoride and its role in caries inhibition. *Journal of Dental Research, 69*(Spec No), 676-681.

11. Fejerskov, O., Thylstrup, A., & Larsen, M. J. (1981). Rational use of fluorides in caries prevention: A concept based on possible cariostatic mechanisms. *Acta Odontologica Scandinavica, 39*(4), 241-249.

12. ten Cate, J. M., & Featherstone, J. D. (1991). Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine, 2*(3), 283-296.

13. Cury, J. A., & Tenuta, L. M. (2009). Enamel remineralization: Controlling the caries disease or treating early caries lesions?. *Brazilian Oral Research, 23*(Suppl. 1), 23-30. doi:10.1590/s1806-83242009000500005

14. Dijkman, A., Huizinga, E., Ruben, J., & Arends, J. (1990). Remineralization of human enamel in situ after 3 months: The effect of not brushing versus the effect of an F dentifrice and an F-free dentifrice. *Caries Research, 24*(4), 263-266. doi:10.1159/000261280

15. Marwah, N. (2019). *Textbook of pediatric dentistry* (4. bs.). New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers.

16. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Division of Oral Health. (t.y.). *Fluorosis*. Erişim tarihi: 14 Ocak 2022.

17. American Academy of Pediatric Dentistry. (2025). *The reference manual of pediatric dentistry*. Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry. (ss. 110-112).

18. National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. (2025). *Fluoride: Health professional fact sheet*. U.S. Department of Health and Human Services. https://ods.od.nih.gov/factsheets/Fluoride-HealthProfessional/

19. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. (2005, 17 Şubat). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı: 25730). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/02/20050217-3.htm

20. Pollick, H. F. (2013). Salt fluoridation: A review. *Journal of the California Dental Association, 41*(6), 395-404.

21. Salt fluoridation can reduce caries. (2005). *British Dental Journal, 199*(5), 253. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4812733

22. Marthaler, T. M., & Petersen, P. E. (2005). Salt fluoridation—an alternative in automatic prevention of dental caries. *International Dental Journal, 55*(6), 351-358.

23. American Dental Association. (t.y.). *Fluoride supplements overview*. https://www.ada.org/-/media/project/ada-organization/ada/ada-org/files/resources/community-initiatives/ada_fluoride_supplements_overview.pdf

24. Lopes, R. M., Turbino, M. L., Zezell, D. M., Scaramucci, T., & Aranha, A. C. (2015). The effect of desensitizing dentifrices on dentin wear and tubule occlusion. *American Journal of Dentistry, 28*(5), 297–302.

25. American Academy of Pediatric Dentistry. (2024). Policy on use of fluoride. *The reference manual of pediatric*

dentistry içinde. Chicago, IL: American Academy of Pediatric
Dentistry. https://www.aapd.org/globalassets/media/policies_guidelines/p_fluorideuse.pdf

26. American Academy of Pediatric Dentistry. (2023). Policy on use of silver diamine fluoride for pediatric dental patients. *The reference manual of pediatric dentistry* içinde (ss. 103-105). Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry.

27. Wiegand, A., Buchalla, W., & Attin, T. (2007). Review on fluoride-releasing restorative materials—fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dental Materials, 23*(3), 343-362.

28. Xu, X., & Burgess, J. O. (2003). Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials*.

29. Sakaguchi, R. L., & Powers, J. M. (2012). *Craig's restorative dental materials* (13. bs.). Elsevier Mosby.

30. Çelik, Ç. (2012). Diş çürüklerinin önlenmesinde güncel yaklaşımlar. *ADO Klinik Bilimler Dergisi, 6*(3), 1284-1292.

31. Haubek, D., Koch, G., Espelid, I., & Poulsen, S. (Ed.). (2023). *Çocuk diş hekimliği: Klinik yaklaşım* (G. Aren & Y. Kasımoğlu, Çev. Ed.). Ankara Nobel Tıp Kitabevleri.

32. Marinho, V. C. C., Worthington, H. V., Walsh, T., & Clarkson, J. E. (2013). Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7). https://doi.org/10.1002/14651858.CD002279.pub2

33. World Health Organization. (2019). *Fluoride in drinking-water: Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality*. https://www.who.int/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/fluoride-background-document.pdf

34. Harvard T.H. Chan School of Public Health. (2023, Mart). Fluoride. *The Nutrition Source*. https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/fluoride/

35. Chaudhary, R. N., Dutta, Q., Lingayat, N., B., H., Dutta, S. D., Kadam, P., Shetty, G., & Tiwari, R. (2025). Efficacy of nano silver fluoride versus silver diamine fluoride in prevention of dental caries: A comparative study. *Journal of Pioneering Medical Sciences, 14*(10), 143-147.

36. Vasluianu, R. I., Bobu, L., Lupu, I. C., Antohe, M., Bulancea, B. P., Moldovanu, A., Stamatin, O., Holban, C. C., & Dima, A. M. (2025). Innovative smart materials in restorative dentistry. *Journal of Functional Biomaterials, 16*(9), 318. https://doi.org/10.3390/jfb16090318

37. Mareddy, A. R., Reddy, V. N., Rehaman, T., Reddy, D., Manchikatla, R., & Kanugula, A. (2025). Comparison of anticariogenic efficacy of 600 ppm nano-silver fluoride and 38% silver diamine fluoride in primary molars: A preliminary clinical trial. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 18*(3), 271–275. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-3033

DISTURBING THE BLUEPRINT: THE IMPACT OF PRIMARY MOLAR PATHOLOGY AND EARLY EXTRACTION ON PERMANENT DENTITION

Yakup DOĞRU[1]

Berkay Tolga SUER[2]

Çiğdem ELBEK ÇUBUKÇU[3]

1. INTRODUCTION

The primary dentition, also referred to as deciduous dentition, comprises the initial set of teeth to erupt into the oral cavity. Eruption typically commences at approximately six months of age and continues until approximately three years of age. The primary dentition consists of 20 teeth in total, including eight incisors, four canines, and eight molars, with each tooth playing a crucial role in oral function and development(Muthu et al., 2024).

The primary dentition is essential for maintaining both localized oral function and the child's systemic development and well-being. Primarily, these teeth are fundamental for proper mastication, which is critical for proper digestion and nutritional intake during early childhood. Additionally, they contribute

[1] Asst. Prof., Bursa Uludag University, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, ORCID:0000-0003-0587-5618.

[2] Clin. Assoc. Prof., DDS, PhD, New York University, College of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Pathology, Radiology and Medicine, ORCID:0000-0001-5750-0880.

[3] Prof., DDS, PhD, Bursa Uludag University, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, ORCID:0000-0002-1480-2907.

significantly to speech and language development by aiding phonation and articulation. Furthermore, the primary dentition preserves arch lenght, serving as natural space maintainer that guides the succeeding permanent teeth into correct alignment. From a developmental perspective, primary dentition also plays a pivotal role in the growth of the jawbone and supporting structures of the oral cavity(Lynch, 2013; Watt et al., 2018).

The permanent succedaneous teeth, which replace the deciduous dentition, are critical for long-term masticatory efficiency and maxillofacial harmony. These teeth begin to replace their primary counterparts starting around six years of age and continue to erupt into early adolescence. The permanent dentition comprises 32 teeth in total, including eight incisors, four canines, eight premolars, and 12 molars (Dean, 2021b).

The permanent teeth play a multifaceted role in oral health and overall well-being. Firstly, they are integral to efficient mastication and digestion, enabling individuals to break down food into smaller particles for easier swallowing and nutrient absorption. Secondly, permanent teeth contribute to speech and language articulation by aiding in the pronunciation of sounds and facilitating clear communication. Finally, they support the perioral soft tissues, establishing facial aesthetic and dental arch integrity (Kojima & Sendo, 2022).

2. CHARACTERISTIC FEATURES AND IMPORTANCE OF PRIMARY MOLARS.

2.1. Structural Characteristics of Primary Molars

Primary molars are central to dental arch development, space maintenance, and the establishment of masticatory function in the pediatric patient. Structurally, these teeth exhibit several

distinct anatomical characteristics that differentiate them from the permanent dentition(Dean, 2021a).

The crown morphology of primary molars is characterized by unique proportions; specifically, the crowns are shorter relative to root length, and their mesiodistal diameters are typically greater than their cervico-occlusal heights. A defining feature of these teeth is a significantly constricted buccolingual dimension of the occlusal table. Furthermore, unlike the point-like contacts characteristics of the permanent dentition, the proximal contact areas of primary molars are flat and remarkably broad. A prominent cervical bulge of enamel is typically present on the buccal surfaces, leading to a marked narrowing of the crown in the cervical region(Dean, 2021a).

The root system of primary molars is equally specialized. The roots are longer and slenderer than those of permanent molars and exhibit significant divergence. This flared root morphology accomodates the developing permanent premolar tooth buds situated within the interradicular space beneath the furcation. Additionally, the enamel and dentin layers are approximately half the thickness of those in permanent teeth, and the pulp chambers are relatively larger and positioned more superficially within the crown(Dean, 2021a).

2.2. Functional Roles of Primary Molars

Primary molars function as critical placeholders for the succeeding permanent premolars by maintaining the dental arch length. Additionally, the distal surface of the second primary molar establishes a functional guiding plane that directs the eruption of the first permanent molar into its anatomically correct position. The premature loss of primary molars may result in mesial drift and tipping of adjacent teeth, rotation, loss of arch length, and subsequent space deficiency, crowding, and

malocclusion in the developing dentition.(Nowak, Christensen, Mabry, Townsend, & Wells, 2019).

2.3. Developmental Stages and Eruption Timeline

The eruption of primary molars occurs according to a predictable developmental sequence and is essential for the establishment and maturation of the primary dentition. Primary first molars typically erupt between 12 and 16 months of age, followed by primary second molars between 20 and 30 months, thereby contributing to the completion of the primary dentition (AlQahtani, Hector, & Liversidge, 2010).

The development of these teeth involves intricate processes of morphodifferentiation, mineralization, and eruption. Arising from dental lamina buds within the developing alveolar ridges, these teeth undergo successive stages of morphodifferentiation and histodifferentiation accompanied by mineralization patterns regulated by genetic and epigenetic factors(Thesleff, 2014).

Furthermore, this eruption timeline is tightly coordinated with maxillofacial growth and the maturation of surrounding soft tissues. A proper eruption sequence is critical for establishing a stable dental arch and guiding the subsequent emergence of permanent successors into their appropriate anatomical positions. Ultimately, the distinct morphology of primary molars are highly adapted not only for efficient mastication but also for vital space maintenance(Yai-Tin Lin, Wen-Hsien Lin, & Yng-Tzer J. Lin, 2007).

3. PULP INFLAMMATION IN PRIMARY MOLARS

3.1. Causes and Progression of Pulp Inflammation

Pulp inflammation, or pulpitis within primary molars, is a common dental condition that affects the dental pulp, a soft tissue located in the center of the tooth(Nowak AJ, Christensen JR, Mabry TR, Townsend JA, & Wells MH, 2019). The primary cause of pulp inflammation in primary molars is untreated dental caries. When oral bacteria within the dental biofilm metabolize fermentable carbohydrates producing organic acids that demineralize the overlying enamel and dentin, leading to the formation of cavities. If left untreated, these caries lesions advance through the dentinal tubules, ultimately introducing bacterial pathogens and toxins to the pulp tissue. Once the pulp becomes infected or inflamed, pulpitis ensues, initiating a cascade of inflammatory responses within the tooth(Coll et al., 2024; Nowak AJ et al., 2019).

In addition to dental caries, trauma to the tooth, such as fractures or cracks, can also expose the pulp to external irritants and bacteria, leading to inflammation. (Coll et al., 2024; Nowak AJ et al., 2019)

3.2. Types of Pulpitis: Reversible and Irreversible

Pulpitis in primary molars can manifest in two main forms: reversible pulpitis and irreversible pulpitis. Reversible pulpitis is characterized by mild to moderate inflammation of the pulp tissue, often in response to early stages of dental caries or minor trauma. Symptoms of reversible pulpitis may include sensitivity to hot or cold temperatures, discomfort while chewing, or occasional mild pain. With timely intervention, such as dental restoration or fluoride application, reversible pulpitis can be resolved, and the pulp tissue can heal without long-term damage(Coll et al., 2024).

Conversely, irreversible pulpitis is a more advanced stage of pulp inflammation where the pulp tissue undergoes severe and irreversible degenerative changes. In this state, the inflammatory process extends deeper into the pulp chamber causing intrapulpal pressure to raise within the unyielding dentin walls; this result in intense, lingering thermal sensitivity and the potential for spontaneous, radiating pain. As the infection progresses, tissue perfusion fails and total pulpal necrosis ensues, allowing subsequent microbial colonization of the root canal system to extend into the periradicular tissues, leading to periapical periodontitis or acute alveolar abscess formation (Lin et al., 2024).

3.3. Impact on Dental Pulp and Surrounding Tissues

The impact of pulp inflammation in primary molars extends beyond the dental pulp itself and can affect the surrounding structures within the tooth and the oral cavity. Initially, deep carious lesions compromise pulpal vitality and function; as the carious process advances, the destruction of dental hard tissues and the proximity of infected, demineralized dentin to the pulp chamber exacerbate the inflammatory response(Bjørndal, Simon, Tomson, & Duncan, 2019).

Moreover, untreated pulpitis can have systemic implications, as bacterial toxins and inflammatory mediators released from the infected pulp can enter the bloodstream and contribute to systemic inflammation. In young children, systemic spread of infection from primary molars can potentially affect overall health and well-being, underscoring the importance of early detection and treatment of pulpitis in pediatric dental care(Saraç et al., 2024).

Furthermore, the presence of pulpitis in primary molars can impact the eruption and development of permanent successors. Severe pulp inflammation or infection may interfere

with the normal eruption pathway of permanent teeth, leading to delayed eruption, ectopia or secondary malocclusion. This highlights the critical role of the deciduous molars in preserving dental arch integrity and guiding a favorable transition to permanent dentition(Zou, Meng, Law, Rao, & Zhou, 2018).

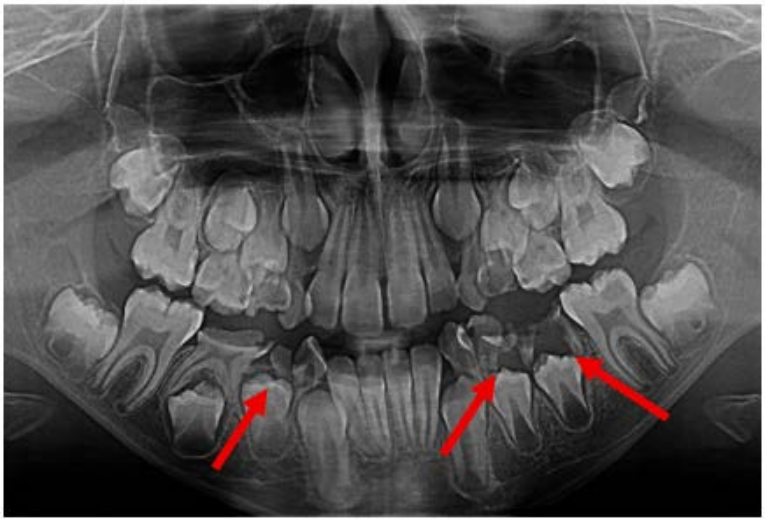

Figure 1. Radiological view of pathological sequelae of untreated pulpitis in primary mandibular first and second molars, demonstrating extensive pathological root resorption, apical lesions, and subsequent asymmetric development of the permanent successors. (indicated by arrows).

3.4. Clinical Manifestations and Diagnosis

3.4.1. Signs and Symptoms

The clinical presentation of pulpal inflammation in the primary dentition varies significantly, necessitating a precise synthesis of subjective symptoms and objective signs to dictate appropriate therapeutic management. The primary symptoms of pulpitis include:

Pain: Odontogenic pain secondary to pulpitis may be provoked by thermal stimuli, chemical irritants such as

fermentable carbohydrates, or mechanical loading during mastication. Alternatively, pain may occur spontaneously, presenting as a constant or intermittent distress that varies from mild sensitivity to acute discomfort.

Sensitivity: Sensitivity to temperature changes, especially cold, is a common early sign of pulpitis. Children may complain of discomfort when consuming cold beverages or foods.

Change in Tooth Color: Discoloration of the affected tooth, often appearing as a grayish hue, can indicate pulp necrosis (death of the pulp tissue) in more advanced cases of pulpitis.

Swelling and Abscess Formation: In cases of severe pulpitis or pulp necrosis, swelling of the gums or the presence of a gum boil (abscess) near the affected tooth may occur, indicating infection spreading beyond the pulp chamber.

Changes in Tooth Sensation: Children may report altered sensations, such as a feeling of pressure or fullness in the affected tooth, especially during acute episodes of pulpitis(Nowak AJ et al., 2019).

3.4.2. Diagnostic Methods: Clinical Examination, Radiographic Findings

Diagnosing pulpitis in primary molars involves a comprehensive approach that combines clinical examination and radiographic assessment:

3.4.2.1. Clinical Examination

Visual Inspection: Dentists examine the tooth for signs of decay, discoloration, or visible damage to the enamel and dentin.

Palpation: Gentle palpation around the gums and tooth can reveal tenderness, swelling, or the presence of an abscess.

Percussion and Mobility Tests: Assessing the tooth's response to gentle tapping (percussion) and checking for abnormal tooth mobility can provide further diagnostic clues.

3.4.2.2. Radiographic Findings

Bitewing X-rays: Interproximal bitewing radiographs reamins indispensable for detecting proximal carious lesions before clinical visibility, evaluating the depth of caries relative to the pulp horns, early signs of pulpitis, such as changes in the size and shape of the pulp chamber, identifying early radiolucencies within the interradicular furcation area, or widening of the creastal periodontal ligament space.

Periapical X-rays: Conversely, periapical radiographs offer a comprehensive view of the entire root length and surrounding osseous architecture. This view is essential for assessing physiological or pathological root resorption, diagnosis of pulp necrosis or periapical abscesses (American Academy of Pediatric Dentistry, 2025).

4. TREATMENT OF PULP INFLAMMATION

Therapeutic intervention for pulpitis in primary molars is governed by the clinical and radiographic extent of tissue degradation, transitioning from vital pulp therapies—such as pulpotomy—to non-vital pulpectomy or surgical extraction.

Pulpotomy: A partial removal of the affected pulp tissue, followed by placement of a medicated dressing to preserve the remaining healthy pulp and promote healing.

Devitalizing pulpotomy techniques are no longer recommended for primary teeth because they rely on fixation or mummification of the pulp tissue rather than preservation of vitality and have been associated with undesirable biological effects, particularly with formocresol use (Fuks, Hebling, & de

Souza Costa, 2016). Contemporary evidence strongly supports vital pulpotomy using calcium silicate–based materials, especially mineral trioxide aggregate (MTA) and Biodentine, which promote healing and dentin bridge formation while maintaining radicular pulp vitality (Coll et al., 2024) A randomized split-mouth clinical trial demonstrated that both Biodentine and formocresol pulpotomies in primary molars achieved comparable clinical outcomes, with 100% clinical success at 12 months and radiographic success rates of 100% and 98.1%, respectively, with no statistically significant difference between groups (P = 1), although furcal radiolucency was observed only in the formocresol group (El Meligy, Alamoudi, Allazzam, & El-Housseiny, 2019) However, considering the mutagenic and carcinogenic potential of formocresol, the superiority of Biodentine as a bioactive and more biocompatible material should not be disputed. Consequently, modern pediatric endodontic guidelines favor biologically based vital pulp therapy rather than devitalization techniques (Coll et al., 2024)

Pulpectomy: Complete removal of the infected pulp tissue from the pulp chamber and root canals, followed by thorough cleaning and sealing (root canal treatment). Primary molar pulpectomy outcomes vary depending on the obturating material used, with clear differences reported in long-term clinical and radiographic success. Calcium hydroxide alone tends to show the lowest performance, with success rates generally around 60–75% over time, while zinc oxide–eugenol (ZOE) demonstrates more moderate outcomes, typically in the range of 70–85%. In contrast, iodoform-based calcium hydroxide pastes such as Vitapex or Metapex consistently show the most favorable results, with reported success rates frequently reaching 85–95% at 12–24 months of follow-up in systematic reviews and clinical studies (Govindaraju, Jeevanandan, Vishwanathaiah, & Maganur, 2024)

Extraction: In cases where the pulpitis is severe and non-restorable, extraction of the affected primary molar may be necessary to prevent further infection and preserve the health of the surrounding teeth and tissues (as observed in the primary molars indicated by arrows in Figure 1).

Follow-up and Monitoring: Regular follow-up visits are essential to monitor the healing process and ensure the long-term success of the treatment(American Academy of Pediatric Dentistry, 2025). Regular follow-up visits are essential after restorative and endodontic treatments in primary molars to monitor healing, evaluate treatment success, and detect early signs of failure. For routine restorative procedures such as composite restorations, clinical recall is typically recommended at 3–6 months to assess marginal integrity, secondary caries, and occlusal function. Following vital pulp therapy (e.g., pulpotomy), clinical evaluation is generally performed at 1, 3, 6, and 12 months, with clinical and radiographic assessments at 6 and 12 months to monitor signs of internal resorption, furcal radiolucency, and pathologic changes. After pulpectomy procedures, closer monitoring is required, with clinical and radiographic follow-ups commonly scheduled at 3, 6, 12, and 24 months to assess periapical healing, root resorption patterns, and integrity of the obturation material. These structured recall intervals are critical for ensuring long-term treatment success and timely intervention when complications arise (Burns et al., 2022)

4.1. Complications of Untreated Pulp Inflammation

4.1.1. Impact on Successor Permanent Teeth

The premature loss of primary molars disrupts the architectural balance of the developing arch, driven by the adjacent dentition, particularly the first permanent molars, exhibiting mesial drift and tipping into the vacant space. This inevitably compromises the eruptive pathway of the

succedaneous premolars, inducing dental crowding, impaction, or secondary malocclusions. Primary molars serve as placeholders, maintaining adequate space for the permanent teeth to erupt in their correct position. When primary molars are lost prematurely, neighboring teeth may drift into the vacant space, potentially leading to malocclusion, crowding, or misalignment of the successor permanent teeth. This misalignment can affect not only the aesthetics but also the function of the dental arch, impairing masticatory efficiency and overall oral health(Shakti, Singh, Purohit, & Purohit, 2023).

Moreover, the loss of primary molars can disrupt the natural sequence of tooth eruption. Consequently, the natural eruption sequence is altered, frequently causing ectopic eruption or premature emergence of the permanent successors, which frequently necessitates subsequent interceptive orthodontic intervention. In cases where primary molars are lost before the eruption of successor permanent teeth, space maintenance techniques such as space maintainers may be necessary to prevent space loss and facilitate the proper eruption of permanent teeth(American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

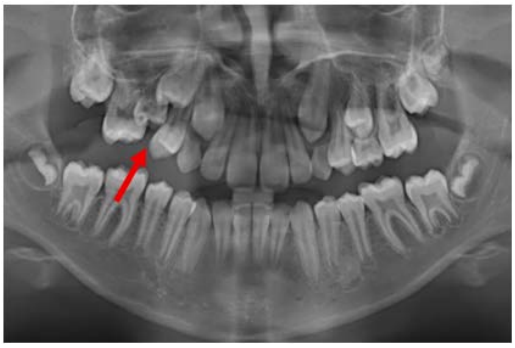

Figure 2. Radiological view of severe space loss, crowding, and impaction of the right maxillary second premolar (#15) following the premature extraction of upper right primary second molar (#55) in a 12-year-old female patient (indicated by an arrow)

4.1.2. Periapical Pathology and Abscess Formation

Pulpitis in primary molars, if left untreated, can progress to periapical pathology, characterized by inflammation and infection extending beyond the apex of the tooth root. Periapical pathology often leads to the formation of periapical abscesses, which are collections of pus in the periapical tissues. These abscesses can cause significant pain, swelling, and discomfort for the child and may require urgent dental intervention to alleviate symptoms and prevent further complications(Coll et al., 2020).

The presence of periapical pathology and abscess formation can also compromise the development and health of successor permanent teeth. Because the primary molar furcation sits in direct anatomical proximity to the developing premolar germ, chronic interradicular osteolysis can breach the protective crypt of the successor. This exposure to microbial toxins can disrupt amelogenesis, culminating in localized enamel hypoplasia or structural defects historically recognized as Turner's hypoplasia(Figure 3) (Li, Yang, Ju, Li, & Yang, 2023).

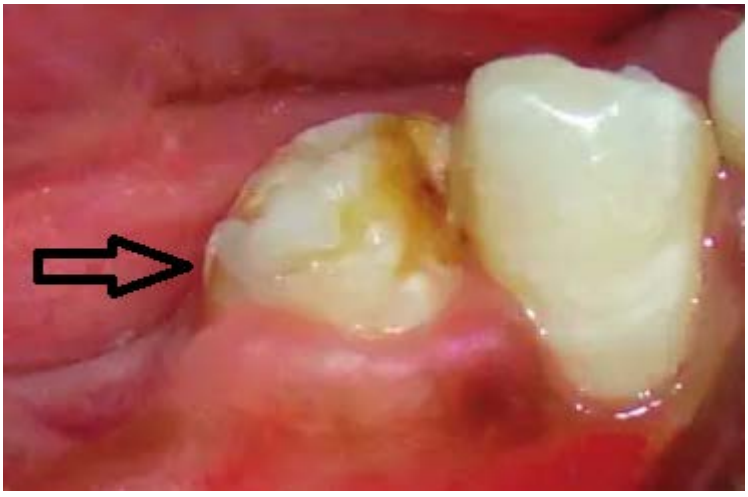

Figure 3. Turner hypoplasia of the right mandibular second premolar (#45) associated with a chronic apical lesion in its primary predecessor (indicated by the arrow).

4.1.3. Developmental Enamel Defects and Turner Tooth

Among the most clinically significant sequelae of primary molar pulpal pathosis is the manifestation of developmental enamel defects (DED) within the permanent successors. A classic presentation of this phenomenon is Turner's hypoplasia (Turner tooth), characterized by localized enamel defects in premolars secondary to chronic periapical or interradicular infection of the overlying deciduous predecessor(Dean, 2021a; van der Weijden, Hesse, Americano, Soviero, & Bonifacio, 2020). Histopathologically, because pediatric periradicular lesions frequently lack a well-defined fibrous capsule to confine the infection, inflammatory mediators and microbial by-products readily migrate into the follicle of the underlying succedaneous tooth germ during its prefunctional eruptive phase(Dean, 2021a) (Figure 3).

The anatomical architecture of primary molars heightens susceptibility to this pathogenesis, particularly within the furcation region. Reduced dentinal thickness, microscopic resorption areas, and prominent accessory canals collectively enhance regional permeability, facilitating the direct transmission of pulpal degradation products to the successor. This pathway is highly pronounced in maxillary primary molars due to their greater density of accessory channels and anatomical proximity to lower-density alveolar bone(Disha, Zaimi, Petrela, & Aliaj, 2024).

Clinically, Turner's hypoplasia ranges from superficial white or yellowish-brown opacities to distinct pitting, grooving, or extensive enamel hypoplasia. Severe or prolonged insults may culminate in macro-morphological crown alterations or the complete arrest of radicular development(Cordeiro & Rocha, 2005). The architectural severity of these defects correlates

directly with the depth and chronicity of the predecessor's carious lesion, with deep lesions requiring extensive pulp therapy or surgical extraction exhibiting the highest risk profile(van der Weijden, Hesse, Americano, Soviero, & Bonifacio, 2020).

Chronologically, the developmental stage of the permanent tooth germ at the time of insult remains the principal determinant of risk. Because premolar crown formation and mineralization are typically complete by five to six years of age, pulpal pathosis prior to this milestone carries the highest risk of structural enamel disruption. While early childhood insults universally yield a higher risk, current clinical evidence regarding whether specific chronological age thresholds in late mixed dentition result in a distinct variance in DED prevalence remains inconclusive(van der Weijden et al., 2020).

Ultimately, the identification of DED in an erupted premolar signifies more than an isolated cosmetic concern; hypoplastic enamel possesses an inherently elevated susceptibility to secondary dental caries, thermal sensitivity, and accelerated pulpal involvement(Geetha Priya, John, & Elango, 2010). Prompt diagnosis and interceptive restorative management are mandatory to arrest a pathological cycle initiated in the deciduous dentition.

5. PREMATURE EXTRACTION OF PRIMARY MOLARS

5.1. Indications for Extraction: Dental Caries, Trauma, Orthodontic Considerations

In pediatric dentistry, the therapeutic decision to perform a surgical extraction is primarily dictated by advanced dental caries, acute maxillofacial trauma, or specific interceptive orthodontic strategies.

Dental Caries: Chronic, extensive carious lesions remain the leading etiology for primary molar extraction; when structural destruction precludes predictable restoration, extraction becomes mandatory to eradicate the infectious focus and alleviate associated pain (Fayaz et al., 2024).

Trauma: Severe dental trauma—manifesting as crown-root fractures, intrusive luxation, or alveolar fractures—frequently renders a primary molar non-restorable. In these instances, extraction is indicated to mitigate the risk of inflammatory root resorption or collateral damage to the underlying succedaneous tooth germ (Day et al., 2020).

Orthodontic Considerations: From an orthodontic perspective, planned serial extraction or therapeutic removal of a primary molar may be integrated into a comprehensive treatment plan to alleviate severe tooth-size/arch-size discrepancies, guide the eruption of permanent successors, or facilitate planned arch-length mechanics (American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

5.2. Impact on Successor Permanent Teeth

5.2.1. Eruption Timing and Sequence Alterations

The eruption of both dentitions follows a tightly regulated chronological and spatial sequence that is essential for balanced dental arch maturation; any deviation from these normative patterns can profoundly alter long-term occlusal development. Eruption timing refers to the chronological order in which teeth emerge into the oral cavity, while sequence alterations denote deviations from this normative pattern. Understanding these processes is essential in pediatric dentistry to monitor dental development and anticipate potential challenges(American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

Primary Dentition: The eruption of primary teeth typically begins around six months of age with the appearance of the lower central incisors. It progresses in a predictable sequence, with variations considered normal within certain limits. However, factors such as genetics, systemic health, and local factors can influence eruption timing. Deviations from the normal eruption sequence may indicate underlying developmental issues or systemic conditions that warrant further evaluation(American Academy of Pediatric Dentistry, 2024; Zhao, Jin, Li, & Qin, 2023).

Permanent Dentition: The eruption of permanent teeth begins around six years of age with the eruption of the first permanent molars. This phase continues through adolescence, culminating with the eruption of third molars (wisdom teeth) in early adulthood. Within the permanent dentition, sequence alterations and eruption anomalies are heavily influenced by the premature loss of their deciduous predecessors. When a primary molar is extracted prematurely, the chronological emergence of the underlying succedaneous premolar is altered, often leading to delayed eruption, osseous impaction, or ectopic alignment that necessitates interceptive orthodontic management (Ahmad, Parekh, & Ashley, 2018; American Academy of Pediatric Dentistry, 2024) (Figure 4).

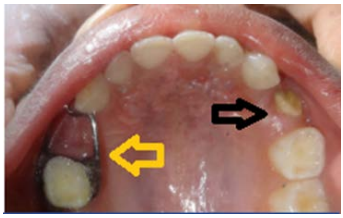

Figure 4. Intraoral view of early loss of the maxillary left primary first molar (#64) due to pathological root resorption, accompanied by premature eruption of its permanent successor with the development of Turner hypoplasia (#24) (indicated by the black arrow) (Rai, Mathur, Sandhu, & Sachdev, 2016)

5.2.2. Chronological Variables: The Influence of Age at Extraction on Successor Alignment

The chronological age at which a primary molar is extracted is a critical determinant of the spatial sequelae within the developing dental arch. Early extraction significantly exacerbates the risk of space closure and subsequent successor misalignment, a vulnerability that maximizes when intervention occurs prior to the eruption of the first permanent molars(Nowak et al., 2019). Retrospective data demonstrates that succedaneous premolar misalignment occurs with a distinctly higher probability when the predecessor primary molar is extracted before eight years of age compared to extractions performed later(van der Weijden et al., 2020)(van der Weijden et al., 2020). Clinically, age eight serves as a critical biological threshold corresponding to the clinical emergence of the first permanent molars, an event that imparts transitional structural stability to the posterior arch perimeter.

This age-dependent susceptibility is fundamentally driven by the active mesial eruption vector of the first permanent molar, which peaks prior to and during its emergence. Extraction of a primary molar during this interval eliminates the distal anatomical stop that resists this forward force, permitting unimpeded mesial migration and substantial arch length loss. Conversely, once the first permanent molar achieves the occlusal plane, its forward migration is partially counterbalanced by stable occlusal interdigitation and the structural resistance of the consolidated dentition(Nowak et al., 2019; Zhao et al., 2023)).

Interarch comparisons reveal that the spatial deficit following premature deciduous molar loss is consistently less pronounced in the maxilla than in the mandible, where the arch demonstrates an enhanced vulnerability to rapid dimensional collapse(Zhao et al., 2023)(Zhao et al., 2023). This structural

variance is driven by the severe mesial axial inclination and powerful eruptive vector characteristic of the mandibular first permanent molar. Consequently, when extraction of a primary molar is unavoidable in patients under eight years of age, immediate space maintenance is indicated, carrying the highest clinical urgency in the mandibular arch and during the pre-eruptive phase of the first permanent molar.

5.2.3. Spatial Variables: Differential Impact of Primary First Versus Second Molar Loss

The architectural consequences of premature extraction depend heavily on the specific tooth type lost; the second deciduous molar exerts a disproportionate influence on overall arch perimeter integrity compared to the first(Gianelly, 1995; Nowak et al., 2019). This distinct significance stems from its anatomical position anchoring the anterior boundary of the first permanent molar and its preservation of the leeway space.

The leeway space represents an essential developmental arch-length reserve required to facilitate the late mesial shift of the first permanent molars(Gianelly, 1995)(Gianelly, 1995). Premature loss of the second deciduous molar permits the adjacent first permanent molar to migrate or tip mesially directly into this space. This permanently depletes the perimeter required for the succeeding second premolar, frequently precipitating secondary crowding or osseous impaction in the premolar and canine regions(Gianelly, 1995; Nowak et al., 2019).

Conversely, premature loss of the first primary molar typically incites more moderate, though still clinically significant, spatial changes. While space collapse can occur, the literature identifies a higher propensity for partial self-correction in growing arches, particularly when the loss occurs after the eruption of the permanent incisors within an arch possessing favorable base dimensions (Zhao et al., 2023).

However, unilateral loss of the first primary molar introduces a unique risk of asymmetric arch collapse, specifically manifesting as a dental midline deviation. Longitudinal model analyses confirm that premature loss of the first deciduous molar correlates closely with dental midline deviations—a structural distortion uniquely absent following the loss of deciduous canines or second molars (Warkhandkar & Habib, 2023).This etiologic link underscores the absolute necessity of maintaining bilateral arch symmetry following unilateral first primary molar extraction, even when absolute space loss is projected to be minimal.

Figure 5. Panoramic view showing the consequences of the premature extraction of primary molar #75 of a 9 year-old girl patient: Marked mesial tipping of the permanent first molar (#36) and subsequent impaction/space confinement of the underlying second premolar (#35) (indicated by the arrow).

5.2.4. Space Maintenance Challenges and Orthodontic Implications

Preserving arch integrity through active space maintenance is a fundamental tenet of interceptive therapeutics following the premature exfoliation or extraction of deciduous molars.

Space Maintenance Devices: Preserving arch integrity through active space maintenance is a fundamental tenet of interceptive therapeutics following the premature exfoliation or extraction of deciduous molars. Mechanically, a diverse armamentarium of fixed and removable space maintainers is utilized to counteract the dynamic forces of mesial migration and tipping. By providing passive resistance against the adjacent dentition, these appliances conserve leeway space and preserve the predefined eruptive path of the developing succedaneous premolars. Selection of the appropriate appliance architecture is dictated by the unilateral or bilateral topography of the dental loss, the specific arch involved, and the patient's dental age or skeletal maturity (figure 4; indivated by the yellow arrow).

Orthodontic Implications: Biomechanically, failure to implement timely space management compromises sagittal and transverse arch dimensions, leading to a breakdown of vertical occlusal relationships. Inadequate anchorage conservation invariably culminates in secondary crowding, segmental collapse, impaction of the succedaneous premolars, or severe interarch discrepancies. Consequently, mitigating these post-extraction sequelae requires comprehensive orthodontic intervention to re-establish balanced arch symmetry, manage dental crowding, and restore a stable, functional occlusion (Casaña-Ruiz, Aura-Tormos, Marques-Martinez, Garcia-Miralles, & Perez-Bermejo, 2025; Mosharrafian, Baghalian, Hamrah, & Kargar, 2021; Tabatabai & Kjellberg, 2023)

5.2.5. Long-term Occlusal Stability and Aesthetic Considerations

Achieving long-term occlusal stability and satisfactory aesthetics is a primary goal in pediatric dentistry following eruption timing alterations and space maintenance challenges. Proper dental arch development and alignment contribute to

functional occlusion, masticatory efficiency, and aesthetic harmony.

Occlusal Stability: Effective space maintenance and orthodontic intervention play pivotal roles in achieving long-term occlusal stability. Preserving adequate space and guiding permanent teeth into proper alignment reduce the risk of malocclusion and ensure stable occlusal relationships throughout adulthood. Regular dental assessments and timely intervention are essential to monitor occlusal development and address emerging issues promptly.

Esthetic Considerations: Dental aesthetics are integral to overall facial harmony and self-esteem, particularly during childhood and adolescence. Orthodontic treatment following space maintenance helps improve dental alignment, enhance smile aesthetics, and promote confidence in pediatric patients. Addressing aesthetic concerns early in dental development can positively impact psychosocial well-being and oral health outcomes in the long term.

In conclusion, eruption timing and sequence alterations, space maintenance challenges, orthodontic implications, and long-term occlusal stability and aesthetic considerations are interconnected aspects of pediatric dentistry. By understanding these concepts and implementing evidence-based practices, dental professionals can optimize dental development, address developmental deviations effectively, and promote lifelong oral health and well-being in pediatric patients.

6. ORTHODONTIC CONSIDERATIONS

6.1. Treatment Planning for Dental Crowding and Malocclusion

Dental crowding and malocclusion are common orthodontic issues that require careful treatment planning to achieve optimal outcomes. Treatment approaches vary based on the severity of crowding, occlusal discrepancies, and patient-specific factors.

Diagnostic Evaluation: Orthodontists conduct a comprehensive diagnostic evaluation, including clinical examination, radiographic imaging, and dental impressions, to assess dental arch discrepancies and plan appropriate treatment. Digital imaging technology and intraoral scans aid in precise treatment planning and outcome prediction(Christopoulou et al., 2022; Kapetanović, Oosterkamp, Lamberts, & Schols, 2021).

Treatment Options: Treatment for dental crowding and malocclusion may involve orthodontic appliances such as braces or clear aligners. Braces apply controlled forces to align teeth gradually, while clear aligners offer a discreet and removable alternative for mild to moderate cases. Orthodontic treatment may also include adjunctive therapies like dental extractions, expansion appliances, or orthognathic surgery for severe malocclusions(Jaber, Hajeer, & Sultan, 2023).

6.2. Multidisciplinary Approach to Optimal Dental Arch Development

Achieving optimal dental arch development often requires a collaborative effort among orthodontists, pediatric dentists, oral surgeons, and other dental specialists. A multidisciplinary approach integrates various dental disciplines to address complex cases comprehensively and achieve the best possible functional and aesthetic outcomes.

Collaborative Care: Multidisciplinary teams collaborate to assess patient needs, develop individualized treatment plans, and coordinate care throughout treatment phases. Communication among team members ensures continuity of care and maximizes treatment efficiency and effectiveness.

Interdisciplinary Treatments: Complex cases involving dental arch discrepancies, skeletal malformations, or craniofacial anomalies may benefit from interdisciplinary treatments. Orthodontic treatment combined with surgical interventions, periodontal therapies, temporary anchorage devices (TADs) or prosthodontic rehabilitation can optimize dental function, facial aesthetics, and patient satisfaction(Schneider & Moser, 2024; Vargervik et al., 2012).

6.3. Long-term Monitoring and Follow-up

6.3.1. Radiographic Assessment of Successor Permanent Teeth

Radiographic assessment plays a crucial role in evaluating the development and eruption of successor permanent teeth following the premature loss of primary teeth. Various radiographic techniques, including periapical, panoramic, and cone-beam computed tomography (CBCT), provide valuable insights into tooth development, root formation, and eruption patterns.

Diagnostic Importance: Periapical radiographs offer detailed images of individual teeth, showcasing root morphology and adjacent structures. Panoramic radiographs provide a broader view of both dental arches, aiding in assessing overall dental development and eruption sequences. CBCT offers three-dimensional imaging, allowing precise evaluation of tooth position, root angulation, and relationship to surrounding anatomical structures(Kühnisch et al., 2020).

Assessment Criteria: Radiographic assessment helps determine the presence, position, and developmental stage of successor permanent teeth. Orthodontic treatment planning often relies on radiographic findings to anticipate eruption patterns, assess potential complications, and guide treatment decisions(Kapetanović et al., 2021).

6.4. Space Maintainers: Classification, Indications, and Clinical Evidence

Proactive space maintenance represents the primary therapeutic intervention to arrest arch perimeter depletion following the premature loss of deciduous molars. When promptly deployed and systematically monitored, these appliances maintain the localized and global dimensions of the arch, thereby averting the subsequent cascade of secondary malocclusions. Selection of the appropriate appliance architecture is multi-factorial, dictated by the patient's skeletal maturity, dental age, the precise anatomical topography of the missing units, and the projected compliance threshold of the pediatric patient(Casaña-Ruiz et al., 2025)(Koaban A, Alotaibi SS, Abu Nakha KM, Bin Huraib S, Alhassan MH, Rubayan AR, Alzahir KZ, Alhamdan LA, Alshehri ZA, Hamza SM, Alqahtani BA. Orthodontic Space Management in Pediatric Dentistry: A Clinical Review. Cureus. 2024 Dec 19;16(12):e76026. doi: 10.7759/cureus.76026).

6.4.1. Classification of Space Maintainers

Fixed unilateral appliances are predominantly indicated for single-quadrant primary molar loss. The conventional band-and-loop maintainer utilizes a stainless-steel band cemented to an anchoring abutment, supporting a contoured wire loop that braces against the adjacent dentition to resist mesial migration. When the primary abutment presents with extensive coronal destruction, a full-coverage crown-and-loop variant is substituted. Modern

alternatives include laboratory-free, direct-bonded fiber-reinforced composite resin (FRCR) lines, which minimize marginal gingival irritation. Conversely, premature loss of a second primary molar prior to the emergence of the first permanent molar necessitates a specialized distal shoe appliance featuring a submucosal blade extension designed to provide physical guidance along the mesial surface of the erupting permanent molar(Casaña-Ruiz et al., 2025).

Bilateral fixed appliances are indicated for multi-molar loss across dental arches, offering excellent structural stability independent of patient compliance. In the mandibular arch, a passive lingual holding arch provides anchorage by making contact with the lingual surfaces of the lower incisors. Maxillary stability is achieved via a Nance appliance, which uses a tissue-borne acrylic button for palatal anchorage, or a transpalatal bar (TPB) when palatal tissue coverage must be avoided to optimize oral hygiene(American Academy of Pediatric Dentistry, 2024; Casaña-Ruiz et al., 2025)

Removable appliances, typically variations of the Hawley architecture utilizing acrylic baseplates and retention clasps, are primarily reserved for cases with anterior aesthetic demands or as temporary measures in highly cooperative, older pediatric cohorts. Their therapeutic utility remains significantly constrained by strict dependence on patient compliance, exhibiting higher rates of distortion, displacement, or structural loss compared to fixed counterparts(Casaña-Ruiz et al., 2025).

Figure 6. Removable space maintainer with a customized graphic designed to enhance patient compliance (prepared by one of the authors-ÇEÇ).

6.4.2. Clinical Evidence on Effectiveness

Meta-analytical data confirms that fixed modalities—specifically the band-and-loop and passive lingual arch—exhibit superior survival rates and clinical longevity relative to removable designs(Casaña-Ruiz et al., 2025). When properly indicated, these appliances preserve dental arch dimensions, mitigating the requirement for secondary corrective orthodontics while supporting masticatory efficiency and undisturbed speech patterns during the transitional mixed dentition phase.

However, notable methodological heterogeneity exists within the literature regarding the absolute necessity of space maintenance following isolated primary first molar loss. Favorable baseline arch dimensions frequently allow for spontaneous, localized self-correction, suggesting that rigid

appliance placement protocols should be balanced by periodic clinical surveillance (Zhao et al., 2023).Nonetheless, the consensus mandates of major pediatric associations confirm that proactive space maintenance remains a vital component of interceptive orthodontic care following premature deciduous tooth loss(American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

6.4.3. Indications, Contraindications, and Follow-up

Mechanically, space maintenance is indicated when the preceding deciduous molar is lost more than twelve months prior to the projected emergence of its succedaneous replacement, confirmed by radiographic identification of an intact tooth germ beneath an adequate layer of overlying bone. Conversely, the intervention is contraindicated during imminent successor eruption, instances of pre-existing severe arch crowding where therapeutic permanent extractions are anticipated, or when deficient oral hygiene poses an unacceptable risk of enamel decalcification. Post-insertion management requires systematic clinical and radiographic recall to detect cement lute dissolution, wire distortion, or mucosal impingement, ensuring timely appliance removal once the successor breaches the oral mucosa (American Academy of Pediatric Dentistry, 2024; Koaban et al., 2024).

7. PREVENTION OF PULP INFLAMMATION AND PREMATURE PRIMARY MOLAR LOSS

Because the extensive post-extraction sequelae described throughout this work originate from advanced carious lesions, primary prevention and aggressive management of the early carious process represent the true cornerstones of successor preservation. Downstream complications—including Turner’s hypoplasia, dental arch collapse, and secondary impactions—are entirely preventable through the deployment of individualized

caries control strategies dictated by validated caries risk assessment (CRA) protocols(American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

7.1. Fluoride Therapies

Topically applied professional fluorides and targeted chemotherapeutic interventions remain paramount in pediatric caries control. Regular applications of high-concentration fluoride varnish optimize remineralization kinetics across the deciduous enamel. Concurrently, resin-based coatings and silver diamine fluoride (SDF) offer comparable preventive indices, with SDF serving as an indispensable agent for the non-surgical arrest of active dentinal lesions in highly susceptible or uncooperative patients (Dhanapriyanka et al., 2024).

7.2. Pit and Fissure Sealants

Pit and fissure sealants establish a definitive micro-mechanical physical barrier over the highly vulnerable morphological fissures of primary and permanent molars, isolating them from cariogenic biofilms. Both hydrophobic resin-based systems and hydrophilic glass-ionomer sealants—the latter preferred during periods of incomplete moisture control due to continuous fluoride ion exchange—demonstrate outstanding clinical efficacy when paired with routine topically applied agents(Wright et al., 2016).

7.3. Dietary Counseling, Oral Hygiene, and Clinical Surveillance

Ultimately, dietary restriction of fermentable carbohydrates and early anticipatory guidance for caregivers establish the behavioral foundations necessary to suppress early childhood caries (ECC). When integrated with risk-calibrated dental recall intervals, this framework ensures the early detection of structural lesions, allowing for conservative pulp-preservation

therapies. Maintaining the deciduous molars until their natural physiological exfoliation represents the most effective, biologically compatible form of space maintenance available, eliminating the need for prosthetic appliances and providing ideal physiological guidance for the permanent dentition(American Academy of Pediatric Dentistry, 2022)

8. CONCLUSION

Deciduous molars maintain a pivotal role in the developing dentition. Beyond their immediate functions of mastication and phonation, they serve as biological architects of the future permanent arch — preserving space, guiding eruption sequences, and providing the structural continuity upon which the permanent dentition depends. When pulp inflammation, driven predominantly by uncontrolled dental caries or traumatic injury, is left unaddressed, the consequences extend well beyond the affected primary tooth itself. Periapical inflammatory processes spreading through the furcation into the underlying alveolar bone can disrupt the development of the permanent tooth germ, giving rise to developmental enamel defects, altered eruption chronology, and morphological anomalies in the successor premolar. Where extraction becomes unavoidable, the resulting loss of arch length imposes a separate but compounding burden — space deficiency, dental crowding, and malocclusion — whose correction frequently demands prolonged and complex orthodontic intervention.

Effective management of this clinical spectrum demands a perspective that transcends the relief of acute symptoms. It begins with early and accurate diagnosis, grounded in systematic clinical examination and appropriately timed radiographic surveillance. Where pulpal vitality can be preserved, evidence-based endodontic intervention should be pursued without delay.

Where extraction is unavoidable, the decision must be accompanied by a clear plan for space management, with appliance selection and timing guided by the patient's age, arch, and developmental stage. The weight of evidence identifies the mandibular arch and patients under eight years of age as those carrying the greatest risk of space collapse, and these cases warrant particular vigilance.

Above all, the most effective intervention remains prevention. Caries risk assessment, fluoride therapies, pit and fissure sealants, dietary guidance, and a structured recall programme collectively represent the most powerful tools available to the clinician — not only for preserving the primary dentition, but for safeguarding the integrity of the permanent dentition that follows. Primary teeth maintained to their natural exfoliation are, in this sense, the most reliable space maintainers of all.

The management of pulp inflammation and premature primary molar loss is ultimately a multidisciplinary undertaking. The pediatric dentist, the orthodontist, and the oral surgeon each contribute a distinct and necessary perspective. When these perspectives are integrated around a shared understanding of the primary–permanent tooth relationship and a commitment to longitudinal monitoring, the prospects for functional occlusion, aesthetic harmony, and lasting oral health in the growing patient are substantially improved.

REFERENCES

Ahmad, A. J., Parekh, S., & Ashley, P. F. (2018). Methods of space maintenance for premature loss of a primary molar: a review. *European Archives of Paediatric Dentistry*, *19*(5), 311–320. https://doi.org/10.1007/s40368-018-0357-5

American Academy of Pediatric Dentistry. (2022). *Policy on Dietary Recommendations for Infants, Children, and Adolescents*. Retrieved from https://www.cdc.gov/growthcharts/clinical_charts.htm#Set1

American Academy of Pediatric Dentistry. (2024). *Management of the Developing Dentition and Occlusion in Pediatric Dentistry*. Chicago, Ill.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2025). Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth. In *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry.

Bjørndal, L., Simon, S., Tomson, P. L., & Duncan, H. F. (2019, July 1). Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal*, Vol. 52, pp. 949–973. Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1111/iej.13128

Burns, L. E., Kim, J., Wu, Y., Alzwaideh, R., McGowan, R., & Sigurdsson, A. (2022). Outcomes of primary root canal therapy: An updated systematic review of longitudinal clinical studies published between 2003 and 2020. *International Endodontic Journal*, *55*(7), 714–731. https://doi.org/10.1111/iej.13736

Casaña-Ruiz, Md., Aura-Tormos, J. I., Marques-Martinez, L., Garcia-Miralles, E., & Perez-Bermejo, M. (2025).

Effectiveness of Space Maintainers in Pediatric Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dentistry Journal*, *13*(1). https://doi.org/10.3390/dj13010032

Christopoulou, I., Kaklamanos, E. G., Makrygiannakis, M. A., Bitsanis, I., Perlea, P., & Tsolakis, A. I. (2022, February 1). Intraoral Scanners in Orthodontics: A Critical Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 19. MDPI. https://doi.org/10.3390/ijerph19031407

Coll, J. A., Dhar, V., Chen, C.-Y., Crystal, Y. O., Guelmann, M., Marghalani, A. A., … Wedeward, R. (2024). Use of Vital Pulp Therapies in Primary Teeth 2024. *Pediatric Dentistry*, *46*(1), 13–26.

Coll, J. A., Dhar, V., Vargas, K., Chen, C.-Y., Crystal, Y. O., AlShamali, S., & Marghalani, A. A. (2020). *Use of Non-Vital Pulp Therapies in Primary Teeth.*

Cordeiro, M. M. R., & Rocha, M. J. de C. (2005). The effects of periradicular inflamation and infection on a primary tooth and permanent successor. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *29*(3), 193–200. https://doi.org/10.17796/jcpd.29.3.5238p10v21r2j162

Day, P. F., Flores, M. T., O'Connell, A. C., Abbott, P. V., Tsilingaridis, G., Fouad, A. F., … Levin, L. (2020, August 1). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 3. Injuries in the primary dentition. *Dental Traumatology*, Vol. 36, pp. 343–359. Blackwell Munksgaard. https://doi.org/10.1111/edt.12576

Dean, J. A. (2021a). Development and morphology of the primary teeth. In J. A. Dean (Ed.), *McDonald and Avery's*

dentistry for the child and adolescent (11th ed., pp. 88–102). St. Louis: Elsevier.

Dean, J. A. (2021b). Eruption of the teeth: Local, systemic, and congenital factors that influence the process. In J. A. Dean (Ed.), *McDonald and Avery's dentistry for the child and adolescent* (11th ed., pp. 403–427). St. Louis: Elsevier.

Dhanapriyanka, M., Kosgallana, S., Kanthi, R. D. F. C., Jayasekara, P., Dao, T. M. A., Ha, D. H., & Do, L. (2024). Professionally applied fluorides for preventing and arresting dental caries in low- and middle-income countries: Systematic review. *Journal of Public Health Dentistry*, *84*(2), 213–227. https://doi.org/10.1111/JPHD.12617

Disha, V., Zaimi, M., Petrela, E., & Aliaj, F. (2024). An Investigation into the Prevalence of Enamel Hypoplasia in an Urban Area Based on the Types and Affected Teeth. *Children*, *11*(4), 474. https://doi.org/10.3390/children11040474

El Meligy, O. A. E. S., Alamoudi, N. M., Allazzam, S. M., & El-Housseiny, A. A. M. (2019). BiodentineTM versus formocresol pulpotomy technique in primary molars: a 12-month randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*, *19*(1), 3. https://doi.org/10.1186/s12903-018-0702-4

Fayaz, Y., Ahmadi, S. U., Miri, S. A. S., Mohammadi, H., Wikins, W. M., & Nikzad, N. A. (2024). Analysis of Primary Tooth Extractions and Associated Factors in 3 to 5-Year-Old Children in Kabul, Afghanistan: A Retrospective Study. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, *16*, 397–404. https://doi.org/10.2147/CCIDE.S480120

Fuks, A. B., Hebling, J., & de Souza Costa, C. A. (2016). The Primary Pulp: Developmental and Biomedical Background. In *Pediatric Endodontics* (pp. 7–22). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27553-6_2

Geetha Priya, P. R., John, J. B., & Elango, I. (2010). Turner's hypoplasia and non-vitality: a case report of sequelae in permanent tooth. *Contemporary Clinical Dentistry*, *1*(4), 251–254. https://doi.org/10.4103/0976-237X.76395

Gianelly, A. A. (1995). Leeway space and the resolution of crowding in the mixed dentition. *Seminars in Orthodontics*, *1*(3), 188–194. https://doi.org/10.1016/s1073-8746(95)80022-0

Govindaraju, L., Jeevanandan, G., Vishwanathaiah, S., & Maganur, P. C. G. (2024). Clinical and radiographic success rate of the root canal filling materials used in primary teeth: A systematic review. *Dental and Medical Problems*, *61*(3), 447–455. https://doi.org/10.17219/dmp/152235

Jaber, S. T., Hajeer, M. Y., & Sultan, K. (2023). Treatment Effectiveness of Clear Aligners in Correcting Complicated and Severe Malocclusion Cases Compared to Fixed Orthodontic Appliances: A Systematic Review. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.38311

Kapetanović, A., Oosterkamp, B. C. M., Lamberts, A. A., & Schols, J. G. J. H. (2021). Orthodontic radiology: development of a clinical practice guideline. *Radiologia Medica*, *126*(1), 72–82. https://doi.org/10.1007/s11547-020-01219-6

Koaban, A., Alotaibi, S. S., Abu Nakha, K. M., Bin Huraib, S., Alhassan, M. H., Rubayan, A. R., … Alqahtani, B. A.

(2024). Orthodontic Space Management in Pediatric Dentistry: A Clinical Review. *Cureus*, *16*(12). https://doi.org/10.7759/CUREUS.76026

Kojima, Y., & Sendo, R. (2022). Maintaining Tooth Vitality With Super Minimally Invasive Pulp Therapy. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.29712

Kühnisch, J., Anttonen, V., Duggal, M. S., Spyridonos, M. L., Rajasekharan, S., Sobczak, M., … Tsiklakis, K. (2020, August 1). Best clinical practice guidance for prescribing dental radiographs in children and adolescents: an EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry*, Vol. 21, pp. 375–386. Springer. https://doi.org/10.1007/s40368-019-00493-x

Li, L., Yang, X., Ju, W., Li, J., & Yang, X. (2023). Impact of primary molars with periapical disease on permanent successors: A retrospective radiographic study. *Heliyon*, *9*(5). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15854

Lin, G. S. S., Chin, Y. J., Choong, R. S., Wafa, S. W. W. S. S. T., Dziaruddin, N., Baharin, F., & Ismail, A. F. (2024, May 1). Treatment Outcomes of Pulpotomy in Primary Teeth with Irreversible Pulpitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Children*, Vol. 11. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/children11050574

Lynch, R. J. M. (2013). The primary and mixed dentition, post-eruptive enamel maturation and dental caries: a review. *International Dental Journal*, pp. 3–13. https://doi.org/10.1111/idj.12076

Mosharrafian, S., Baghalian, A., Hamrah, M. H., & Kargar, M. (2021). Clinical Evaluation for Space Maintainer after Unilateral Loss of Primary First Molar in the Early Mixed

Dentition Stage. *International Journal of Dentistry*, *2021*. https://doi.org/10.1155/2021/3967164

Muthu, M. S., Vandana, S., Akila, G., Anusha, M., Kandaswamy, D., & Aswath Narayanan, M. B. (2024, February 1). Global variations in eruption chronology of primary teeth: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Oral Biology*, Vol. 158. Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2023.105857

Nowak, A. J., Christensen, J. R., Mabry, T. R., Townsend, J. A., & Wells, M. H. (2019). Space Maintenance in the Primary Dentition. In Arthur J. Nowak (Ed.), *Pediatric dentistry: Infancy through adolescence* (6th ed., pp. 1176–1200). Elsevier.

Nowak AJ, Christensen JR, Mabry TR, Townsend JA, & Wells MH. (2019). Pulp Therapy for the Primary Dentition. In Arthur J. Nowak (Ed.), *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence* (6th ed.). Elsevier.

Rai, N., Mathur, S., Sandhu, M., & Sachdev, V. (2016). Early Eruption of Maxillary Pre Molar with Turner's Hypoplasia in a 5-Year-Old Boy. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, *10*(8), ZD26-7. https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/19242.8287

Saraç, F., Öztürk, S., Abuawwad, T., Çelikel, P., Erdem, F., & Derelioğlu, S. Ş. (2024). The relationship between severity of periapical periodontitis and next-generation systemic inflammatory biomarkers in children with early childhood caries. *BMC Oral Health*, *24*(1). https://doi.org/10.1186/s12903-024-04842-1

Schneider, U. E. M., & Moser, L. (2024). Achieving excellence with interdisciplinary approaches in complex orthodontic

adult patients. *British Dental Journal*, *237*(5), 349–359. https://doi.org/10.1038/s41415-024-7778-9

Shakti, P., Singh, A., Purohit, B. M., & Purohit, A. (2023, December 1). Effect of premature loss of primary teeth on prevalence of malocclusion in permanent dentition: A systematic review and meta-analysis. *International Orthodontics*, Vol. 21. Elsevier Masson s.r.l. https://doi.org/10.1016/j.ortho.2023.100816

Tabatabai, T., & Kjellberg, H. (2023). Effect of treatment with dental space maintainers after the early extraction of the second primary molar: a systematic review. *European Journal of Orthodontics*, *45*(4), 462–467. https://doi.org/10.1093/ejo/cjad006

Thesleff, I. (2014). Current understanding of the process of tooth formation: Transfer from the laboratory to the clinic. *Australian Dental Journal*, *59*(SUPPL. 1), 48–54. https://doi.org/10.1111/adj.12102

van der Weijden, F. N., Hesse, D., Americano, G. C. A., Soviero, V. M., & Bonifacio, C. C. (2020). The effect of pulp inflammation and premature extraction of primary molars on the successor permanent teeth. A retrospective study. *International Journal of Paediatric Dentistry*, *30*(1), 18–26. https://doi.org/10.1111/ipd.12568

Vargervik, K., Rubin, M. S., Grayson, B. H., Figueroa, A. A., Kreiborg, S., Shirley, J. C., … Warren, S. M. (2012). Parameters of care for craniosynostosis: Dental and orthodontic perspectives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *141*(4 SUPPL). https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.12.013

Warkhandkar, A., & Habib, L. (2023). Effects of Premature Primary Tooth Loss on Midline Deviation and

Asymmetric Molar Relationship in the Context of Orthodontic Treatment. *Cureus*, *15*(7). https://doi.org/10.7759/CUREUS.42442

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

Wright, J. T., Crall, J. J., Fontana, M., Gillette, E. J., Nový, B. B., Dhar, V., … Carrasco-Labra, A. (2016). Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit-and-fissure sealants. *The Journal of the American Dental Association*, *147*(8), 672-682.e12. https://doi.org/10.1016/j.adaj.2016.06.001

Yai-Tin Lin, Wen-Hsien Lin, & Yng-Tzer J. Lin. (2007). Immediate and six-month space changes after premature loss of a primary maxillary first molar. *The Journal of the American Dental Association*, *138*(3), 362–368.

Zhao, J., Jin, H., Li, X., & Qin, X. (2023). Dental arch spatial changes after premature loss of first primary molars: a systematic review and meta-analysis of split-mouth studies. *BMC Oral Health*, *23*(1). https://doi.org/10.1186/s12903-023-03111-x

Zou, J., Meng, M., Law, C. S., Rao, Y., & Zhou, X. (2018, March 1). Common dental diseases in children and malocclusion. *International Journal of Oral Science*, Vol. 10. Sichuan University Press. https://doi.org/10.1038/s41368-018-0012-3

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE CAM İYONOMER SİMANLAR

Nihal KESERCİ[1]

Burçin AVCI[2]

1. GİRİŞ

1970'lerin başında Wilson ve Kent tarafından tanıtılan cam iyonomer simanlar, çocuk diş hekimliğinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Sahip olduğu özellikler, çocuklarda kullanımını avantajlı hale getirmektedir. Diş dokularına adeziv sistemler olmadan bağlanırlar. Termal genleşme katsayıları mine ile benzerdir. Biyouyumlu ve biyoaktif özellik gösteren cam iyonomer simanlar, diş dokularına flor salınımı yaparlar. Bu salınım, mine ve dentinin asit ataklarına karşı direncini arttırabilir. Ayrıca topikal flor uygulamalarından flor alır ve serbestleştirirler. Bu yönüyle flor rezervuarı görevi görürler. Nem hassasiyetleri kompozitlere kıyasla düşüktür (Türkün & Kanik, 2016). Yıllar içerisinde materyalin fiziksel ve kimyasal özelliklerini geliştirmek amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır. Bunun sonucunda yüksek viskoziteli cam iyonomerler ve cam hibrit sistemler (Equia Forte, GC Amerika, Alsip, IL,ABD) piyasaya sunulmuştur. Bu materyaller geleneksel cam iyonomer simanlara kıyasla geliştirilmiş optik, mekanik ve biyolojik özellikler göstermektedir (Ziad Arandi, 2025). Bu özellikler ve gelişmeler sayesinde cam iyonomer simanlar, çocuk diş

[1] Arş. Gör., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Van, Türkiye, ORCID: 0009-0007-8796-5874

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Van, Türkiye, ORCID: 0000-0002-2066-0204

hekimliğinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Restoratif tedavilerde, atravmatik restoratif tedavi uygulamalarında, fissür örtücü uygulamalarında ve simantasyon işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu kitap bölümünde cam iyonomer simanların temel özellikleri, çeşitleri ve çocuk diş hekimliğindeki klinik kullanım alanlarının açıklanması amaçlanmıştır.

2. GELENEKSEL CAM İYONOMER SİMANLARIN YAPI VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Sertleşmesi asit baz reaksiyonu ile gerçekleşen cam iyonomer simanlar toz ve likitten oluşur. Materyalin toz kısmında flor içeriği yüksek alümina-florosilikat cam yer alır. Likit ise poliakrilik asit içerir (Burke, Ray, & McConnell, 2006; Croll & Nicholson, 2002).

2.1. Cam İyonomerlerin Tozu

Toz bileşeni, kalsiyum ve stronsiyum esaslı, fosfat (P_2O_5), sodyum (Na_2O) ve florid iyonları içeren çeşitli polimerik asitler ilave edilmiş aluminosilikat camdır (Kent, Lewis, & Wilson, 1979) (McLean, 1992). Simanın temel özellikleri, aluminosilikat yapıyı oluşturan alumina (Al_2O_3) ve silika (SiO_2) arasındaki orana bağlıdır (Kent et al., 1979). Cam, bu elementleri içeren karışımın 1200 °C ile 1500 °C arasında bir ısıda eritilmesiyle elde edilir. Eritilen materyal sonrasında soğuk metal üzerinde aniden soğutulur ve daha sonra öğütülerek cam tozları oluşturacak olan kaba bir frit elde edilir (Nicholson, 1998). Bu cam tozunun partikülleri temel olarak alüminyum, silisyum ve kalsiyum içermektedir (Kanik & TÜRKÜN, 2016).

2.2. Cam İyonomerlerin Likiti

Esas bileşen poliakrilik asittir. Poliakrilik asidin aktivitesi kopolimerin içeriğine, molekül ağırlığına ve konsantrasyonuna bağlıdır. Kullanılan polimer, materyalin mekanik özelliğinde belirgin etkiye sahiptir. Molekül ağırlığı arttıkça mekanik ve fiziksel özellikler artar. Bununla birlikte viskozite de artar. Bu artış cam iyonomer simanların karıştırılmasını güçleştirir (Fareed & Stamboulis, 2014). Cam iyonomer simanlara itakonik asit, maleik asit, tartarik asit gibi daha düşük viskoziteye sahip poliasitlerin eklenmesi sertleşmesi sürecinde fiziksel özelliklerin iyileştirilmesine ve uygulamadaki kolaylığa katkı sağlamaktadır (Wilson & Kent, 1972).

2.3. Sertleşme Reaksiyonu

Geleneksel cam iyonomer simanların sertleşme mekanizması, toz ve likit bileşenlerin karıştırılmasıyla başlayan asit baz reaksiyonudur. Reaksiyon 4 aşamadan oluşur. Bu aşamalar sırasıyla toz ve likitin teması, cam partikülleri üzerine asit atağı, matrisin şelasyonu ve matrisin sertleşmesidir (Crisp, Kent, Lewis, Ferner, & Wilson, 1980). İlk aşamada, cam partikülleri polikarboksilik asit solüsyonu içerisinde dağılır ve bu temasla cam yüzeyinde asidik bir çözünme süreci başlar. Bu süreç sonucunda cam matrisinden başlıca kalsiyum (Ca^{2+}), sodyum (Na^{+}) ve alüminyum (Al^{3+}) iyonları serbestleşir (Wilson & Kent, 1972) (C L Davidson, 1998). Serbestleşen iyonlar simanın likit fazına ilerler. Katyonların yardımı ile poliasit zincirleri ağ yapısına dönüşür. Bu süreçte cam partiküllerinin yüzeyinde silikadan zengin bir silika hidrojel tabakası meydana gelir ve siman matrisi kalsiyum ve alüminyum iyonları açısından zenginleşir. Bu evrede materyal neme oldukça hassastır; erken su teması mekanik özelliklerin zayıflamasına neden olabilir. Tüm bu süreçler ikinci aşamada gerçekleşir (Crisp et al., 1980; Hatton & Brook, 1992; Kanik & TÜRKÜN, 2016). Sertleşme fazı olarak

tanımlanan üçüncü aşamada matriks içindeki iyon konsantrasyonu artar. Poliakrilik asidin poliakrilatlara dönüşü ortam pH değerini ve viskozitesini artırır. Kalsiyum ve alüminyum tuzlarının hidratasyonu sonucunda metal iyonları çözünmez bir faza geçer. Simanın mekanik dayanıklılığın artması ve saydamlığın gelişmesi bu fazın özelliklerindendir (Hatton & Brook, 1992; Khoroushi, Mansoori-Karvandi, & Hadi, 2012). Maturasyon dördüncü ve son aşamadır. Sertleşme fazının tamamlanmasından sonraki birkaç ayda reaksiyon devam eder. Buna bağlı olarak materyalin bağlanma kuvveti artar (Khoroushi & Keshani, 2013).

3. DİŞ DOKULARINA BAĞLANTI

Cam iyonomer simanların, mine ve dentine adezyonu iki aşamada gerçekleşir. Poliakrilik asidin diş yüzeyinde oluşturduğu demineralizasyon ve kolajen fibrillerin hibridizasyonu ile ilk aşama olan mikromekanik kilitlenme gerçekleşir. Sonraki aşama ise kimyasal bağlanmadır. Materyalin, diş sert dokularında bulunan hidroksiapatit kristalinin kalsiyum iyonları ile şelasyon oluşturması sonucu kimyasal bağlanma görülür (Benderli, 1994; Carel Leon Davidson, 2006; Van Meerbeek et al., 2003). Adezyonun gerçekleşebilmesi için temiz bir yüzeyin bulunması, bu yüzeyin adeziv tarafından tam olarak ıslatılması ve adezivin sıvı formdan katı forma geçmesi gereklidir (Lin, McIntyre, & Davidson, 1992). Cam iyonomer simanın kaviteye yerleştirilmesinden önce %15–40'lık poliakrilik asit solüsyonunun kaviteye uygulanması önerilir (van de Voorde, Gerdts, & Murchinson, 1988). Cam iyonomer simanların mineye olan bağlantısı dentine göre daha yüksektir. Bu durum dentinin homojen yapısı ve inorganik içeriğinin az olması ile açıklanabilir. Kompozit rezinlere göre diş dokularına olan bağlantı daha düşüktür; ancak cam iyonomer simanlarla daha güvenilir ve daha

sağlam bir bağlantı elde edilmektedir (Davidson, 2006; Van Meerbeek et al., 2003).

4. CAM İYONOMER SİMANLARIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Düşük oranda monomer içermeleri nedeniyle düşük sitotoksisite gösterirler. Biyo uyumludurlar.	Düşük aşınma direnci gösterirler.
Adeziv sistemler kullanılmadan diş sert dokularına bağlanırlar.	Çalışma zamanı kısadır ve sertleşme süresi uzundur.
Flor salınımı ile çürük oluşumunu önleyici etki gösterebilirler.	Sertleşme sırasında neme karşı hassastır.
Termal genleşme özellikleri mine ile benzerdir.	Kırılmaya duyarlıdır ve mikrosızıntı gösterebilirler.

Tablo 1. Cam iyonomer simanların avantaj ve dezavantajları (Hume & Mount (1988), J W Nicholson(1998), L. S. Türkün & Kanik (2016), Bahsi, Sagmak, Dayi, Cellik, & Akkus(2019), McCabe & Walls(2008))

5. FLOR SALINIMI

Geleneksel cam iyonomer simanlar, flor salınımı yaparak mine yüzeyinde florapatit ve florhidroksiapatit oluşumunu sağlar. Bu salınım diş sert dokularında demineralizasyonu engeller ve remineralizasyonu destekler (Bansal, 2015). En yüksek flor salınımı ilk 24 saat içerisinde görülür ve bu durum burst effect (patlama etkisi) olarak tanımlanır. Zamanla bu salınım azalarak daha stabil bir seviyeye gelir. Birkaç ay içerisinde ise cam iyonomer simanın yapısında bulunan florür büyük ölçüde tükenir (Sidhu, 2011; Wiegand, Buchalla, & Attin, 2007). Ancak topikal florür uygulamaları sonrasında tekrar flor ile yüklenirler. Bu özellikler her yaş grubundaki genç hastalar için önemli olmakla birlikte çürük riski yüksek bireylerde sekonder çürük oluşum riskini azaltarak avantaj sağlar (Croll & Nicholson, 2002; Garcez,

Buzalaf, & Araújo, 2007). Flor salınımı ayrıca materyalin klinik uygulama alanlarını da genişletir. Bu özelliği sayesinde paslanmaz çelik kronlar, yer tutucular ve ortodontik bantların simantasyonunda sıklıkla tercih edilir (Donly, Istre, & Istre, 1995). Fissür örtücü olarak kullanılması ile komşu mine yüzeylerinin çürüğe karşı korunmasına yardımcı olabilir ve uzun süreli flor salınımı sayesinde koruyucu etkisini sürdürür (Hicks, Flaitz, & Garcia-Godoy, 2000). Restoratif materyaller arasındaki flor salınımını kıyaslamak için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda, geleneksel cam iyonomer simanların flor salınımının diğer materyallerden daha yüksek olduğu anlaşılmıştır (Arbabzadeh-Zavareh et al., 2012; Sidhu, 2011; Wiegand et al., 2007). Fallahinejad-Ghajari ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise florür salan materyaller arasında en fazla salımın geleneksel cam iyonomer simandan, en düşük salımın ise florür içeren kompozitlerden olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca florür ile yeniden yükleme sonrasında da en yüksek salımın GCİS'te görüldüğü bildirilmiştir. Bununla birlikte, tüm materyallerde florürle yeniden yükleme sonrasında ilk 24 saat içinde florür salımının en yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (Ghajari, Torabzadeh, Safavi, Sohrabi, & Ardakani, 2014).

6. CAM İYONOMER SİMANLARIN ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE KLİNİK KULLANIM ALANLARI

Cam iyonomer simanlar, yüksek çürük riskine sahip hastalarda çürük oluşumunu kontrol altına almak amacıyla kullanılabilirler (Berg & Croll, 2015). Pedodontide cam iyonomer simanların kullanım alanlarından olan ITR (İnterim Terapötik Restorasyon) ve ART (Atravmatik Restoratif Tedavi), hem süt hem daimi dişlerde uygulanabilen tedavi yöntemleridir (Saber, El-Housseiny, & Alamoudi, 2019). Benzer teknik ve materyaller

ile uygulanırlar. Ancak kullanım amaçları farklılık gösterir. ART, özellikle çocuklar, dental anksiyetesi yüksek bireyler, özel gereksinimli hastalar, yaşlılar ve bakım gereksinimi bulunan kişilerde tercih edilen minimal invaziv bir tedavi yöntemidir (Molina, 2001). Elektrik ve gelişmiş ekipman gerektirmemesi nedeniyle kırsal bölgelerde ve ağız sağlığı hizmetlerine erişimin kısıtlı olduğu koşullarda da uygulanabilmektedir (Jo E. Frencken & Holmgren, 1998; Jo E. Frencken, Pilot, Songpaisan, & Phantumvanit, 1996). Yumuşak çürük dokusu el aletleri kullanılarak temizlenir ve adeziv materyaller ile restorasyon tamamlanır. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, bu teknikte kullanılması önerilen cam iyonomer simandır (J. E. Frencken, 2017; Mjör & Gordan, 1999).

ITR ise geçici bir tedavi yaklaşımıdır. Çocuk hastalarda, koopere olmayan hastalarda ve özel sağlık gereksinimi bulunan bireylerde endikedir. Erken çocukluk çağı çürüklerinde, daimi restorasyon öncesi çürükleri kontrol altına almak amacıyla uygulanabilir (Dülgergil, Soyman, & Civelek, 2005; Wambier, dos Santos, Guedes-Pinto, Jaeger, & Simionato, 2007). Çürük diş dokuları el aletleri veya döner aletlerle temizlenir. Cam iyonomer siman kullanılarak restorasyon tamamlanır (Yip, Smales, Ngo, Tay, & Chu, 2001). ITR ile tedavi edilen dişler, ağız içi mikroorganizma düzeylerinin tedavi öncesi seviyelere yükselmesini önlemek için, uygulamadan sonraki altı ay içinde kesin restorasyonla değiştirilmelidir. Bu teknikte cam iyonomer simanların kullanım avantajı, çürük oluşturan bakterileri azaltıp ağız florasını nötralize etmesidir (Roshan, Shigli, & Deshpande, 2010; Toi, Bönecker, & Cleaton-Jones, 2003; Wambier et al., 2007). Cam iyonomer simanların bir diğer kullanım alanı fissür örtücü uygulamalarıdır. Mine ve dentine kimyasal olarak bağlanabilmeleri, flor salınımı gibi özellikleri sayesinde tercih edilirler (Maruo et al., 2010; Vermeersch, Leloup, & Vreven, 2001). Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD),

fissür örtücü uygulamalarının çürük gelişimini %76 oranında azalttığını bildirmektedir. Sıklıkla kullanılan fissür örtücüler, rezin esaslı materyaller ve cam iyonomer esaslı materyallerdir (Feigal & Donly, 2006). İzolasyonun ideal bir şekilde sağlanamadığı koopere olmayan çocuk hastaların derin pit ve fissürlere sahip süt molarlarında ve kısmen sürmüş daimi dişlerde cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin kullanımı önerilir (Naaman, El-Housseiny, & Alamoudi, 2017).

7. CAM İYONOMER SİMANLARIN SINIFLANDIRILMASI

Cam iyonomer simanlar, kullanım alanlarına ve içeriklerine göre sınıflandırılmaktadır.

Kullanım alanlarına göre 4 grupta incelenir:

Tip I: Kuron, köprü ve braketlerin yapıştırılmasında kullanılan simanlar

Tip II: Restoratif simanlar

Tip III: Kaide materyali ve pit ve fissür örtücü olarak kullanılan simanlar

Tip IV: Kanal dolgu patı olarak kullanılan simanlar

İçeriklerine göre cam iyonomer simanlar; geleneksel cam iyonomer simanlar, rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar olarak sınıflandırılabilir. Kompomerler, giomerler ve nanoiyonomerler ise cam iyonomer teknolojisinden yararlanılarak geliştirilmiş hibrit restoratif materyallerdir (Ikemura, R. Tay, Endo, & H. Pashley, 2008; Kanik & Türkün, 2016).

8. İÇERİKLERİNE GÖRE CAM İYONOMER SİMANLAR

8.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar (GCİS)

Geleneksel cam iyonomer siman, toz ve likit fazdan oluşur. Cam partikülü ise 3 temel bileşen olan alüminyum, silisyum ve kalsiyumdan oluşur. Alüminyum oksit ve silisyum dioksit, camın iskelet yapısını oluşturmaktadır. Üç boyutlu silikat organizasyonu sayesinde tetrahedral bir yapı göstermektedir. Genel olarak çinko oksit ve stronsiyum oksit, kalsiyum oksidin yerini almaktadır. Rezervuar görevi üstlenmesi amacıyla flor ilave edilmiştir (Kanik & TÜRKÜN, 2016). Geleneksel cam iyonomer simanlar, flor salınımı ve flor reşarj kapasitesi sayesinde çürük önleyici etki gösteren, diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilen ve bu özellikleri nedeniyle yüksek çürük riski taşıyan hastalarda sıklıkla tercih edilen restoratif materyaller arasında yer almaktadır (Forsten, 1998).

Geleneksel cam iyonomer simanlar:

- Süt dişi restorasyonlarında,
- Atravmatik Restoratif Tedavi tekniğinde,
- Pit ve fissür örtücü olarak,
- Ortodontik braket ve bantların simantasyonunda,
- Açık ve kapalı sandviç tekniğinde,
- Kök yüzeyi çürüklerinde,
- Sınıf III ve sınıf V kavite restorasyonlarında,
- Kavite preparasyonu olmadan erozyon ve abrazyon lezyonlarının restorasyonunda,
- Yüksek çürük riskli bireylerde çürüğü kontrol altına almak amacıyla geçici restorasyon olarak kullanılabilir (Kanik & Türkün, 2016).

8.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (RMCİS)

Geleneksel cam iyonomer simanların (GCİS) mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla, hidrofilik monomerler ve özellikle hidroksietil metakrilat (HEMA) gibi rezin bileşenleri eklenerek rezinle modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS) üretilmiştir. RMCİS'lerin içeriğinde bulunan cam partikülleri ile rezin faz arasında oluşan kimyasal bağlantı, geleneksel cam iyonomer simanlara göre üstün mekanik özellikler sağlar. Bu sayede geleneksel cam iyonomer simanlara kıyasla, daha yüksek çekme ve bükülme dayanımı gösterirler. RMCİS'ler, geleneksel cam iyonomer simanlarda görülen asit-baz reaksiyonuna ek olarak, ışıkla aktive olan fotokimyasal polimerizasyon mekanizmasına da sahiptir (Elmacı & Tunçdemir, 2020). Firma talimatlarına uygun olarak yapılan polimerizasyonda bile artık monomer salınımı olabilmektedir. Bu durum, pulpal hassasiyet ve enflamasyona, kontakt dermatit ve alerjik reaksiyonlara sebep olabilir. Sonuçta, hema içeriğine bağlı olarak biyouyumluluk geleneksel cam iyonomer simanlardan düşüktür (Kanik & Türkün, 2016).

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar:

- Küçük sınıf I, II ve III kavitelerde,
- Sınıf V kavitelerde,
- Süt dişlerinde sınıf I, II, III ve V kavitelerde,
- Kaide materyali olarak,
- Geçici restoratif materyal olarak,
- Yapıştırma simanı olarak,
- Pit ve fissür örtücü olarak kullanılabilir (Kanik & Türkün, 2016).

8.3. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar (YVCİS)

Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar; geleneksel cam iyonomer simanların (GCİS) düşük mekanik özelliklerini geliştirmek, aşınma direncini artırmak ve yalnızca sınıf I ve sınıf V restorasyonlarla sınırlı olan endikasyon alanlarını genişletmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu materyallerin, daimi restorasyonlarda amalgam ve kompozit rezinlere alternatifi olması hedeflenmiştir. Toz likit oranı geleneksel cam iyonomer simanlarda 3:1 veya 4:1 iken; yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlarda 6:1 veya 7:1'dir. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, geleneksel cam iyonomer simanlarla aynı asit-baz sertleşme mekanizmasına sahiptir. Ancak çözünürlükleri azaltılmış, yüzey sertlikleri arttırılmış, aşınma dirençleri yükseltilmiş ve basma eğilme dayanımları geliştirilmiştir. Flor salımı, geleneksel cam iyonomer simanlarla benzer düzeydedir ve biyouyumluluk açısından da benzer özellik gösterirler. Doğru toz ve likit oranlarının ayarlanması ve hazırlama kolaylığı sağlaması amacıyla kapsüller şeklinde üretilmiştir (Kanik & TÜRKÜN, 2016). Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olan EQUIA (GC Avrupa, Tokyo, Japonya), üreticisi tarafından yüksek mekanik özelliklere sahip olması nedeniyle özellikle arka grup dişlerde kompozit rezinlere alternatif olarak geliştirilmiş ve daimi restorasyonlarda kullanım için üretilmiş bir materyaldir. Dentine benzer ısısal genleşme katsayısı sayesinde restorasyon-dentin uyumu iyidir ve düşük mikrosızıntı riski göstermesi beklenmektedir. Kütlesel yerleştirme tekniği ile uygulanabilir olması, klinikte kullanımını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca yüksek derecede flor salınımı yapabilmektedir. Tüm bu özellikler, EQUIA'yı hem mekanik hem biyolojik avantajları olan etkili bir restoratif seçenek haline getirmektedir(Elmacı & Tunçdemir, 2020).

YVCİS'ler :

- Sınıf I ve küçük/orta boyutta sınıf II ve Sınıf V kavitelerde,
- Süt dişlerinde sınıf I, II, III ve V kavitelerde,
- Kaide materyali olarak,
- Geçici restorasyon olarak,
- ART tekniğinde,
- Özellikle yüksek çürük riskine sahip bireylerde fissür örtücü olarak kullanılabilirler (Kanik & TÜRKÜN, 2016).

8.4. Cam Hibrit Restoratif Materyaller

Cam hibrit restoratif materyaller ise geleneksel cam iyonomer simanların yapısına farklı boyutlarda ve yüksek oranda reaktif cam partiküllerinin eklenmesiyle geliştirilen restoratif materyallerdir. Bu yapı değişikliği ile materyalin mekanik dayanıklılığı ve klinik kullanım ömrü iyileştirilmiştir (Najeeb et al., 2016; Šalinović et al., 2019). Cam hibrit teknolojisine dayanan Equia Forte, 2015 yılında GC America (Alsip, IL, ABD) tarafından piyasaya sunulmuştur. Bu sistem, Equia restoratif serisinin klinik özellikleri esas alınarak geliştirilmiş olup, Equia Forte Fil ve rezin esaslı kaplama materyali olan Equia Forte Coat olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır. Equia forte coat, 6 –12 aylık sertleşme sürecinde cam iyonomer yapıyı nem dengesizliklerine karşı korur. Ayrıca yüzey sertliği, eğilme dayanımı, yüzey pürüzlülüğü ve başlangıç aşınma direnci gibi mekanik ve yüzey özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir (Alebady, Hamama, & Mahmoud, 2024; Moghimi, Jafarpour, Ferooz, & Bagheri, 2022). 2019 yılına gelindiğinde, geliştirilmiş bir formülasyona sahip olan ve artan translusensi ile estetik

özellikler sunan Equia Forte HT (Yüksek Translusensi) restoratif sistemi piyasaya sürülmüştür (Ziad Arandi, 2025).

Cam hibrit restoratif materyaller, geleneksel cam iyonomerlerin olumlu özelliklerini korur. Bu özellikler arasında flor salınımı, biyouyumluluk, diş dokularına kimyasal bağlanma yer alır (Hegde, Suprabha, & Rao, 2024). Çalışmalar, Equia Forte'un çürük dentinde 2 mm derinliğe kadar remineralizasyona yol açabildiğini göstermektedir (Ghilotti, Fernández, Sanz, Melo, & Llena, 2023). Ayrıca geliştirilmiş içeriği sayesinde geleneksel cam iyonomer simanlar ve rezin modifiye cam iyonomer simanlara kıyasla daha iyi marjinal adaptasyon ve daha düşük mikrosızıntı göstermektedir. Güncel çalışmalar marjinal sızıntıya yatkın klinik durumlarda dayanıklı ve güvenilir adezyon gereksinimi açısından Equia Forte'un uygun bir seçenek olduğunu desteklemektedir. Bu olumlu özelliklere rağmen bağlanma dayanımları rezin kompozitlerden düşüktür. Bu durum yüksek adezyon gereksinimi olan vakalarda tedavi planlaması yapılırken dikkate alınmalıdır (Alsari et al., 2024; Singh et al., 2021). Klinik çalışmalar cam hibritlerin belirli endikasyonlarda tercih edilebileceğini göstermektedir. Kullanımında çürük riski belirleyicidir; flor salınımı ve remineralizasyon etkisi nedeniyle yüksek riskli hastalarda tercih edilir. En sık sınıf I ve küçük-orta boyutlu sınıf II kavitelerde, estetik ve fonksiyonel gereksinimlerin orta düzeyde olduğu durumlarda önerilmektedir. Klinik uygulama kolaylığı özellikle pediatrik hastalarda avantaj sağlar. Ancak düşük translüsensi ve renk uyumsuzluğu gibi estetik sınırlamalar nedeniyle anterior ve yüksek estetik beklentili bölgelerde kullanımı kısıtlıdır (Ziad Arandi, 2025).

9. CAM İYONOMER SİMAN TEKNOLOJİSİNDEN GELİŞTİRİLEN RESTORATİF MATERYALLER

9.1. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)

Kompomerler; yapısında, geleneksel cam iyonomer simanlarda bulunan iyon salabilme özelliğine sahip cam benzeri doldurucular ile iki karboksil grubu içeren dimetakrilat monomerler bulunduran restoratif materyallerdir. Bunlara ek olarak içeriğinde, pigmentler, reaksiyon başlatıcıları, stabilizatörler yer alır. Cam iyonomer siman %20-30 oranında, kompozit rezin %70-80 oranında bulunur. Flor içeriği yaklaşık %13 oranındadır; ancak flor salımı cam iyonomer simanlara kıyasla oldukça düşüktür (Kanik & TÜRKÜN, 2016). Kompomerler, kompozit rezinlere benzer estetik özellikler göstermeleri ve fiziksel ile mekanik açıdan yakın performans sergilemeleri nedeniyle restoratif diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilmektedir. Işıkla polimerize edilebilmeleri ve klinikte uygulamalarının pratik olması da kullanım alanlarını genişleten önemli avantajları arasında yer almaktadır (Elmacı & Tunçdemir, 2020)

Kompomerler:

- Süt dişlerinde sınıf I, II, III ve V kavitelerde,
- Fissür örtücü olarak,
- Ortodontik bantların yapıştırılmasında,
- Molar dişlerde geçici dolgu olarak,
- Kole bölgesindeki erozyon ve kama defektlerinde,
- Kavite genişliğinin tüberküller arası mesafenin 2/3'ünden az olduğu durumlarda premolar dişlerin restorasyonunda kullanılabilirler (Kanik & Türkün, 2016; Mutluay & Mutluay, 2016; Yüksel, 2019).

9.2. Giomerler

Giomer terimi, glass ionomer ve polimer sözcüklerinden türetilmiştir. Flor salabilen, ışıkla sertleşen ve reaktif cam partikülleri içeren bir restoratif materyaldir. Reaktif cam partikülleri, floroalüminasilikat cam partikülleri ile polialkenoik asit arasındaki sulu ortamda gerçekleşen asit-baz reaksiyonu sonucu oluşur. Bu reaktif cam partikülleri flor salımından sorumludur. Diş dokusuna bağlanabilmesi için poliasit modifiye kompozit rezinler gibi bir adeziv sisteme ihtiyaç duyar ve ışıkla sertleşir. Giomerlerin, cam iyonomer simanlara benzer şekilde demineralizasyonu inhibe etme yeteneğine sahip oldukları değerlendirilmiştir (Kanik & TÜRKÜN, 2016). Bununla birlikte su emme özellikleri ve renklenme potansiyeli kompozit rezinlerden daha fazladır. Antimikrobiyal etkinliklerinin ise kompomer ve rezin modifiye cam iyonomer siman arasında olduğu bildirilmiştir (Elmacı & Tunçdemir, 2020).

Giomerler:

- Sınıf I, II, III, IV ve V kavitelerde,
- Minimal invaziv restorasyonlarda,
- Kök yüzeyi çürüklerinde,
- Mine defektlerinde,
- Süt dişi restorasyonlarında,
- Kompozit reçinelere yapılan ek ve düzeltmelerde,
- Direkt estetik restorasyonlarda,
- Lamina restorasyonları yapımında kullanılabilirler (Demir, 2017; Kanik & Türkün, 2016).

9.3. Nano-iyonomerler

Nano dolduruculu rezin modifiye cam iyonomer simanlar (nano-iyonomerler) son yıllarda klinik uygulamalarda

kullanılmaya başlanmıştır. Nano-iyonomerlerde polimerizasyon büzülmesi azalırken mekanik dayanıklılık artmaktadır. Nano-iyonomerin yapısı, itakonik ve akrilik asit kopolimerlerinin su ve floroalüminosilikat cam partikülleri ile gerçekleştirdiği cam iyonomer reaksiyonuna dayanmaktadır. Yapısında ayrıca TEGDMA, BisGMA, HEMA ve PEGDMA gibi rezin monomerleri de bulunmaktadır. Nano-iyonomerlerin diğer cam iyonomer simanlardan en önemli farkı, doldurucu içeriklerinin ağırlıkça yaklaşık %69'unun nano dolduruculardan oluşmasıdır (Kanik & TÜRKÜN, 2016). Rezin yapısının eklenmesiyle ortaya çıkan kompomerler ve giomerler ise yalnızca su emilimi ile gerçekleşen post polimerizasyon iyon salım mekanizması bakımından farklılık göstermekte olup, bu materyallerin "iyon salan kompozitler" olarak adlandırılan bir materyal ailesi içinde sınıflandırılması önerilmiştir (Francois, Fouquet, Attal, & Dursun, 2020).

Nano-iyonomerler:

- Aşırı oklüzal kuvvetlere maruz kalmayan küçük boyutlu sınıf I kavitelerde,
- Sınıf III ve V kavitelerde,
- Sandviç tekniği uygulanan kavitelerde dentinin yerine,
- Süt dişi restorasyonlarında,
- Geçici restoratif materyal olarak,
- Kor yapımı sırasında kullanılabilirler (Kanik & Türkün, 2016).

10. SONUÇ

Cam iyonomer simanlar, flor salarak çürük önleyici olmaları ve atravmatik restoratif tedaviler ile fissür örtücüler

başta olmak üzere çeşitli klinik uygulamalarda kullanılabilmeleri nedeniyle çocuk diş hekimliğinde önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmeye yönelik yapılan çalışmalarla yapısı sürekli olarak güçlendirilmektedir. Yüksek çürük riskine sahip hastalarda ve ideal izolasyon sağlanamayan klinik koşullarda tercih edilebilmesi, bu materyalin önemli bir avantajını oluşturmaktadır. Bu nedenle cam iyonomer simanların özelliklerinin, endikasyonlarının iyi bilinmesi ve doğru hasta seçimi ile etkin bir şekilde kullanılmalarını kolaylaştıracaktır.

KAYNAKÇA

Alebady, M. H., Hamama, H. H., & Mahmoud, S. H. (2024). Effect of various surface coating methods on surface roughness, micromorphological analysis and fluoride release from contemporary glass ionomer restorations. BMC Oral Health, 24(1), 504. doi:10.1186/s12903-024-04234-5

Alsari, A., Ghilotti, J., Sanz, J. L., Llena, C., Folguera, S., & Melo, M. (2024). Comparative evaluation of the microleakage of glass ionomers as restorative materials: A systematic review of in vitro studies. Applied Sciences, 14(5), 1729. doi:10.3390/app14051729

Arbabzadeh-Zavareh, F., Meyers, I., Mortazavi, S., Gibbs, T., Bouzari, M., & Walsh, L. (2012). Recharge pattern of contemporary glass ionomer restoratives. Dental Research Journal, 9(2), 139.

Bahsi, E., Sagmak, S., Dayi, B., Cellik, O., & Akkus, Z. (2019). The evaluation of microleakage and fluoride release of different types of glass ionomer cements. *Nigerian Journal of Clinical Practice, 22*(7), 961–970. doi:10.4103/njcp.njcp_644_18.

Bansal, R., & Bansal, T. (2015). A comparative evaluation of the amount of fluoride release and re-release after recharging from aesthetic restorative materials: An in vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research, 9*(8), ZC11–ZC14. doi:10.7860/JCDR/2015/11926.6278.

Benderli, Y. (1994). Cam iyonomer simanların fiziksel mekanik biyokimyasal özellikleri ve uygulanımları yönünden değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 28, 313–318.

Berg, J. H., & Croll, T. P. (2015). Glass ionomer restorative cement systems: An update. Pediatric Dentistry, 37(2), 116–124.

Burke, F. M., Ray, N. J., & McConnell, R. J. (2006). Fluoride-containing restorative materials. International Dental Journal, 56(1), 33–43. doi:10.1111/j.1875-595X.2006.tb00072.x

Crisp, S., Kent, B. E., Lewis, B. G., Ferner, A. J., & Wilson, A. D. (1980). Glass-ionomer cement formulations. II. The synthesis of novel polycarboxylic acids. Journal of Dental Research, 59(6), 1055–1063. doi:10.1177/00220345800590060801

Croll, T. P., & Nicholson, J. W. (2002). Glass ionomer cements in pediatric dentistry: Review of the literature. Pediatric Dentistry, 24(5), 423–429.

Davidson, C. L. (2006). Advances in glass-ionomer cements. Journal of Applied Oral Science, 14(Suppl.), 3–9. doi:10.1590/S1678-77572006000700002

Demir, N. (2017). Diş hekimliğinde yeni bir materyal: Giomerler. ADO Klinik Bilimler Dergisi, 8(2), 1543–1548.

Donly, K. J., Istre, S., & Istre, T. (1995). In vitro enamel remineralization at orthodontic band margins cemented with glass ionomer cement. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 107(5), 461–464. doi:10.1016/S0889-5406(95)70112-5

Dülgergil, Ç. T., Soyman, M., & Civelek, A. (2005). Atraumatic restorative treatment with resin-modified glass ionomer material: Short-term results of a pilot study. Medical Principles and Practice, 14(4), 277–280. doi:10.1159/000085750

Elmacı, İ., & Tunçdemir, M. T. (2020). Restoratif diş hekimliğinde cam iyonomer simanlar ve yeni gelişmeler. Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi, 2(2), 69–75.

Fareed, M. A., & Stamboulis, A. (2014). Nanoclay addition to a conventional glass ionomer cements: Influence on physical properties. European Journal of Dentistry, 8(4), 456. doi:10.4103/1305-7456.143619

Feigal, R. J., & Donly, K. J. (2006). The use of pit and fissure sealants. Pediatric Dentistry, 28(2), 143–150.

Forsten, L. (1998). Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effect. Biomaterials, 19(6), 503–508. doi:10.1016/S0142-9612(97)00130-0

Francois, P., Fouquet, V., Attal, J.-P., & Dursun, E. (2020). Commercially available fluoride-releasing restorative materials: A review and a proposal for classification. Materials, 13(10), 2313. doi:10.3390/ma13102313

Frencken, J. E. (2017). Atraumatic restorative treatment and minimal intervention dentistry. British Dental Journal, 223(3), 183–189. doi:10.1038/sj.bdj.2017.664

Frencken, J. E., & Holmgren, C. J. (1998). How effective is ART in the management of dental caries? Community Dentistry and Oral Epidemiology, 27(6), 423–430. doi:10.1111/j.1600-0528.1998.tb02043.x

Frencken, J. E., Pilot, T., Songpaisan, Y., & Phantumvanit, P. (1996). Atraumatic restorative treatment (ART): Rationale, technique, and development. Journal of Public Health Dentistry, 56(3), 135–140. doi:10.1111/j.1752-7325.1996.tb02423.x

Garcez, R. M. V. de B., Buzalaf, M. A. R., & Araújo, P. A. de. (2007). Fluoride release of six restorative materials in water and pH-cycling solutions. Journal of Applied Oral Science, 15(5), 406–411. doi:10.1590/S1678-77572007000500006

Ghajari, M. F., Torabzadeh, H., Safavi, N., Sohrabi, A., & Ardakani, F. F. (2014). Fluoride release from three glass ionomers after exposure to sodium fluoride and acidulated phosphate fluoride gels. Dental Research Journal, 11(5), 604–609.

Ghilotti, J., Fernández, I., Sanz, J. L., Melo, M., & Llena, C. (2023). Remineralization potential of three restorative glass ionomer cements: An in vitro study. Journal of Clinical Medicine, 12(6), 2434. doi:10.3390/jcm12062434

Hatton, P. V., & Brook, I. M. (1992). Characterisation of the ultrastructure of glass-ionomer (poly-alkenoate) cement. British Dental Journal, 173(8), 275–277. doi:10.1038/sj.bdj.4808026

Hegde, D., Suprabha, B. S., & Rao, A. (2024). Organic antibacterial modifications of high-viscosity glass ionomer cement for atraumatic restorative treatment: A review. Japanese Dental Science Review, 60, 22–31. doi:10.1016/j.jdsr.2023.12.003

Hicks, M. J., Flaitz, C. M., & Garcia-Godoy, F. (2000). Fluoride-releasing sealant and caries-like enamel lesion formation in vitro. The Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 24(3), 215–219.

Hume, W. R., & Mount, G. J. (1988). In vitro studies on the potential for pulpal cytotoxicity of glass-ionomer

cements. *Journal of Dental Research, 67*(6), 915–918. doi:10.1177/00220345880670060501

Ikemura, K., Tay, F. R., Endo, T., & Pashley, D. H. (2008). A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. Dental Materials Journal, 27(3), 315–339. doi:10.4012/dmj.27.315

Kanik, Ö., & Türkün, L. Ş. (2016). Restoratif cam iyonomer simanlarda güncel yaklaşımlar. Journal of Ege University School of Dentistry, 37(2), 54–65.

Kent, B. E., Lewis, B. G., & Wilson, A. D. (1979). Glass ionomer cement formulations: I. The preparation of novel fluoroaluminosilicate glasses high in fluorine. Journal of Dental Research, 58(6), 1607–1619. doi:10.1177/00220345790580061001

Khoroushi, M., & Keshani, F. (2013). A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. Dental Research Journal, 10(4), 411–420.

Khoroushi, M., Mansoori-Karvandi, T., & Hadi, S. (2012). The effect of pre-warming and delayed irradiation on marginal integrity of a resin-modified glass-ionomer. General Dentistry, 60(6), e383–e388.

Lin, A., McIntyre, N. S., & Davidson, R. D. (1992). Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. Journal of Dental Research, 71(11), 1836–1841. doi:10.1177/00220345920710111401

Maruo, I. T., Godoy-Bezerra, J., Saga, A. Y., Tanaka, O. M., Maruo, H., & Camargo, E. S. (2010). Effect of etching and light-curing time on the shear bond strength of a resin-

modified glass ionomer cement. Brazilian Dental Journal, 21(6), 533–537. doi:10.1590/S0103-64402010000600009

McCabe, J. F., & Walls, A. W. G. (2008). *Applied dental materials* (9th ed.). Oxford, England: Blackwell Publishing.

McLean, J. W. (1992). Clinical applications of glass-ionomer cements. Operative Dentistry, Suppl. 5, 184–190.

Mjör, I. A., & Gordan, V. V. (1999). A review of atraumatic restorative treatment (ART). International Dental Journal, 49(3), 127–131. doi:10.1002/j.1875-595X.1999.tb00896.x

Moghimi, M., Jafarpour, D., Ferooz, R., & Bagheri, R. (2022). Protective effect of a nanofilled resin-based coating on wear resistance of glass ionomer cement restorative materials. BMC Oral Health, 22(1), 317. doi:10.1186/s12903-022-02347-3

Molina, G. F. (2001). Atraumatic restorative treatment with Carisolv™ in mentally disabled patients. Journal of Dental Research, 80(4), 963–963.

Mutluay, M. S., & Mutluay, A. T. (2016). Süt dişlerinde restoratif materyal seçimi ve etkileyen faktörler. Selcuk Dent Journal, 3(3), 151–158.

Naaman, R., El-Housseiny, A., & Alamoudi, N. (2017). The use of pit and fissure sealants: A literature review. Dentistry Journal, 5(4), 34. doi:10.3390/dj5040034

Najeeb, S., Khurshid, Z., Zafar, M. S., Khan, A. S., Zohaib, S., Martí, J. M. N., Sauro, S., Matinlinna, J. P., & Rehman, I. U. (2016). Modifications in glass ionomer cements: Nano-sized fillers and bioactive nanoceramics. International Journal of Molecular Sciences, 17(7), 1134. doi:10.3390/ijms17071134

Nicholson, J. W. (1998). Chemistry of glass-ionomer cements: A review. Biomaterials, 19(6), 485–494. doi:10.1016/S0142-9612(97)00128-2

Roshan, N., Shigli, A., & Deshpande, S. (2010). Microbiological evaluation of salivary Streptococcus mutans from children of age 5–7 years, pre- and post-atraumatic restorative treatment. Contemporary Clinical Dentistry, 1(2), 94. doi:10.4103/0976-237X.68602

Saber, A. M., El-Housseiny, A. A., & Alamoudi, N. M. (2019). Atraumatic restorative treatment and interim therapeutic restoration: A review of the literature. Dentistry Journal, 7(1), 28. doi:10.3390/dj7010028

Šalinović, I., Stunja, M., Schauperl, Z., Verzak, Ž., Ivanišević Malčić, A., & Brzović Rajić, V. (2019). Mechanical properties of high viscosity glass ionomer and glass hybrid restorative materials. *Acta Stomatologica Croatica, 53*(2), 125–132. doi:10.15644/asc53/2/4

Sidhu, S. (2011). Glass-ionomer cement restorative materials: A sticky subject? Australian Dental Journal, 56(Suppl. 1), 23–30. doi:10.1111/j.1834-7819.2010.01293.x

Singh, S., Goel, D., Awasthi, N., Khandelwal, D., Sharma, A., & Patil, S. (2021). Comparative evaluation of marginal integrity of three esthetic restorative materials: An in vitro study. Contemporary Clinical Dentistry, 12(3), 241–246. doi:10.4103/ccd.ccd_318_20

Toi, C. S., Bönecker, M., & Cleaton-Jones, P. E. (2003). Mutans streptococci strains prevalence before and after cavity preparation during atraumatic restorative treatment. Oral Microbiology and Immunology, 18(3), 160–164. doi:10.1034/j.1399-302X.2003.00051.x

Türkün, L., & Kanik, Ö. (2016). A prospective six-year clinical study evaluating reinforced glass ionomer cements with resin coating on posterior teeth: Quo vadis? Operative Dentistry, 41(6), 587–598. doi:10.2341/15-331-C

van de Voorde, A., Gerdts, G. J., & Murchinson, D. F. (1988). Clinical application area for glass ionomer cements: Literature review. Die Quintessenz, 39(11), 1903–1916.

Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., ... Vanherle, G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. Operative Dentistry, 28(3), 215–235.

Vermeersch, G., Leloup, G., & Vreven, J. (2001). Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. Journal of Oral Rehabilitation, 28(1), 26–32. doi:10.1046/j.1365-2842.2001.00635.x

Wambier, D. S., dos Santos, F. A., Guedes-Pinto, A. C., Jaeger, R. G., & Simionato, M. R. L. (2007). Ultrastructural and microbiological analysis of the dentin layers affected by caries lesions in primary molars treated by minimal intervention. Pediatric Dentistry, 29(3), 228–234.

Wiegand, A., Buchalla, W., & Attin, T. (2007). Review on fluoride-releasing restorative materials—Fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. Dental Materials, 23(3), 343–362. doi:10.1016/j.dental.2006.01.022

Wilson, A. D., & Kent, B. E. (1972). A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. British Dental Journal, 132(4), 133–135. doi:10.1038/sj.bdj.4802810

Yip, H., Smales, R. J., Ngo, H. C., Tay, F. R., & Chu, F. C. S. (2001). Selection of restorative materials for the

atraumatic restorative treatment (ART) approach: A review. Special Care in Dentistry, 21(6), 216–221. doi:10.1111/j.1754-4505.2001.tb00257.x

Yüksel, D. (2019). Üç farklı kompomer materyalinin bazı fiziksel özelliklerinin in vitro olarak karşılaştırmalı değerlendirilmesi (Yayımlanmamış uzmanlık tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Konya.

Ziad Arandi, N. (2025). Glass hybrid glass ionomer restorative materials: A literature review. Oral Sciences Reports, 46(2), 55–68. doi:10.12982/OSR.2025.046

LEZYON STERİLİZASYON VE DOKU TAMİRİ (LSTR)

Refia Beyza KALKINÇ[1]

Beyza Ecem ALKAÇ EKİCİ[2]

1. GİRİŞ

Lezyon Sterilizasyon ve Doku Tamiri (LSTR), başka bir deyişle "Enstrümantasyonsuz Endodontik Tedavi (NIET)", ilk olarak 1990 yılında Hoshino tarafından geliştirilmiştir. Bu yaklaşımın literatüre kazandırılması ise, 2004 yılında Takushige'nin, Japonya'daki Niigata Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Kariyoloji Araştırma Birimi'nde yürüttüğü çalışmalarla gerçekleşmiştir (Anila, Murali, Cheranjeevi, & Kapil, 2020; Sain et al., 2018; Takushige, Cruz, Asgor Moral, & Hoshino, 2004).

LSTR; çürük lezyonu, pulpitis ve periapikal enfeksiyonları tedavi etme amacıyla kurgulanan bir tedavi tekniğidir (Sain et al., 2018). Bu teknik ile süt dişlerinde kök kanal tedavisinin kontrendike olduğu ve diş çekiminin düşünüldüğü kimi durumlarda tedavi mümkün olabilmektedir (Achanta, Reche, Dakhale, & Bharate, 2023). Teknik, dişlerin çekilmesini de içeren standart tedaviler yerine doğal diş yapısının mümkün olduğunca korunmasını temel almakta (Achanta et al., 2023; Parhizkar, Nojehdehian, & Asgary, 2018), ve temel

[1] Arş. Gör. Dt., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0004-9724-3072.

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-4471-4334.

konsepti "Do not remove or touch and leave it." şeklinde ifade edilmektedir (Sain et al., 2018).

LSTR'nin amacı, süt dişlerinin fizyolojik eksfoliyasyon süresine kadar ağızda sağlıklı bir şekilde korunmasını sağlamak ve böylece erken süt dişi çekimi ve buna bağlı yer tutucu kullanımı gereksinimi azaltmaktır (Takushige et al., 2004).

Tekniğin tek seansta uygulanabilmesi, en önemli avantajlarından biridir. Ayrıca klinik uygulama kolaylığı hem hastalar hem de hekimler için avantaj sağlamakta ve özellikle kooperasyon kurulması güç pediatrik hastalarda bu avantaj önem kazanmaktadır (Sain et al., 2018; Sefa, Garg, Pathivada, & Yeluri, 2024; Trairatvorakul & Detsomboonrat, 2012).

Bu bölümde, LSTR tekniğinin tarihsel gelişimi, biyolojik temelleri, uygulama protokolü, avantajları ve sınırlılıklarının güncel literatür ve bilimsel veriler ışığında kapsamlı bir şekilde ele alınması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

Süt dişleri ve daimi dişler, gelişimsel kökenleri ve fonksiyonel benzerliklerine rağmen morfolojik yapıları ve histolojik özellikleri bakımından belirgin farklılıklar sergilemektedir. Bu yapısal ayrımların doğru analiz edilmesi, pedodontik ve endodontik tedavi stratejilerinin hatasız planlanması açısından kritik öneme sahiptir (Hillson, 2005; Pinkham, Casamassimo, Fields, Mc Tigue, & Nowak, 2005; Ten Cate, 1994).

Süt dişlerinin histolojik yapısında mine ve dentin tabakaları, daimi dişlere kıyasla yaklaşık yarı yarıya daha ince ve daha düşük mineralizasyon seviyesine sahiptir. Mine prizmalarının süt dişlerinde oklüzal yöne, daimi dişlerde ise gingival yöne doğru konumlanmasının yanı sıra (Ten Cate, 1994),

süt dişlerindeki geniş dentin tübülleri bu dişleri dış uyaranlara ve asidik ortamlara karşı daha geçirgen kılmaktadır. Bu özellikler, süt dişlerinde çürük lezyonlarının daha hızlı ilerlemesine ve pulpanın irritanlara karşı daha hızlı tepki vermesine neden olmaktadır (Kraus, 1965; Pinkham et al., 2005).

Pulpa ve radiküler dokular incelendiğinde; süt dişlerinin pulpa odasının daha geniş olduğu ve özellikle mezial pulpa boynuzlarının yüzeye daha yakın konumlandığı görülmektedir. Süt dişlerine özgü en belirgin özellik olan fizyolojik kök rezorpsiyonu süreci, odontoklast hücreleri aracılığıyla yönetilmekte ve bu mekanizma onları daimi dişlerden tamamen ayırmaktadır (Hillson, 2005; Ten Cate, 1994). Ayrıca süt dişlerinde kök gelişimi sırasında Hertwig epitel kök kınının daha sık kesintiye uğraması da, bu dişlerde aksesuar kanal oluşum sıklığını artırmaktadır (Nanci, 2007).

Morfolojik açıdan süt dişleri, daimi dişlerden daha küçük boyutlara, daha açık bir renge ve kron-kök oranında belirgin farklılıklara sahiptir. Süt dişi kronlarının mesiodistal çapı servikoinsizal uzunluğundan fazla olup, servikal bölgedeki daralma daimi dişlere göre çok daha belirgindir (Kumar, 2023; Saraswathi, 2009; Scheid & Weiss, 2020; Wheeler, 1974). Dişlerin oklüzal yüzey anatomisi süt dişlerinde daha sığ pit ve fissürlerle karakterizeyken; daimi dişlerde tüberküller daha keskin, derin ve kompleks bir morfoloji sergilemektedir (Hillson, 2005).

Kök morfolojisi bakımından süt molar dişler, ardıl daimi diş germine yer sağlamak amacıyla daha ince ve dışa doğru açılan (diverjan) kök yapılarıyla ayrışmaktadır (Nanci, 2003). Furkasyon bölgesi süt dişlerinde krona daha yakın konumlanmışken, daimi dişlerde bu alan daha apikalde bulunmaktadır. Süt dişlerinin yüksek hücresel desteği ve vaskülaritesi, genç dönemde iyileşme potansiyellerini artırsa da,

anatomik yapıları restoratif ve endodontik işlemler sırasında iyatrojenik hasar riskine karşı dikkatli olmayı gerektirmektedir (Hillson, 2005; Pinkham et al., 2005; Ten Cate, 1994).

Özetle, süt dişlerindeki histolojik ve morfolojik farklılıklar nedeniyle, inflamasyona neden olacak lokal faktörler pulpa dokusuna çok daha hızlı ilerlemekte ve pulpal enfeksiyon riski, daimi dişlere kıyasla belirgin şekilde artmaktadır (Milledge, 2008).

3. LSTR KONSEPTİ

İlk kez 1990 yılında Hoshino, LSTR adında yeni bir konsept öne sürmüş, ve tekniğin literatüre kazandırılması 2004 yılında Takushige'nin, Niigata Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Kariyoloji Araştırma Birimi'nde yaptığı çalışmalar sonucunda gerçekleşmiştir (Anila et al., 2020; Sain et al., 2018; Takushige et al., 2004).

LSTR tekniği, dentin, pulpa ve periapikal enfeksiyonların dezenfeksiyonu amacıyla seçilen antibakteriyel etkiye sahip karışımın enstrümantasyonsuz şekilde kullanıldığı bir prosedürdür (Takushige et al., 2004). Tekniğin temel prensibi, konakçının doğal bağışıklık sistemi mekanizmalarıyla onarım sağlanmasıdır (Sain et al., 2018). Takushige ve ark. (2004), lezyonlar tamamen dezenfekte edildiğinde konağın doku onarımının beklenebileceğini öne sürmüşlerdir (Takushige et al., 2004).

4. LSTR'NİN ENDİKASYONLARI VE KONTRENDİKASYONLARI

Amerikan Pediatrik Diş Hekimleri Akademisi'nin (AAPD) 2025 yılında yayınladığı "Süt Dişleri ve İmmatür Daimi Dişler için Pulpal Tedaviler" başlıklı rehbere göre irreversible

pulpitis evresindeki veya nekrotik süt dişlerine LSTR uygulanabilmektedir (AAPD, 2025; A. Dentistry, 2021; A. A. o. P. Dentistry, 2020).

LSTR endikasyonları detaylandırıldığında, spontan ağrı öyküsü bulunan perküsyon ve palpasyona karşı hassasiyeti olan dişlerde, pulpa ekspozu ile birlikte derin çürük lezyonuna sahip dişlerde, kronal pulpa dokusunun çıkarılmasından sonra hemoraji kontrolü sağlanamayan dişlerde, akut veya kronik apikal apseye sahip dişlerde, radyografide periodontal aralıkta belirgin genişleme gözlenen dişlerde ve kronik apikal periodontitis gözlenen ancak, lezyonun dikey boyutunun; dişin en kısa kökünün kök kanal boyunun yarısından az ya da yarısına eşit olduğu dişlerde LSTR tekniği endikedir (Lokade, Thakur, Singhal, Chauhan, & Jayam, 2019).

Ayrıca tedavi öncesinde dişin kök rezorbsiyonu ve arktaki stratejik konumu değerlendirilmelidir. AAPD ilgili rehberinde patolojik kök rezorpsiyonu gözlenen bir dişin 12 aydan daha kısa bir süre boyunca ağızda korunması gerektiğinde, pulpektomi yerine LSTR tekniğinin tercih edilmesini önermiştir (AAPD, 2025). Aynı zamanda tüm bu endikasyonlara sahip dişlerin restore edilebilir olması gerekmektedir (Lokade et al., 2019).

Kontrendikasyonlara bakılacak olursa, LSTR tekniği şiddetli internal ve eksternal rezorpsiyona sahip, fizyolojik eksfoliyasyon zamanı gelmiş ve çürük lezyonu kaynaklı pulpal tabanı perfore olan dişlerde, ekstraoral apse veya selülit gibi akut enfeksiyon durumlarında ve ileri derecede kök rezorpsiyonu bulunan dişlerde kontrendikedir (AAPD, 2025; Kayalvizhi, Subramaniyan, & Suganya, 2013; Sain et al., 2018). Buna ek olarak, kullanılan ajanlara karşı alerjisi olduğu bilinen hastalarda, enfektif endokardit riski taşıyan veya immünsüprese olan hastalarda da tekniğin kullanımı önerilmemektedir (Kayalvizhi et al., 2013; Sain et al., 2018).

Literatürde, LSTR uygulaması öncesinde furkasyon bölgesinde radyolüsensi görülen dişlerde uygulama sonrasında klinik ve radyografik başarısızlık görülme olasılığının üç kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Songvejkasem, Auychai, Chankanka, & Songsiripradubboon, 2021). Bu faktör göz önünde bulundurularak, süt molar dişlerde LSTR tekniği ile tedavi planlanırken furkasyon bölgesindeki lezyon boyutunun önemsenmesi gerektiği düşünülmektedir. Eğer lezyonun dikey boyutu, ilgili dişin en kısa kökünün kök kanal boyunun yarısından daha fazla ise endodontik tedaviler kontrendike olmakta ve ilgili dişin çekimi uygun tedavi yöntemi olarak öne çıkmaktadır (Castro et al., 2023; Songvejkasem et al., 2021).

AAPD'nin ilgili rehberinde kök rezorbsiyonunun şiddeti ile ilgili net bir sınır belirtilmemiş, ancak Grewal ve ark. (Grewal, Sharma, & Chawla, 2018) tarafından 2018 yılında yapılan bir çalışmada LSTR'nin, kök rezorpsiyonu kök uzunluğunun üçte birini aşan, internal resorpsiyona sahip, kronik apikal periodontitis veya kronik apikal apse gözlenen dişler için kısa süreli bir tedavi olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

5. LSTR'NİN KLİNİK UYGULAMA BASAMAKLARI

Tedaviye başlamadan önce, detaylı tıbbi, sosyal ve dental anamnez, klinik muayene bulguları ve alınan radyografiler doğrultusunda endikasyon konulmalı, ardından hasta velisine planlanan tedaviye ilişkin potansiyel riskler, beklenen yararlar ve mevcut alternatif tedavi seçenekleri ayrıntılı ve anlaşılır şekilde aktarılmalıdır (Burrus, Barbeau, & Hodgson, 2014).

AAPD'nin yayınladığı ilgili rehbere göre klinik uygulama basamakları şu şekildedir (AAPD, 2025):

- Öncelikle %2 lidokain hidroklorür ve epinefrin içeren lokal anestezik solüsyon kullanılarak yeterli anestezi sağlanmalı ve anestezinin etkinliğinin kontrolünü takiben, çalışma alanının izolasyonunu sağlamak amacıyla ilgili diş rubber-dam ile izole edilmelidir (Arangannal, Muthiah, Jeevarathan, & Sankar, 2019; Burrus et al., 2014; Sain et al., 2018).
- Çürük lezyonu non-selektif teknikle temizlenip giriş kavitesi açıldıktan sonra, kanal ağızları steril çelik rond frez yardımıyla genişletilmeli ve uygulanacak medikament için rezervuar alan hazırlanmalıdır (Burrus et al., 2014).
- Pulpa odasının dentin duvarları, smear tabakasının uzaklaştırılması ve yüzeyin adeziv uygulamasına uygun hale getirilmesi amacıyla %37'lik fosforik asit ile pürüzlendirilmeli, ardından bol su ile yıkanmalı ve hafif hava ile kurutulmalıdır (Burrus et al., 2014).
- Pulpa odasında hemoraji mevcutsa, etkin bir hemostatik ajan olan %10'luk sodyum hipoklorit (NaOCl) emdirilmiş steril pamuk pelet kullanılarak kanama kontrol altına alınmalıdır. Bu uygulama, NaOCl'nin doku çözme özelliği ile yüzey dezenfeksiyonuna da katkı sağmaktadır (Takushige et al., 2004).
- Klindamisin, metronidazol ve siprofloksasinden oluşan üçlü antibiyotik patı (ÜAP), uygun bir kıvam elde etmek için polietilen glikol veya makrogol içeren sıvı bir taşıyıcı ile homojen şekilde karıştırılmalıdır. Hazırlanan bu antibiyotik karışımı, enfeksiyonun etkin kontrolü ve lokal uygulama avantajı sağlamak amacıyla kanal ağızlarında hazırlanan rezervuar alana

ve pulpa odasının tabanına uygulanmalıdır (Burrus et al., 2014).

- ÜAP hekim tarafından hazırlanabilir (Sain et al., 2018) veya standart formülasyona sahip bir şekilde eczaneden temin edilebilir (Burrus et al., 2014; Chisini et al., 2018). Antibiyotik patının üzeri, geleneksel veya rezin modifiye cam iyonomer siman ile kapatılmalıdır (AAPD, 2025; Burrus et al., 2014; Chisini et al., 2018).
- Kronal sızdırmazlığı sağlamak amacıyla, ilgili diş paslanmaz çelik kuron (PÇK) ile restore edilmeli ve böylece ilgili dişin tedavisi tek seansta tamamlanmalıdır (Arangannal et al., 2019; Burrus et al., 2014; Chisini et al., 2018).

Bu prosedüre ek olarak, Burrus ve ark. (Burrus et al., 2014) ilgili dişte akut apikal apse formasyonu veya furkasyon alanında geniş bir radyolüsent alan mevcutsa, sistemik antibiyotiklerin de önerilebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca Doneria ve ark. (2017) bir, altı ve 12. aylarda; Raslan ve ark. (2017) ve Nakornchai ve ark. (2010) altı ve 12. aylarda; Mushtaq ve ark. (2023), Nanda ve ark. (2014), Raslan ve ark. (2017), Sijini ve ark. (2021) ve Moura ve ark. (2021) üç, altı ve 12. aylarda; Zacharczuk ve ark. (2019) bir, üç, altı, 12. ve 18. aylarda takip etmeyi önermişlerdir (Doneria, Thakur, Singhal, & Chauhan, 2017; Moura et al., 2021; Mushtaq, Nangia, & Goswami, 2023; Nakornchai, Banditsing, & Visetratana, 2010; Nanda, Koul, Srivastava, Upadhyay, & Dwivedi, 2014; Raslan, Mansour, & Assfoura, 2017; Sijini et al., 2021; Zacharczuk, Toscano, López, & Ortolani, 2019).

6. LSTR TEDAVİSİNDE KULLANILAN AJANLAR

6.1. Üçlü Antibiyotik Patı

Tek bir antibiyotiğin tüm polimikrobiyal florayı ortadan kaldıracak kadar güçlü olmadığı göz önünde bulundurularak (Parhizkar et al., 2018), daha etkili sonuçlar elde etme ve bölgeyi tamamen dezenfekte etme amacıyla metronidazol, siprofloksasin ve minosiklin olmak üzere üç antibiyotiğin hacimce 1:1:1 oranında karıştırılarak kullanıldığı bir kanal içi medikament olan ÜAP, 1996 yılında Hoshino ve ark. (Parhizkar et al., 2018) tarafından tanımlanmıştır ve halen kök kanal dezenfeksiyonunda önemli bir ajan olarak kabul edilmektedir (Malu & Khubchandani, 2022).

Medikamentin hazırlık aşamasında, antibiyotik preparatlarının enterik kaplamaları temizlenerek her biri havan yardımıyla ayrı ayrı ince toz haline getirilir ve bu tozlar nemden ve gün ışığından korunacak şekilde koyu renkli kaplarda saklanmalıdır (Sain et al., 2018; Sefa et al., 2024). Klinik uygulama öncesinde, her antibiyotikten eşit hacimlerde alınarak polietilen glikol gibi bir sıvı taşıyıcı ile siman camı üzerinde homojen, macunumsu bir kıvama gelene dek karıştırılmalıdır. Tedavi etkinliği için patın taze kullanılması esastır; hazırlanan opak karışım bekledikçe yarı saydam bir görünüm alabilmekte ve bu koşullarda kullanılmamalıdır (Anila et al., 2020; Cruz, Kota, Huque, Iwaku, & Hoshino, 2002; Prabhakar, Sridevi, Raju, & Satish, 2008; Sain et al., 2018; Sefa et al., 2024).

6.2. İkili Antibiyotik Patı

İkili antibiyotik patı (İAP), kök kanalının dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan alternatif bir medikamenttir (Mohammadi & Abbott, 2009). Amerikan Endodontistler Birliği (AAE) 2021 yılında yayınladığı rehberde (Al-Qudah, Almomani, Hassoneh, & Awawdeh, 2023), metronidazol ve siprofloksasin ile hazırlanan İAP'nin, kök kanallarının dezenfeksiyonu amacıyla

kullanabileceğini bildirmiştir. İkili antibiyotik patının içeriğinde minosiklin bulunmaması, ÜAP'nin renklenme dezavantajını ortadan kaldırmaktadır.

Jenks ve ark. (Jenks, Ehrlich, Spolnik, Gregory, & Yassen, 2016), çalışmalarında farklı konsantrasyonlardaki İAP'nin, dentin yüzeyindeki antibiyofilm etkinliğini değerlendirmişlerdir. Buna göre, özellikle 5 mg/mL ve üzerindeki konsantrasyonların dört haftalık uygulama süresi boyunca Enterococcus faecalis biyofilm oluşumunu anlamlı düzeyde engellediği bildirilmiştir.

Antibiyotik kombinasyonlarının başarısında, ilaçların dentin tübülleri içerisindeki difüzyon hızı belirleyici bir faktördür. Bu bağlamda, polietilen glikolün farmasötik eşdeğeri olan Makrogol, patın hazırlanmasında yaygın bir sıvı taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. Bu ajanlar, özellikle dentin tübüllerinin derinliklerine penetrasyonu artırarak bölgedeki enfeksiyonun eliminasyonuna katkı sunmaktadır (Özkan, 2025).

AAPD ilgili rehberinde (AAPD, 2025), taşıyıcı olarak polietilen glikol kullanımı referans alınırken, literatürde benzer fizikokimyasal özelliklerinden dolayı propilen glikolün de yer bulduğu saptanmıştır (Arangannal et al., 2019; Burrus et al., 2014; Cruz et al., 2002; Nanda et al., 2014; Pinky, Shashibhushan, & Subbareddy, 2011; Takushige et al., 2004).

7. LSTR'NİN BAŞARI HEDEFLERİ

LSTR'nin literatürde yer alan başarı hedefleri, ilgili dişte perküsyon, palpasyon, spontan ve provake ağrı gibi tedavi öncesindeki klinik belirti ve semptomların ortadan kalkması veya gerilemesi, periradiküler lezyona sahip dişlerin lezyon boyutunda gerileme, patolojik mobiliteye sahip dişlerde mobilite düzeyinde azalma ve/veya fizyolojik sınırlara ulaşma olarak sayılabilmektedir (AAPD, 2025).

8. LSTR'NİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

8.1. Avantajları

LSTR tekniğinin temel avantajı tek seansta ve kısa sürede tamamlanabilen bir tedavi olmasıdır. Tekniğin uygulama kolaylığı hem fiziksel hem de psikolojik olarak hastayı rahatlatmakta ayrıca koltukta geçen sürenin de azalmasına yol açmaktadır. LSTR tekniği özellikle pediatrik hastalarda kooperasyon zorluğu düşünüldüğünde, hekim için avantajlı bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilmektedir. Teknik, zamanda uygun maliyetli bir tedavi yöntemidir (Sain et al., 2018; Sefa et al., 2024; Trairatvorakul & Detsomboonrat, 2012).

Sain ve ark. (Sain et al., 2018), 2018 yılında yayınladıkları çalışmalarında, tekniğin uygulandığı dişlerde takip döneminde iyileşmeye ek kemik rejenereasyonunun da saptandığını bildirmişlerdir. Bu doğrultuda, LSTR tekniği pediatrik hastalarda uygulama kolaylığına ve kısa tedavi süresine bağlı avantajlarının yanı sıra dar-kavisli kökleri ve paramolar kanalları ile zorlu anatomiye sahip süt molar dişlerinde (Mohd Ariffin et al., 2020; Ozcan, Sekerci, Cantekin, Aydinbelge, & Dogan, 2016) başarılı endodontik tedavi açısından konak savunma sistemini devreye alan alternatif bir seçenek olarak görülmektedir.

8.2. Dezavantajları

LSTR tekniğinde lokal antibiyotik kullanımı, enfeksiyon kontrolünde etkili sonuçlar bildirilmesine rağmen bazı çekinceleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle antibiyotik direncinin gelişme potansiyeli, bu tekniğe yönelik başlıca endişeler arasında yer almaktadır. Ayrıca kullanılan antibiyotiklerin sitotoksik etkileri, alerjik reaksiyon oluşturma riski ve kök kanal sisteminde bulunan tüm mikroorganizmalar üzerinde yeterli etkinlik gösterememesi yöntemin sınırlılıkları arasında sayılmaktadır.

Teknikte ÜAP kullanımı içeriğindeki minosiklinin sebebiyle dişlerde renk değişikliğine neden olabilmektedir (Banchs & Trope, 2004; Lenherr et al., 2012; Sain et al., 2018).

Araştırmacılar tarafından tekniğe duyulan bir diğer endişe ise, kronik enfeksiyon odağının uzaklaştırılmaksızın bırakılmasının daimi dişlerde yaratabileceği sekel etkilerdir. Ancak, Sánchez Pumeda ve ark. (2025) beş yıllık takiplerinde daimi ardıl dişlerde herhangi bir anomali saptanmadığını rapor etmişlerdir (Del Carmen Sánchez Pumeda & Henríquez, 2025).

Ek olarak, bazı araştırmacıların LSTR uygulanan dişlerde "Hollow tube theory" adı verilen etkinin gözlendiğine dair uyarıları mevcuttur. Bilindiği üzere kök kanalları, doku sıvılarıyla ilişki içindedir. Bu sebeple doldurulmayan kök kanallarının doku sıvılarıyla beraber göç eden mikroorganizmalar ile enfeksiyon odağı oluşturabileceğini savunan teoriye "Hollow tube theory" denmektedir. Ancak bu durumun tüm vakalarda meydana gelip gelmeyeceği veya konakçı bağışık sistemi tarafından yönetilebilirliği konusunda literatürde henüz yeterli kanıt mevcut değildir (Kayalvizhi et al., 2013; Sain et al., 2018).

9. LSTR TEKNİĞİNİN BAŞARISINA DAİR GÜNCEL ÇALIŞMALAR

Agarwall ve ark. (2019) yayınladıkları sistematik derlemede; LSTR ve iyodoformlu kalsiyum hidroksit patı ile pulpektomi tedavilerinin başarı oranlarını karşılaştıran çalışmaları ele almışlardır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, her iki teknikte de 12. ayda yüksek klinik başarı gözlendiği belirtilirken, radyografik olarak altıncı ayda her iki teknikte de başarının yüksek olduğu ancak, 12. ayda başarı oranlarının düşüş gösterdiği bildirilmiştir. (Agarwal, Bendgude, & Kakodkar, 2019).

Duarte ve ark. (2020) LSTR ve pulpektomi tedavilerinin başarı oranlarının karşılaştırıldığı altı meta-analiz çalışmasının sonuçlarını incelemişlerdir. Buna göre, altıncı, 12. ve 18. aylarda klinik veya radyografik başarı açısından, tedavi teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadığı bildirilmiştir. Altı çalışmanın üçünde, uygulanan tedavi teknikleri arasında anlamlı farklılıklar saptanmış olup, elde edilen bulgular, özellikle radyografik başarı bakımından pulpektomi tedavisinin üstünlüğünü ortaya koymuştur (Duarte et al., 2020).

Moura ve ark. (2021) yayınladıkları randomize kontrollü klinik çalışmada 88 dişi randomize şekilde iki gruba ayırmışlardır. Grup 1 Kloramfenikol- Tetrasiklin- Çinko oksit ojenol patı ile LSTR tekniği, kontrol grubu ise Çinko Oksit Ojenol ile Pulpektomi tekniği ile tedavi edilip 12 ay takip edilmiştir. 12. ayda, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Aynı zamanda LSTR tekniğinin uygulama süresinin, pulpektomi tekniğinin uygulama süresinin yarısı kadar olduğu rapor edilmiştir (Moura et al., 2021).

10. SONUÇ

Son yıllarda yayımlanan randomize kontrollü klinik çalışmalar, çok sayıda vaka serisi ve sistematik derlemeler ışığında oluşan genel kanı, LSTR tekniğinin yalnızca pulpektomi tedavisinin kontrendike olduğu durumlarda başvurulabilecek bir teknik olmadığı; aksine pulpektomiye benzer başarı oranları sunmasının yanı sıra daha konservatif bir yaklaşım sergileyen ve tedavi süresini azaltan etkili bir alternatif olduğu yönündedir. Ancak konuyla ilgili literatür havuzunun oldukça dar olması sebebiyle, tekniğin klinik kullanımıyla ilgili endişeleri aydınlatacak daha fazla uzun dönem takipli klinik çalışmaya ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AAPD. (2025). *Pulp therapy for primary and immature permanent teeth*. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry. https://www.aapd.org/media/Policies_Guidelines/BP_PulpTherapy.pdf

Achanta, A., Reche, A., Dakhale, R., & Bharate, R. R. (2023). A Comprehensive Review of Lesion Sterilization and Tissue Repair: An Alternative for Pulpectomy in Deciduous Teeth. *Cureus, 15*(11), e48218. doi:10.7759/cureus.48218

Agarwal, S. R., Bendgude, V. D., & Kakodkar, P. (2019). Evaluation of Success Rate of Lesion Sterilization and Tissue Repair Compared to Vitapex in Pulpally Involved Primary Teeth: A Systematic Review. *J Conserv Dent, 22*(6), 510-515. doi:10.4103/jcd.Jcd_76_20

Al-Qudah, A., Almomani, M., Hassoneh, L., & Awawdeh, L. (2023). Outcome of regenerative endodontic procedures in nonvital immature permanent teeth using 2 intracanal medications: a prospective randomized clinical study. *Journal of Endodontics, 49*(7), 776-785.

Anila, B., Murali, H., Cheranjeevi, J., & Kapil, R. (2020). Lesion sterilization and tissue repair (LSTR): A review. *Journal of Scientific Dentistry, 4*(2), 49-55.

Arangannal, P., Muthiah, G., Jeevarathan, J., & Sankar, P. (2019). Lesion Sterilization and Tissue Repair in Nonvital Primary Teeth: An In vivo Study. *Contemp Clin Dent, 10*(1), 31-35. doi:10.4103/ccd.ccd_124_18

Banchs, F., & Trope, M. (2004). Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment

protocol? *J Endod, 30*(4), 196-200. doi:10.1097/00004770-200404000-00003

Burrus, D., Barbeau, L., & Hodgson, B. (2014). Treatment of abscessed primary molars utilizing lesion sterilization and tissue repair: literature review and report of three cases. *Pediatr Dent, 36*(3), 240-244.

Castro, M., Lima, M., Lima, C., Moura, M., Moura, J., & Moura, L. (2023). Lesion sterilization and tissue repair with chloramphenicol, tetracyline, zinc oxide/eugenol paste versus conventional pulpectomy: A 36-month randomized controlled trial. *Int J Paediatr Dent, 33*(4), 335-345. doi:10.1111/ipd.13056

Chisini, L. A., Collares, K., Cademartori, M. G., de Oliveira, L. J. C., Conde, M. C. M., Demarco, F. F., & Correa, M. B. (2018). Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. *International Journal of Paediatric Dentistry, 28*(2), 123-139.

Cruz, E., Kota, K., Huque, J., Iwaku, M., & Hoshino, E. (2002). Penetration of propylene glycol into dentine. *International endodontic journal, 35*(4), 330-336.

Del Carmen Sánchez Pumeda, M., & Henríquez, O. (2025). LSTR Technique With CTZ Antibiotic Paste in Primary Molar: 5-Year Follow-Up Case Report. *Case Rep Dent, 2025*, 8629672. doi:10.1155/crid/8629672

Dentistry, A. (2021). Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry Chicago, Ill: American Academy of Pediatric Dentistry*, 399407.

Dentistry, A. A. o. P. (2020). The reference manual of pediatric dentistry. *American Academy of Pediatric Dentistry*, 79-81.

Doneria, D., Thakur, S., Singhal, P., & Chauhan, D. (2017). Comparative evaluation of clinical and radiological success of zinc oxide-ozonated oil, modified 3mix-mp antibiotic paste, and vitapex as treatment options in primary molars requiring pulpectomy: An in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent, 35*(4), 346-352. doi:10.4103/jisppd.Jisppd_359_16

Duarte, M. L., Pires, P. M., Ferreira, D. M., Pintor, A. V. B., de Almeida Neves, A., Maia, L. C., & Primo, L. G. (2020). Is there evidence for the use of lesion sterilization and tissue repair therapy in the endodontic treatment of primary teeth? A systematic review and meta-analyses. *Clin Oral Investig, 24*(9), 2959-2972. doi:10.1007/s00784-020-03415-0

Grewal, N., Sharma, N., & Chawla, S. (2018). Comparison of resorption rate of primary teeth treated with alternative lesion sterilization and tissue repair and conventional endodontic treatment: An in vivo randomized clinical trial. *J Indian Soc Pedod Prev Dent, 36*(3), 262-267. doi:10.4103/jisppd.Jisppd_140_17

Hillson, S. (2005). *Teeth*: Cambridge university press.

Jenks, D. B., Ehrlich, Y., Spolnik, K., Gregory, R. L., & Yassen, G. H. (2016). Residual antibiofilm effects of various concentrations of double antibiotic paste used during regenerative endodontics after different application times. *Arch Oral Biol, 70*, 88-93. doi:10.1016/j.archoralbio.2016.06.006

Kayalvizhi, G., Subramaniyan, B., & Suganya, G. (2013). Topical application of antibiotics in primary teeth: an overview. *Journal of Dentistry for Children, 80*(2), 71-79.

Kraus, B. S. (1965). The human dentition before birth. *(No Title)*.

Kumar, G. (2023). *Orban's Oral Histology & Embryology-E-BOOK*: Elsevier Health Sciences.

Lenherr, P., Allgayer, N., Weiger, R., Filippi, A., Attin, T., & Krastl, G. (2012). Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. *International endodontic journal, 45*(10), 942-949.

Lokade, A., Thakur, S., Singhal, P., Chauhan, D., & Jayam, C. (2019). Comparative evaluation of clinical and radiographic success of three different lesion sterilization and tissue repair techniques as treatment options in primary molars requiring pulpectomy: An in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent, 37*(2), 185-191. doi:10.4103/jisppd.Jisppd_6_19

Malu, K., & Khubchandani, M. (2022). Triple Antibiotic Paste: A Suitable Medicament for Intracanal Disinfection. *Cureus, 14*(9), e29186. doi:10.7759/cureus.29186

Milledge, J. T. (2008). Endodontic therapy for primary teeth. *Ingle's Endodontics, 6*, 1400-1425.

Mohammadi, Z., & Abbott, P. (2009). On the local applications of antibiotics and antibiotic-based agents in endodontics and dental traumatology. *International endodontic journal, 42*(7), 555-567.

Mohd Ariffin, S., Dalzell, O., Hardiman, R., Manton, D., Parashos, P., & Rajan, S. (2020). Root canal morphology of primary maxillary second molars: a micro-computed tomography analysis. *European Archives of Paediatric Dentistry, 21*(4), 519-525.

Moura, J., Lima, M., Nogueira, N., Castro, M., Lima, C., Moura, M., & Moura, L. (2021). LSTR Antibiotic Paste Versus Zinc Oxide and Eugenol Pulpectomy for the Treatment of

Primary Molars with Pulp Necrosis: A Randomized Controlled Trial. *Pediatr Dent, 43*(6), 435-442.

Mushtaq, A., Nangia, T., & Goswami, M. (2023). Comparative Evaluation of the Treatment Outcomes of Pulpotomy in Primary Molars Using Mineral Trioxide Aggregate and 3Mixtatin: A Randomized Clinical Trial. *Int J Clin Pediatr Dent, 16*(6), 810-815. doi:10.5005/jp-journals-10005-2720

Nakornchai, S., Banditsing, P., & Visetratana, N. (2010). Clinical evaluation of 3Mix and Vitapex as treatment options for pulpally involved primary molars. *Int J Paediatr Dent, 20*(3), 214-221. doi:10.1111/j.1365-263X.2010.01044.x

Nanci, A. (2003). Ten Cate's oral histology: development, structure, and function [CD.].

Nanci, A. (2007). *Ten cate's oral histology-pageburst on vitalsource: development, structure, and function*: Elsevier Health Sciences.

Nanda, R., Koul, M., Srivastava, S., Upadhyay, V., & Dwivedi, R. (2014). Clinical evaluation of 3 Mix and Other Mix in non-instrumental endodontic treatment of necrosed primary teeth. *J Oral Biol Craniofac Res, 4*(2), 114-119. doi:10.1016/j.jobcr.2014.08.003

Ozcan, G., Sekerci, A. E., Cantekin, K., Aydinbelge, M., & Dogan, S. (2016). Evaluation of root canal morphology of human primary molars by using CBCT and comprehensive review of the literature. *Acta Odontologica Scandinavica, 74*(4), 250-258.

Özkan, A. (2025). REPAIR (LSTR). In *HEALTH & SCIENCE 2025-I* (pp. 83).

Parhizkar, A., Nojehdehian, H., & Asgary, S. (2018). Triple antibiotic paste: momentous roles and applications in

endodontics: a review. *Restor Dent Endod, 43*(3), e28. doi:10.5395/rde.2018.43.e28

Pinkham, J., Casamassimo, P., Fields, H., Mc Tigue, D., & Nowak, A. (2005). Pediatric dentistry: infancy through adolescence. *Evaluation, 20*(20), 20.

Pinky, C., Shashibhushan, K., & Subbareddy, V. (2011). Endodontic treatment of necrosed primary teeth using two different combinations of antibacterial drugs: An: in vivo: study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 29*(2), 121-127.

Prabhakar, A., Sridevi, E., Raju, O., & Satish, V. (2008). Endodontic treatment of primary teeth using combination of antibacterial drugs: An: in vivo: study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 26*(5), S5-S10.

Raslan, N., Mansour, O., & Assfoura, L. (2017). Evaluation of antibiotic mix in Non-instrumentation Endodontic Treatment of necrotic primary molars. *Eur J Paediatr Dent, 18*(4), 285-290. doi:10.23804/ejpd.2017.18.04.04

Sain, S., J, R., S, A., George, S., J, S. I., & S, A. J. (2018). Lesion Sterilization and Tissue Repair-Current Concepts and Practices. *Int J Clin Pediatr Dent, 11*(5), 446-450. doi:10.5005/jp-journals-10005-1555

Saraswathi, T. (2009). Shafer's textbook of oral pathology. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology, 13*(1), 46-46.

Scheid, R. C., & Weiss, G. (2020). *Woelfel's dental anatomy*: Jones & Bartlett Learning.

Sefa, I., Garg, N., Pathivada, L., & Yeluri, R. (2024). Success of Lesion Sterilization and Tissue Repair Therapy and Pulpectomy in the Management of Infected Primary

Molars with Poor Prognosis. *Int J Clin Pediatr Dent, 17*(1), 41-47. doi:10.5005/jp-journals-10005-2750

Sijini, O. T., Sabbagh, H. J., Baghlaf, K. K., Bagher, A. M., El-Housseiny, A. A., Alamoudi, N. M., & Bagher, S. M. (2021). Clinical and radiographic evaluation of triple antibiotic paste pulp therapy compared to Vitapex pulpectomy in non-vital primary molars. *Clin Exp Dent Res, 7*(5), 819-828. doi:10.1002/cre2.434

Songvejkasem, M., Auychai, P., Chankanka, O., & Songsiripradubboon, S. (2021). Survival rate and associated factors affecting pulpectomy treatment outcome in primary teeth. *Clinical and experimental dental research, 7*(6), 978-986.

Takushige, T., Cruz, E. V., Asgor Moral, A., & Hoshino, E. (2004). Endodontic treatment of primary teeth using a combination of antibacterial drugs. *Int Endod J, 37*(2), 132-138. doi:10.1111/j.0143-2885.2004.00771.x

Ten Cate, A. R. (1994). Oral histology: development, structure, and function. In *Oral histology: development, structure, and function* (pp. 532-532).

Trairatvorakul, C., & Detsomboonrat, P. (2012). Success rates of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole, and minocycline antibiotics used in the non-instrumentation endodontic treatment of mandibular primary molars with carious pulpal involvement. *Int J Paediatr Dent, 22*(3), 217-227. doi:10.1111/j.1365-263X.2011.01181.x

Wheeler, R. C. (1974). Dental anatomy, physiology, and occlusion.

Zacharczuk, G. A., Toscano, M. A., López, G. E., & Ortolani, A. M. (2019). Evaluation of 3Mix-MP and pulpectomies in

non-vital primary molars. *Acta Odontol Latinoam, 32*(1), 22-28.

MİNİMAL İNVAZİV BİR TEDAVİ YAKLAŞIMI: REZİN İNFİLTRASYON

Miraç AKTAŞ[1]

Merve ULUAKAY[2]

1. GİRİŞ

Mine yüzeylerinde görülen beyaz nokta lezyonları, demineralizasyonun en erken klinik bulguları olup özellikle proksimal bölgede yer aldıklarında çürük gelişimi açısından yüksek risk taşımaktadır. Bu lezyonların erken dönemde teşhis edilememesi durumunda, ilerleyerek geniş çaplı mine kaybına yol açabilmektedir. Beyaz nokta lezyonları klinik olarak tebeşirimsi ve opak bir görünüm sergilemekte olup, bu karakteristik beyazlaşma, karyojenik asitlerin etkisiyle mine yüzeyinde porozitenin artmasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Çürüğün erken evresinde; lezyon gövdesi daha pöröz bir yapı gösterirken, bu alan genellikle nispeten hipermineralize bir yüzey tabakası ile örtülüdür. Benzer şekilde hipomineralize mine lezyonlarında da yüzey tabakası klinik olarak sağlam görünebilmektedir. Bu tür mine lezyonlarının tedavisinde florürlü veya flor içermeyen çeşitli remineralizan ajanlar kullanılabilmektedir. Ancak bu ajanların etkileri çoğunlukla yüzeyle sınırlı olduğundan, tedavi sonuçları her zaman öngörülebilir değildir. Özellikle hipermineralize yüzey tabakasının varlığı, yüzey altındaki lezyon gövdesine mineral iyonlarının difüzyonunu kısıtlamakta ve bu

[1] Arş. Gör. Dt., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0006-5003-4729.

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-9620-1952.

durum daha derin lezyonların tam anlamıyla remineralize olmasını engellemektedir (Aswani, Chandrappa, Uloopi, Chandrasekhar, & RojaRamya, 2019; Kumar, Palamara, Burrow, & Manton, 2017).

Rezin infiltrasyon tekniğinde hipermineralize yüzeyin üzerindeki biyofilmde üretilen asitler için bir difüzyon bariyeri oluşturulmakta ve böylece minenin demineralizasyonu engellenmektedir (Aswani et al., 2019).

2. REZİN İNFİLTASYON

Rezin infiltrasyonu, çok düşük viskoziteli bir rezin materyalin, kavitasyon oluşmamış lezyonların mikroporozitelerine kapiller difüzyon yoluyla penetre olarak bu boşlukları doldurması, lezyonların sızdırmazlığının sağlanması ve yapısal olarak güçlendirilmesini içerir; böylece lezyonun ilerlemesi etkin biçimde durdurulması esasına dayanan minimal invaziv diş hekimliği kapsamında önemli ve yenilikçi bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Philip & Suneja, 2023; Varughese, Janakiram, Karuveettil, & James, 2024). Bu difüzyon mekanizması, 15-60 saniye süreyle hidroklorik asit ile yapılan asitleme sonrasında oluşan yüzey ve yüzey altı dehidratasyon koşullarının ardından, yüzeyin etanol ve hava ile kurutulması sayesinde gerçekleşmektedir (Dziaruddin & Zakaria, 2022; Halcomb, Inglehart, & Karl, 2020; Philip & Suneja, 2023). Bununla birlikte, fosforik asit ile pürüzlendirme ve abrazyon yoluyla gerçekleştirilen yüzey hazırlığı gibi alternatif ön işlem yaklaşımlarının da rezin penetrasyonunu artırmada başarılı olduğu ve özellikle pediatrik diş hekimliğinde daha güvenli bir uygulama olanağı sağlayarak klinik kullanımını daha da artırdığı bildirilmiştir (A, 2023; Varughese et al., 2024).

2.1. Rezin İnfiltrasyonunun Avantajları ve Dezavantajları

Estetik avantajları sayesinde, özellikle ortodontik tedavi sonrası oluşan beyaz nokta lezyonlarının ve pediatrik hastalarda kavitasyon gelişmemiş çürüklerin tedavisinde tercih edilmektedir (A, 2023; Alamoudi, Basudan, Mahboub, & Baghlaf, 2022; Valdes et al., 2023). Doğal diş dokularının maksimum düzeyde korunmasını sağlarken hasta konforunu artırması, ağrı oluşturmaması ve tedavi süresinin kısa olması bu yöntemi pediatrik diş hekimliğinin temel prensipleriyle uyumlu hale getirmektedir (Beretta, Federici Canova, Gianolio, & Zaffarano, 2023; Costa, Biscola, & Macedo, 2023). Ancak rezin infiltrasyon, teknik hassasiyet gerektiren ve belirli düzeyde hasta kooperasyonuna ihtiyaç duyması nedeniyle yaşa bağlı veya özel gereksinimlere eşlik eden davranış problemleri bulunan çocuklarda uygulanması güç olabilmektedir (Kher MS, 2019). Bunun yanı sıra, işlem sırasında nem kontrolü gerektirmesi, nispeten yüksek maliyeti ve kaviteli lezyonlardaki etkinliğinin sınırlı olması yöntemin başlıca dezavantajları arasında sayılmaktadır.

2.2. Rezin İnfiltrasyonunun Endikasyonları ve Kontraendikasyonları

İnterproksimal çürük lezyonları için rezin infiltrasyonu, radyografik olarak E2'den (minenin iç yarısı) D1'e (dentinin dış üçte biri) uzanan ve görünür klinik kavitasyon belirtisi olmayan lezyonlarda uygulanabilmektedir (Kher MS, 2019). Bazı klinik çalışmalar bu lezyonların durdurulmasında yüksek etkinliğe sahip olduğunu doğrulayarak, koruyucu pediatrik diş hekimliğindeki kullanımını güçlü biçimde desteklemektedir (Arslan & Kaplan, 2020; Krois, Göstemeyer, Reda, & Schwendicke, 2018; Peters, Hopkins, & Yu, 2018; Valdes et al., 2023). Bununla birlikte, geleneksel fissür örtücüler veya %5 NaF verniğinin de kavitasyon

oluşmamış aproksimal lezyonları durdurabildiğine dair kanıtlar bulunduğundan, klinisyenlerin rezin infiltrasyon tekniğini uygulamadan önce görece daha yüksek maliyetini de dikkate almaları önerilmektedir (Slayton et al., 2018). Öte yandan, uzun vadede sağladığı estetik iyileşme ve ileri restoratif tedavilere duyulan gereksinimi azaltması sayesinde maliyetlerin düşürülmesine katkıda bulunabilmektedir (Lin et al., 2022).

Rezin infiltrasyonu, çürük lezyonlarının tedavisinin yanı sıra florozis ve hipomineralizasyon gibi gelişimsel mine defektlerinin yönetiminde de kullanılmaktadır (Halcomb et al., 2020). Yapılan çalışmalar, rezin infiltrasyonunun lezyon görünürlüğünü azaltırken mine bütünlüğünü koruduğunu göstermiştir; bu da estetik kaygıları bulunan pediatrik hastalar için etkili bir tedavi seçeneği olduğunu ortaya koymaktadır (Dziaruddin & Zakaria, 2022). Minimal invaziv doğası sayesinde lokal anestezi ve diş preparasyonu gibi girişimsel işlemlere çoğu zaman ihtiyaç duyulmaması özellikle dental anksiyetesi bulunan ve yeterli düzeyde kooperasyon sağlayabilen çocuklarda yöntemi avantajlı bir tedavi seçeneği haline getirmektedir (Lee, Shin, Kim, Jeong, & Kim, 2018).

2.3. Rezin İnfiltrasyon ve Florür Vernik

Karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, florür vernik remineralizasyonu desteklemekle birlikte sürekli florür maruziyeti gerektirirken; rezin infiltrasyonu lezyon porozitelerini fiziksel olarak tıkayarak lezyon ilerlemesini doğrudan engellemekte ve demineralizasyonu durdurmaktadır (Dziaruddin & Zakaria, 2022).

2.4. Rezin İnfiltrasyon ve Fissür Örtücüler

Fissür örtücüler karyojenik biyofilme karşı koruyucu bir bariyer oluşturmasına rağmen, lezyon dokusunun içerisine penetre olarak yapıyı güçlendirmezler; buna karşın rezin

infiltrasyonu hem yapısal stabilizasyon hem de estetik iyileşme sağlamaktadır (Meyer-Lueckel & Paris, 2008).

2.5. Rezin İnfiltrasyon ve Gümüş Diamin Florür (GDF)

GDF çürük durdurmada oldukça etkili olmakla birlikte, kalıcı siyah renklenmeye yol açması önemli estetik sorunlar oluşturmaktadır. Bu nedenle, özellikle anterior bölge dişlerinde ve estetik beklentisi yüksek hastalarda rezin infiltrasyon daha uygun bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Lin et al., 2022). Bununla birlikte, doğru hasta ve lezyon seçimi büyük önem taşımakta olup, rezin infiltrasyonu en çok kavitasyon oluşmamış lezyonlarda etkili olmakta ve titiz bir klinik uygulama gerektirmektedir (Dziaruddin & Zakaria, 2022).

2.6. Rezin İnfilrasyon Uygulama Basamakları

Şu anda rezin infiltrasyonu için piyasada yalnızca ICON (DMG, Hamburg, Almanya) ürünü bulunmaktadır (Schwendicke et al., 2019).

Rezin infiltrasyon kiti, plastik kamalar, özel folyo aplikatörler, bir enjektör içinde %15 hidroklorik asit jeli, etanol ve bir şırınga içinde infiltrant rezinden oluşur (Kher MS, 2019).

1. Rubberdam izolasyonu sonrası kit içindeki kama diş seperasyonu için arayüze yerleştirilmektedir. Folyo aplikatör, %15 hidroklorik asit jelinin uygulanacağı bir cep oluşturacak şekilde birbirine yapıştırılmış iki ince folyo filmden oluşmaktadır. Folyo arayüze yerleştirildiğinde folyolardan biri komşu dişi asitten korurken, diğer folyoda bulunan böbrek şeklindeki açıklık asidin lezyon yüzeyi ile temasını sağlamaktadır

2. Hava ile kurutma işlemini takiben hidroklorik asit şırıngaya takılı folyo aplikatör dişler arası bölgeye yerleştirilmektedir. Jel, lezyon yüzeyi ile 120 saniye boyunca temas halinde bırakılmaktadır.

3. Jel hava su spreyi ile yıkanmakta ve basınçlı hava ile 15 saniye kurutulmaktadır.

4. Rezin infiltrasyon kiti içinde bulunan etanol içeren şırınga, ince uç yardımıyla arayüz bölgesine 15 saniye uygulanmaktadır. Bu işlem, ara yüzeylerin tamamen kurumasını sağlamaktadır. Ardından bölge 15 saniye süreyle hava ile kurutulmaktadır. Lezyon gövdesindeki nem varlığı kapiller penetrasyonu engelleyebileceğinden, infiltrasyon öncesinde lezyonun tamamen kurutulması gerekmektedir.

5. Enjektöre tutturulan yeni bir folyo aplikatör arayüz bölgesine yerleştirilmektedir. Rezin infiltrant aplikatöre enjekte edilmekte ve lezyon bölgesinde 3 dakika bekletilmektedir. Işıkla sertleşen doldurucusuz rezin infiltrant (%99 trietilen glikol dimetakrilat ve kamforokinon) kapiller penetrasyon yoluyla lezyon gövdesine kolaylıkla nüfuz edebilecek şekilde geliştirilmiş düşük viskoziteli bir rezindir.

6. Üç dakika sonra, fazla infiltrant havayla uzaklaştırılmakta ve folyo aplikatör çıkarılmaktadır. Temas alanlarının temizlenmesi amacıyla diş ipi kullanılabilmektedir. Üç dakikalık uygulama süresi gereklidir; zira pöröz mine lezyonuna kapiller penetrasyon süreci yavaş ve zamana bağlıdır.

7. Rezin infiltrant oklüzal, bukkal ve lingual yönlerden toplam 40 saniye boyunca ışıkla polimerize edilmektedir. Ardından rezin infiltrant 1 dakika süreyle ikinci kez uygulanmakta ve tekrar ışıkla polimerize edilmektedir. Bu ikinci uygulama lezyonun sızdırmazlığını artırmaktadır.

8. Uygulanan rezin infiltrant radyolusent özellik gösterdiğinden radyografik olarak görüntülenememektedir. İnfiltrasyonlu çürük lezyonları, lezyonun ilerlemesini kontrol etmek için düzenli aralıklarla radyografik olarak takip edilmelidir.

2.7. Rezin İnfiltrasyonuna İlişkin Klinik Çalışmalar

Arslan ve ark. 2018 yılında yaptıkları çalışmada kavitasyonsuz yapay mine lezyonlarına uygulanan farklı lezyon örtücü yöntemlerinin nanosızıntı özelliklerini değerlendirmiştir. Adeziv rezin, fissür örtücü ve ICON rezin infiltrantın karşılaştırıldığı çalışmada üç materyalin mikrosızıntı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir. Bu çalışmada, ısıl döngü kullanımı fissür örtücü ve adeziv rezindeki gümüş penetrasyon derecesini önemli ölçüde etkilemezken, ICON rezin infitrantı ısıl döngüden önemli ölçüde etkilenmiş ve bir yıllık in-vitro ısıl işlemden sonra nanosızıntı diğer çalışma materyallerine göre daha fazla bulunmuştur (Arslan, Lipski, Dubbs, Elmali, & Ozer, 2018).

Aswani ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir in-vitro çalışmada, rezin infiltrasyonunun yapay olarak oluşturulmuş erken mine lezyonlarındaki penetrasyon derinliği, yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, rezin infiltrasyonunun hem süt hem de daimi dişlerde demineralize mine bölgelerine etkili şekilde penetre olduğunu ve süt dişlerinde penetrasyon derinliğinin daha yüksek olma eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Ayrıca infiltrasyon sonrasında mine yüzeyinin pürüzlülüğünün sağlıklı mineye benzer özellikler gösterdiği ve yüzey karakteristiklerinde olumsuz bir değişiklik meydana gelmediği saptanmıştır. Estetik açıdan değerlendirildiğinde ise rezin infiltrasyonu uygulanan lezyonlarda renk stabilitesinin takip süresince korunduğu ve beyaz nokta lezyonlarının başarılı şekilde maskelenebildiği gösterilmiştir. Çalışma sonuçları, rezin infiltrasyonunun erken mine lezyonlarının tedavisinde yalnızca lezyon gövdesine etkili penetrasyon sağlayarak ilerlemeyi durdurma potansiyeline sahip olmadığını, aynı zamanda estetik görünümü iyileştirerek doğal mineye benzer yüzey özelliklerinin korunmasına da katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, rezin

infiltrasyonunun hem süt hem de daimi dişlenmede erken mine lezyonlarının yönetiminde etkili ve öngörülebilir bir minimal invaziv tedavi seçeneği olduğunu desteklemektedir (Aswani et al., 2019).

Paris ve ark. radyografik olarak mine-dentin birleşiminde uzanan proksimal çürük lezyonlarının rezin infiltrasyonunun, ortalama yedi yıllık bir gözlem süresinden sonra lezyon ilerlemesini azaltmada etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Bu randomize klinik çalışma, çürük infiltrasyonunun non-invaziv yöntemler ve ağız hijyeni eğitimi ile karşılaştırıldığında oldukça etkili olduğunu kanıtlamaktadır (Paris, Bitter, Krois, & Meyer-Lueckel, 2020).

Cebula ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir sistematik derleme ve meta-analizde, süt ve daimi dişlerdeki kavitasyonsuz aproksimal çürük lezyonlarının yönetiminde rezin infiltrasyonunun etkinliği değerlendirilmiştir. Toplam 11 randomize kontrollü çalışmanın dahil edildiği araştırmada, rezin infiltrasyonu ile birlikte uygulanan non-invaziv yaklaşımlar, yalnızca non-invaziv yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Bulgular, rezin infiltrasyonu uygulanan lezyonlarda çürük progresyonu riskinin hem süt hem de daimi dişlerde anlamlı düzeyde azaldığını göstermiştir. Araştırmacılar, rezin infiltrasyonunun demineralize mine içerisinde difüzyon bariyeri oluşturarak asit geçişini engellediğini, böylece lezyon progresyonunu durdurduğunu ve restoratif tedavi gereksinimini geciktirebildiğini vurgulamıştır. Sonuç olarak çalışma, rezin infiltrasyonunun kavitasyonsuz aproksimal çürük lezyonlarının yönetiminde hem süt hem de daimi dişlerde etkili, öngörülebilir ve güçlü bilimsel kanıtlarla desteklenen minimal invaziv bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir (Cebula et al., 2023).

Eckstein ve ark. tarafından gerçekleştirilen prospektif klinik takip çalışmasında, post-ortodontik kavitasyonsuz beyaz

nokta lezyonlarında rezin infiltrasyonunun estetik etkisinin uzun dönem başarısı değerlendirilmiştir. Bulgular, infiltrasyon sonrasında beyaz nokta lezyonları ile çevre sağlıklı mine arasındaki renk farkının anlamlı düzeyde azaldığını ve bu iyileşmenin 12 aylık takip süresince korunduğunu göstermiştir. Ayrıca, takip döneminde klinik olarak anlamlı bir renk bozulması veya herhangi bir yan etki gözlenmemiştir. Sonuç olarak çalışma, rezin infiltrasyonunun post-ortodontik beyaz nokta lezyonlarının estetik görünümünü kalıcı olarak iyileştiren etkili ve minimal invaziv bir tedavi seçeneği olduğunu ortaya koymaktadır (Eckstein, Helms, & Knösel, 2015).

Wang ve ark. tarafından bildirilen bir olgu raporunda, şiddetli dental florozisli bir hastada estetik rehabilitasyon amacıyla minimal invaziv bir tedavi protokolünün klinik sonuçları değerlendirilmiştir. Uygulanan yaklaşımda, yüzeysel mine düzensizliklerinin giderilmesi ve renklenmelerin azaltılmasını takiben rezin infiltrasyonu uygulanmış, böylece florozise bağlı hipomineralize mine bölgelerindeki porozitelerin maskelenmesi hedeflenmiştir. Araştırmacılar, rezin infiltrasyonunun mine ile benzer optik özellikler göstermesi sayesinde beyaz opasitelerin görünürlüğünü azaltarak estetik bütünlüğü iyileştirebileceğini vurgulamıştır. Tedavi sonrasında belirgin bir estetik iyileşme elde edilmiş ve bu sonucun 12 aylık takip süresince stabil kaldığı bildirilmiştir. Bu olgu, rezin infiltrasyonunun diğer konservatif estetik uygulamalarla birlikte kullanıldığında, şiddetli dental florozis olgularında doku kaybını en aza indiren ve uzun dönem estetik başarı sağlayabilen etkili bir tedavi seçeneği olabileceğini göstermektedir (Wang, Meng, & Meng, 2020).

Zotti ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir klinik çalışmada, dental florozise bağlı beyaz ve sarımsı opasitelerin tedavisinde rezin infiltrasyonunun etkinliği ve sonuçlarının bir yıllık takip süresince değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Tedavi

sonrasında tüm lezyonlarda belirgin estetik iyileşme sağlanmış, lezyon boyutlarında anlamlı azalma gözlenmiş ve hastaların estetik memnuniyet düzeylerinde önemli artış kaydedilmiştir. Takip süresince elde edilen sonuçların stabil kaldığı, tedavi sonrası görülen hassasiyetin ise hafif ve geçici olduğu bildirilmiştir. Ayrıca daha geniş ve yüksek florozis indeksine sahip lezyonların başarılı şekilde maskelenebilmesi için daha fazla asitle pürüzlendirme döngüsüne ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar, rezin infiltrasyonunun dental florozise bağlı estetik mine defektlerinin tedavisinde doku kaybını en aza indiren, hasta memnuniyeti yüksek ve uzun dönem klinik başarısı bulunan minimal invaziv bir tedavi seçeneği olduğunu ifade etmişlerdir (Zotti, Albertini, Tomizioli, Capocasale, & Albanese, 2020).

Torres ve Borges tarafından sunulan bir olgu serisinde, dental florozis ve travmaya bağlı hipomineralizasyon kaynaklı mine defektlerinin estetik yönetiminde rezin infiltrasyonunun etkinliği değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, bu defektlerin ortak özelliğinin yüzey altında bulunan hipomineralize ve poröz mine yapısı olduğunu, bu nedenle rezin infiltrasyonunun yalnızca başlangıç çürük lezyonlarında değil, gelişimsel mine defektlerinde de uygulanabileceğini belirtmiştir. Uygulanan tedavi sonrasında tüm olgularda beyaz nokta lezyonlarının görünürlüğünde azalma ve diş renginde daha homojen bir görünüm elde edilmiş, hastalar estetik sonuçlardan memnuniyet bildirmiştir. Bununla birlikte, daha derin ve şiddetli hipomineralizasyon olgularında kamuflaj etkisinin tam olarak sağlanamadığı ve tedavi başarısının lezyonun derinliği ile morfolojik özelliklerinden etkilendiği vurgulanmıştır. Sonuç olarak çalışma, rezin infiltrasyonunun florozis ve travmaya bağlı opak beyaz mine defektlerinin tedavisinde doku kaybını en aza indiren, estetik görünümü iyileştiren ve minimal invaziv bir

tedavi seçeneği olduğunu ortaya koymaktadır (C. R. Torres & Borges, 2015).

Torres ve ark. tarafından yayımlanan bir klinik çalışmada, büyük azı keser hipomineralizasyonuna (BAKH) bağlı beyaz opasitelerin rezin infiltrasyonu ile tedavisinde estetik sonuçların öngörülebilirliğini artırmak amacıyla "Transilluminasyon ile İnfiltrasyon İzleme (IMT)" adı verilen yeni bir yaklaşım tanımlanmıştır. Çalışmada, BAKH lezyonlarının değişken derinlikleri, yüksek organik içerikleri ve sağlam mine ile örtülü sınırları nedeniyle rezin infiltrasyonunun etkinliğinin sıklıkla sınırlanabildiği vurgulanmıştır. Bu sorunu aşmak amacıyla transilluminasyonun hem etanol testi sırasında hem de infiltrasyon aşamasında kullanılması önerilmiş; böylece lezyon gövdesinin yeterli düzeyde açılıp açılmadığı ve rezinin lezyon içerisine tam olarak penetre olup olmadığı gerçek zamanlı olarak izlenebilmiştir. Bu yöntem sayesinde yalnızca gerekli bölgelerde minimal mine uzaklaştırılması sağlanmış, asit uygulama süresi azaltılmış ve infiltrasyonun maksimum düzeye ulaştığı an objektif olarak belirlenebilmiştir. Tedavi sonrasında beyaz opasitelerin görünürlüğünde belirgin azalma ve estetik görünümde anlamlı iyileşme elde edilmiş, hasta sonuçtan memnuniyet bildirmiştir. Araştırmacılar, IMT tekniğinin rezin infiltrasyon prosedürünü daha kontrollü ve konservatif hâle getirerek BAKH lezyonlarında kamuflaj etkisinin öngörülebilirliğini artırabileceğini ve estetik başarıyı destekleyen değerli bir klinik yardımcı yöntem olarak kullanılabileceğini belirtmiştir (C. R. G. Torres, Pereira, Effenberger, & Borges, 2025).

Altan ve Yılmaz tarafından gerçekleştirilen bir kontrollü klinik çalışmada, büyük azı keser hipomineralizasyonuna bağlı kavitasyonsuz beyaz opasitelerin estetik yönetiminde rezin infiltrasyonunun etkinliği değerlendirilmiştir. Çalışmada, rezin infiltrasyonu uygulanan hipomineralize daimi kesici dişlerde

lezyon görünürlüğü, renk değişimi ve lezyon alanındaki değişimler altı aylık takip süresince incelenmiştir. Bulgular, tedavi sonrasında hipomineralize mine lezyonlarının renk parametrelerinde anlamlı iyileşme meydana geldiğini, lezyon alanlarının belirgin şekilde küçüldüğünü ve elde edilen estetik kazanımın takip süresince stabil kaldığını göstermiştir. Araştırmacılar, rezin infiltrasyonunun hipomineralize mine içerisindeki mikroporoziteleri doldurarak ışığın mine içerisindeki dağılımını değiştirdiğini ve böylece opasitelerin görünürlüğünü azalttığını belirtmiştir. Ayrıca, tedavi sonrasında lazer floresans değerlerinde gözlenen düşüşün ve lezyon boyutlarındaki azalmanın uzun dönem boyunca korunması, infiltrant rezinin lezyon gövdesine etkili şekilde penetre olduğunu düşündürmüştür. Sonuç olarak çalışma, rezin infiltrasyonunun büyük azı keser hipomineralizasyonuna bağlı ön bölge beyaz opasitelerinin tedavisinde estetik görünümü iyileştiren ve kısa dönemde başarılı sonuçlar sağlayan etkili bir minimal invaziv tedavi seçeneği olduğunu ortaya koymaktadır (Altan & Yilmaz, 2023).

3. SONUÇ

Rezin materyallerindeki son yenilikler, rezin infiltrasyon tekniğinin potansiyelini daha da genişletmiştir. Florür, kalsiyum veya antibakteriyel ajanlar içeren biyoaktif rezinlerin, remineralizasyonu desteklediği ve sekonder çürük oluşumuna karşı direnç sağladığı gösterilmiştir (Nikolaevna K, 2023). Deneysel formülasyonlar; rezinin dayanıklılığını, penetrasyon derinliğini ve uzun dönem stabilitesini artırmaya yönelik olarak test edilmektedir (Kim, Park, Jeong, & Kim, 2019). Biyoaktif rezinler ve antibakteriyel formülasyonlar, pediatrik diş hekimliğinde bu tekniğin kullanım alanlarını daha da genişletebilecek umut verici yenilikler olarak

değerlendirilmektedir (Claudia Mazzitelli et al., 2022). Bu gelişmelerin, tedavi sonuçlarını iyileştirmesi ve rezin infiltrasyonunun klinik kullanım alanını daha da genişletmesi beklenmektedir (Kim et al., 2019; C. Mazzitelli et al., 2022).

KAYNAKÇA

A, W. (2023). Use of silver diamine fluoride and glass ionomer cement (SMART-silver modified atraumatic restorative treatment) in pediatric dentistry.

Alamoudi, R. A., Basudan, S., Mahboub, M., & Baghlaf, K. (2022). Impact of COVID-19 Pandemic on Dental Treatment in Children: A Retrospective Cross-Sectional Analysis in Jeddah City. *Clin Cosmet Investig Dent, 14*, 95-102. doi:10.2147/ccide.S353514

Altan, H., & Yilmaz, R. E. (2023). Clinical evaluation of resin infiltration treatment masking effect on hypomineralised enamel surfaces. *BMC Oral Health, 23*(1), 444. doi:10.1186/s12903-023-03140-6

Arslan, S., & Kaplan, M. H. (2020). The Effect of Resin Infiltration on the Progression of Proximal Caries Lesions: A Randomized Clinical Trial. *Med Princ Pract, 29*(3), 238-243. doi:10.1159/000503053

Arslan, S., Lipski, L., Dubbs, K., Elmali, F., & Ozer, F. (2018). Effects of different resin sealing therapies on nanoleakage within artificial non-cavitated enamel lesions. *Dent Mater J, 37*(6), 981-987. doi:10.4012/dmj.2017-027

Aswani, R., Chandrappa, V., Uloopi, K. S., Chandrasekhar, R., & RojaRamya, K. S. (2019). Resin Infiltration of Artificial Enamel Lesions: Evaluation of Penetration Depth, Surface Roughness and Color Stability. *Int J Clin Pediatr Dent, 12*(6), 520-523. doi:10.5005/jp-journals-10005-1692

Beretta, M., Federici Canova, F., Gianolio, A., & Zaffarano, L. (2023). Beyond the Clinic: why new bioactive restorative materials have really changed Paediatric Dentistry. *Eur J*

Paediatr Dent, 24(4), 292-296. doi:10.23804/ejpd.2023.24.04.02

Cebula, M., Göstemeyer, G., Krois, J., Pitchika, V., Paris, S., Schwendicke, F., & Effenberger, S. (2023). Resin Infiltration of Non-Cavitated Proximal Caries Lesions in Primary and Permanent Teeth: A Systematic Review and Scenario Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med, 12*(2). doi:10.3390/jcm12020727

Costa, B. d. L. P. M., Biscola, N., & Macedo, G. (2023). Comparison between atraumatic restorative treatment and non-restorative treatment for caries disease control. *Health and Society, 3*(01), 564-579.

Dziaruddin, N., & Zakaria, A. S. I. (2022). Resin Infiltration of Non-Cavitated Enamel Lesions in Paediatric Dentistry: A Narrative Review. *Children (Basel), 9*(12). doi:10.3390/children9121893

Eckstein, A., Helms, H. J., & Knösel, M. (2015). Camouflage effects following resin infiltration of postorthodontic white-spot lesions in vivo: One-year follow-up. *Angle Orthod, 85*(3), 374-380. doi:10.2319/050914-334.1

Halcomb, M. J., Inglehart, M. R., & Karl, E. (2020). Pediatric Dentists' Educational Experiences, Attitudes, and Professional Behavior Concerning Resin Infiltration: Implications for Dental Education. *J Dent Educ, 84*(3), 290-300. doi:10.21815/jde.019.174

Kher MS, R. A. (2019). Lesion Management: No Removal of Carious Tissue. In: Contemporary Treatment Techniques in Pediatric Dentistry. Cham: Springer International Publishing.

Kim, H., Park, S., Jeong, T., & Kim, S. (2019). Utilization of resin infiltration for the minimally invasive composite

restoration. *Journal of the korean academy of Pediatric Dentistry, 46*(4), 382-391.

Krois, J., Göstemeyer, G., Reda, S., & Schwendicke, F. (2018). Sealing or infiltrating proximal carious lesions. *J Dent, 74*, 15-22. doi:10.1016/j.jdent.2018.04.026

Kumar, H., Palamara, J. E. A., Burrow, M. F., & Manton, D. J. (2017). An investigation into the effect of a resin infiltrant on the micromechanical properties of hypomineralised enamel. *Int J Paediatr Dent, 27*(5), 399-411. doi:10.1111/ipd.12272

Lee, E., Shin, J., Kim, J., Jeong, T., & Kim, S. (2018). Alternative pretreatment methods for resin infiltration in primary anterior teeth. *Journal of the korean academy of Pediatric Dentistry, 45*(2), 179-184.

Lin, G. S. S., Chan, D. Z. K., Lee, H. Y., Low, T. T., Laer, T. S., Pillai, M. P. M., . . . Wafa, S. (2022). Effectiveness Of Resin Infiltration In Caries Inhibition And Aesthetic Appearance Improvement Of White-Spot Lesions: An Umbrella Review. *J Evid Based Dent Pract, 22*(3), 101723. doi:10.1016/j.jebdp.2022.101723

Mazzitelli, C., Josic, U., Maravic, T., Mancuso, E., Goracci, C., Cadenaro, M., . . . Breschi, L. (2022). An Insight into Enamel Resin Infiltrants with Experimental Compositions. *Polymers, 14*(24), 5553. Retrieved from https://www.mdpi.com/2073-4360/14/24/5553

Mazzitelli, C., Josic, U., Maravic, T., Mancuso, E., Goracci, C., Cadenaro, M., . . . Breschi, L. (2022). An Insight into Enamel Resin Infiltrants with Experimental Compositions. *Polymers (Basel), 14*(24). doi:10.3390/polym14245553

Meyer-Lueckel, H., & Paris, S. (2008). Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res, 87*(12), 1112-1116. doi:10.1177/154405910808701201

Nikolaevna K, S. S., Pazdnikova K. (2023). Resin infiltration for minimally invasive treatment of initial caries and non-carious spot lesions: a literature review.

Paris, S., Bitter, K., Krois, J., & Meyer-Lueckel, H. (2020). Seven-year-efficacy of proximal caries infiltration - Randomized clinical trial. *J Dent, 93*, 103277. doi:10.1016/j.jdent.2020.103277

Peters, M. C., Hopkins, A. R., Jr., & Yu, Q. (2018). Resin infiltration: An effective adjunct strategy for managing high caries risk-A within-person randomized controlled clinical trial. *J Dent, 79*, 24-30. doi:10.1016/j.jdent.2018.09.005

Philip, N., & Suneja, B. (2023). The revolutionary evolution in carious lesion management. *J Conserv Dent, 26*(3), 249-257. doi:10.4103/jcd.jcd_54_23

Schwendicke, F., Splieth, C., Breschi, L., Banerjee, A., Fontana, M., Paris, S., . . . Manton, D. J. (2019). When to intervene in the caries process? An expert Delphi consensus statement. *Clin Oral Investig, 23*(10), 3691-3703. doi:10.1007/s00784-019-03058-w

Slayton, R. L., Urquhart, O., Araujo, M. W. B., Fontana, M., Guzmán-Armstrong, S., Nascimento, M. M., . . . Carrasco-Labra, A. (2018). Evidence-based clinical practice guideline on nonrestorative treatments for carious lesions: A report from the American Dental Association. *J Am Dent Assoc, 149*(10), 837-849.e819. doi:10.1016/j.adaj.2018.07.002

Torres, C. R., & Borges, A. B. (2015). Color masking of developmental enamel defects: a case series. *Oper Dent, 40*(1), 25-33. doi:10.2341/13-346-t

Torres, C. R. G., Pereira, T. P., Effenberger, S., & Borges, A. B. (2025). Optimizing Resin Infiltration Procedure in Molar Incisor Hypomineralization Lesions. *J Esthet Restor Dent, 37*(4), 827-833. doi:10.1111/jerd.13358

Valdes, Y., Cepeda, S., Moyeda, A., Ibarra, K., Zuñiga, L., & Lopez, J. (2023). Minimally invasive treatments for pediatric dentistry. *Int J Appl Dent Sci, 9*, 241-244.

Varughese, A., Janakiram, C., Karuveettil, V., & James, A. (2024). Effectiveness of silver diamine fluoride application with atraumatic restorative treatment in arresting the progression of dental caries: a systematic review protocol. *JBI Evidence Synthesis, 22*(8), 1617-1625. doi:10.11124/jbies-23-00376

Wang, Q., Meng, Q., & Meng, J. (2020). Minimally invasive esthetic management of dental fluorosis: a case report. *J Int Med Res, 48*(10), 300060520967538. doi:10.1177/0300060520967538

Zotti, F., Albertini, L., Tomizioli, N., Capocasale, G., & Albanese, M. (2020). Resin Infiltration in Dental Fluorosis Treatment-1-Year Follow-Up. *Medicina (Kaunas), 57*(1). doi:10.3390/medicina57010022

ÇOCUKLARDA EMME ALIŞKANLIKLARI

Melek GEREDE[1]

Merve ULUAKAY[2]

1. GİRİŞ

Emme davranışı, yaşamın erken dönemlerinde ortaya çıkan fizyolojik bir refleks olup, yenidoğanın beslenme gereksinimini karşılamasının yanı sıra çevresiyle kurduğu ilk duyusal ve motor etkileşim biçimlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Proffit, Fields, Larson, & Sarver, 2018). Oral dönemde gözlenen bu refleks davranış, çoğu çocukta bir ile üç buçuk yaş aralığında fizyolojik gelişim süreci içerisinde kendiliğinden ortadan kalkmaktadır (Finn, 1995). Emme eylemi yalnızca beslenmenin sürdürülmesine hizmet eden bir mekanizma olmayıp, aynı zamanda bebeğin güven duygusunun gelişmesi, duygusal rahatlama sağlaması ve bağlanma süreçlerinin desteklenmesinde önemli bir rol üstlenmektedir (Warren & Bishara, 2002).

2. EMME TÜRLERİ

2.1.Nutritif (Besleyici) Emme: Anne sütü veya biberon aracılığıyla gerçekleşir ve bebeğin fiziksel gelişimi için gerekli besin öğelerini sağlar (Finn, 1995).

[1] Arş. Gör., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0007-7152-5938.

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-9620-1952.

2.2. Non-nutritif (Besleyici Olmayan) Emme: Beslenme amacı taşımayan bu emme türü; genellikle başparmak, parmak veya emzik emme davranışlarını içerir (Warren & Bishara, 2002).

2.2.1. Parmak Emme

Parmak emme davranışı, emme refleksinin beslenme amacı taşımayan, non-nutritif bir varyantı olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda, emzik kullanımı, battaniye veya benzeri nesnelerin kenarlarının emilmesi ile diğer parmakların emilmesine yönelik davranışlar da yer almakta olup, söz konusu alışkanlıklar genellikle çocukta rahatlama ve kendini yatıştırma işlevi görmektedir (Borrie, Bearn, Innes, & Iheozor-Ejiofor, 2015). Literatürde, besleyici olmayan emme davranışının; yorgunluk, can sıkıntısı, korku, heyecan, açlık ile fiziksel ve zihinsel rahatsızlık durumlarıyla ilişkili olabileceği bildirilmektedir. Bu tür davranışların özellikle stresli dönemlerde çocuk için sakinleştirici bir etki yaratarak güven duygusunu pekiştirdiği düşünülmektedir (Kharat et al., 2014). Ferrante ise başparmak emmenin nazopalatin bölgedeki reseptörlerin uyarılması yoluyla orofasiyal kaslar arasında denge sağladığını ve bu mekanizma aracılığıyla hem psikolojik hem de somatik stresin azalmasına katkıda bulunduğunu belirtmiştir (Ferrante, 2015).

Parmak emme alışkanlığının süt dişlenme döneminde sonlandırılması durumunda, dişler ve çevre destek dokular üzerinde kalıcı ya da olumsuz bir etki oluşturmadığı bildirilmektedir. Buna karşın, alışkanlığın karışık dişlenme dönemine kadar devam etmesi halinde, istenmeyen dentoalveoler ve iskeletsel değişikliklerin ortaya çıktığı; fizyolojik büyüme ve gelişim süreçlerini olumsuz yönde etkileyerek çeneler arası ilişkinin bozulmasına neden olabildiği belirtilmektedir (Vogel, 1998). Oluşan hasarın boyutunun, alışkanlığın süresi ve şiddeti

ile parmağın ağız içerisindeki konumuna bağlı olarak değişkenlik gösterdiği vurgulanmaktadır (Proffit et al., 2018). Bu alışkanlığa sahip çocuklarda en sık emilen parmağın baş parmak olduğu bildirilmektedir. Ayrıca parmak emmeye bağlı gelişen hasarın yalnızca ağız içi yapılarla sınırlı kalmadığı, emilen parmaklarda da yapısal ve dermatolojik değişikliklerin ortaya çıkabildiği gösterilmiştir (ANKE, 1971).

Alışkanlığın daimî dişlenme dönemine kadar devam etmesi durumunda maloklüzyon gelişebilir. Bu durum; ebeveyn ve çocuk danışmanlığı, dental aparey kullanımı, pozitif pekiştirme, ödüllü takip çizelgeleri ve danışmanlık gibi davranış yönlendirme teknikleriyle çeşitli şekillerde yönetilebilmektedir (Borrie et al., 2015).

2.2.1.1. Parmak Emme Alışkanlığının Etiyolojisi

Parmak emme alışkanlığı, tek bir nedene bağlı olmayıp biyolojik, psikolojik ve çevresel etkenlerin etkileşimi sonucu gelişmektedir. Psikolojik açıdan bu davranış sıklıkla stresle başa çıkma ve kendini yatıştırma mekanizması olarak tanımlanır. Sosyal uyum güçlüğü yaşayan, duygusal gerginlik altında bulunan veya ebeveyn ilgisini yetersiz algılayan çocuklarda daha sık görülebilmektedir. Çalışan ebeveyn varlığı, kardeş sayısının fazlalığı ve doğum sırası gibi aile dinamikleri de bağlanma süreçleri üzerinden alışkanlığın sürdürülmesinde rol oynayabilmektedir. Yaş faktörü de önemlidir: Yenidoğan döneminde parmak emme genellikle açlık ve güvenlik ihtiyacıyla ilişkilidir; diş sürme döneminde rahatlatıcı bir davranış olarak ortaya çıkabilirken, daha ileri yaşlarda çoğunlukla duygusal gerilimle bağlantılıdır. Sosyoekonomik düzey ile de ilişki bildirilmiş olup, bazı çalışmalarda parmak emmenin yüksek sosyoekonomik duruma sahip gruplarda daha yaygın olduğu belirtilmiştir (Sandeep & Anudeep, 2022).

2.2.1.2. Parmak Emme Alışkanlığının Klinik Belirtileri

Parmak emme alışkanlığı, alışkanlık aktif olarak sürdürülürken kolaylıkla gözlemlenebilir ve çeşitli klinik bulgularla kendini gösterir. Yutkunma sırasında orofasiyal kasların belirgin şekilde aktivasyonu görülürken, mentalis kasının aşırı kasılması tipiktir. Çocuğun konuşması genellikle normaldir; yüz profili düz veya konveks olabilir. Üst dudak kısa ve hipotonik olup yutkunma sırasında pasif kalırken, alt dudak hiperaktiftir ve üst kesici dişlere doğru itme kuvveti uygulayarak onların proklinasyonunu artırır. Emilen parmak çoğunlukla kızarık, aşırı temiz, çatlak ve kısa tırnaklıdır; baş parmak kullanılıyorsa genişlemiş ve üst yüzeyinde fibröz bir pürüzlülük görülebilir. Ek olarak, parmak emmeye sıklıkla ağız solunumu ve dil itimli yutkunma gibi diğer alışkanlıklara bağlı bulgular eşlik eder. Özellikle ön açık kapanışı olan çocuklarda bu belirtiler daha belirgindir. Aktif parmak emen çocukların çoğunda ağız solunumu ile ilişkili orta kulak iltihabı ve tonsil hipertrofisi görülebileceği bildirilmiştir (Onyeaso, 2004).

Parmak emme alışkanlığının değerlendirilmesinde ayrıntılı anamnez alınması, özellikle davranışın psikolojik bileşeninin ortaya konulması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda aşağıdaki noktaların sistematik olarak sorgulanması ve değerlendirilmesi önerilmektedir: Alışkanlığın sıklığı, şiddeti ve süresi ayrıntılı olarak sorgulanmalı; davranışın hangi zaman dilimlerinde (uyku, stres, yalnızlık vb.) ortaya çıktığı belirlenmelidir. Çocuğun beslenme alışkanlıkları ile ebeveynlerin çocuğa yönelik bakım ve tutumları değerlendirilerek olası çevresel ve duygusal etkenler göz önünde bulundurulmalıdır.

Klinik muayenede, parmakların alışkanlığa bağlı olarak olağandışı derecede temiz, çatlamış ve tırnakların kısa olduğu bir

görünüm (dishpan thumb) saptanabilir. Parmakların dorsal yüzeyinde fibröz, pürtüklü bir kallus oluşumu izlenebilir. Perioral kas fonksiyonu incelendiğinde, üst dudağın kısa ve hipotonik, alt dudağın ise çoğunlukla hiperaktif olduğu gözlenebilir. İskeletsel değerlendirmede mandibular retrüzyon ve maksiller protrüzyon varlığı açısından dikkatli olunmalıdır. Ağız içi muayenede, dilin istirahat pozisyonu, büyüklüğü ve konumu değerlendirilmelidir. Ayrıca, yutkunma sırasında dilin hareket paterni incelenerek infantil ya da atipik yutkunma varlığı araştırılmalıdır (Parakh, Bali, & Jain, 2023).

Uzun süreli parmak emme alışkanlığının oluşturduğu mekanik etkiler, üst kesici dişlerde protrüzyona ve alt kesici dişlerde retrüzyona yol açarak overjet artışına neden olabilmektedir. Bu değişiklikler sonucunda overjet miktarında artış meydana gelirken, alt dudağın üst ve alt kesici dişler arasındaki boşluğa yerleşmesi kolaylaşmaktadır. Üst kesici dişlerin labiale yönelmesi, ön bölgede diastema oluşumuna zemin hazırlayabilmektedir. Alt çenede ise kesici dişlerin linguale eğimlenmesine bağlı olarak ark uzunluğunun azalması ve dental çapraşıklık gelişmesi söz konusu olabilmektedir (Ü. M. O. Anomaliler & E. Sefalometri, 2001). Parmak emme alışkanlığı olan bireylerde dilin istirahat veya yutkunma sırasındaki anormal pozisyonu, anterior açık kapanışın gelişimini ve devamlılığını destekleyebilmektedir (Dias et al., 2019). Parmak emme alışkanlığı sırasında dilin emilen parmağa uyguladığı basınç, oluşan vakum etkisi ve perioral kasların kuvvetleri; üst çene dental arkında transversal daralmaya ve damak derinliğinde artışa neden olabilmektedir. Üst çenede meydana gelen bu daralma, posterior çapraz kapanışın gelişimine zemin hazırlayabildiği gibi Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonla da ilişkili olabilmektedir (Ü. M. Anomaliler & E. Sefalometri, 2001).

Emme alışkanlıklarıyla ilişkili olarak en sık gözlenen maloklüzyonlar arasında iskeletsel Sınıf II ve Sınıf III ilişkiler ile

açık kapanış, derin kapanış ve çapraz kapanış yer almaktadır (Lee et al., 2021; Sadoun et al., 2024).

Diğer etkiler ise şu şekilde belirtilmektedir: psikopatolojik semptomların gelişimine zemin hazırlamakta, toksisite riskini artırmakta, emilen parmakta deformasyonlara yol açmakta ve başta pelteklik (lisping) olmak üzere artikülasyon/konuşma bozukluklarının insidansında belirgin bir yükselişe neden olabileceği söylenmektedir. (Sandeep & Anudeep, 2022).

2.2.1.3. Tedavi Yaklaşımları

Çocuğun parmak emme alışkanlığını bırakması için genellikle kesici dişlerin sürme dönemine kadar beklenmesi önerilir. Eğer alışkanlık kesiciler sürmeden önce terk edilirse, çoğu durumda herhangi bir ortodontik müdahaleye gerek kalmadan anterior açık kapanış (open bite) ve artmış overjet, daimi kesici dişlerin sürmesiyle kendiliğinden düzelme eğilimindedir. Bu nedenle, erken dönemde alışkanlığın bırakılması tedavi ihtiyacını önemli ölçüde azaltmaktadır (Haskell & Mink, 1991).

Öğüt Verme Yaklaşımı

En basit ve en yaygın alışkanlık kırma yöntemidir. Bu yöntem, konuyu anlayabilecek sorumluluk ve olgunluğa sahip, sosyal baskının farkında olan daha büyük çocuklarda daha etkilidir. Tedavi süreci, diş hekimi ile çocuğun beslenme dışı emme alışkanlığının yol açtığı sorunları birlikte tartışmasını içerir. Alışkanlığın neden olduğu dentofasiyal değişiklikler ve estetik olumsuzluklar, çocuğa bir yetişkin ciddiyetiyle fakat anlayabileceği şekilde açıklanmalıdır (Dönmez & Bodur, 2020).

Hatırlatıcı Tedavi

Alışkanlığı bırakmak isteyen ancak bunu sürdürmek için ek desteğe ihtiyaç duyan çocuklar için uygun bir yaklaşım olarak

kabul edilir. Bu yöntemde amaç, çocuğa alışkanlığını her tekrarladığında farkındalık kazandırmak ve bırakma sürecini desteklemektir. Böylece çocuk, kendi isteğiyle başlattığı bırakma sürecini daha kolay sürdürebilir. Bu tedavi yönteminde, su geçirmeyen yapışkan bir yara bandı parmağa sarılarak sürekli bir hatırlatıcı işlevi görmesi sağlanır. Çocuk parmağını ağzına götürdüğünde bandı fark ederek alışkanlığı sürdürmemesi gerektiğini hatırlar ve parmağını geri çeker. Bant, alışkanlık tamamen bırakılıncaya kadar çıkarılmamalıdır. Ancak bazı ebeveynler, bandın çocuk uyurken çıkıp aspire edilme ihtimalinden endişe duydukları için bu yönteme karşı isteksiz olabilmektedir (Mason, 2011).

Özellikle uykuya dalarken parmak emme alışkanlığı olan çocuklarda, gece boyunca uzun kollu kıyafet giydirilmesi fiziksel bir engel oluşturarak parmak emmeyi azaltan ve alışkanlığın bırakılmasında etkili bulunan bir yöntemdir (AlEmran, 2000). Bir diğer yöntem, parmak üzerine acı oje gibi kötü tada sahip kimyasal bir madde uygulanmasıdır; ancak bu yaklaşımın hatırlatıcıdan çok cezalandırıcı bir niteliği olduğu düşünüldüğünden rutinde kullanımı önerilmemektedir (Kertmen & Topuz, 2025).

Ödüllendirme Yöntemi

Ödüllendirme yöntemi ile alışkanlığın bıraktırılmasında, çocuk, ebeveyn ve diş hekimi arasında bir görüşme yapılarak ortak bir anlaşma oluşturulmalıdır. Bu yöntemin temel amacı, çocuğun belirli bir süre boyunca alışkanlığı bırakması durumunda uygun bir ödülle motive edilmesidir (Nowak, Christensen, Mabry, Townsend, & Wells, 2019).

Yardımcı/Engelleyici Tedavi

Yardımcı, engelleyici tedavi yönteminde çocuğun alışkanlığı fiziksel olarak gerçekleştirmesini engellemek amaçlanır. Genellikle elastik bir bandaj kullanılarak uygulanır ve

özellikle gece saatlerinde tercih edilir. Bandaj, dirseğin altından üst kısmına doğru kolu sıkı olmayacak şekilde sararak kolun düz pozisyonda kalmasını sağlar. Böylece çocuk uykuya dalarken elini ağzına götüremez. Yöntemin etkili olabilmesi için uygulamanın 6–8 hafta boyunca düzenli olarak sürdürülmesi önerilmektedir (Adair, 1999).

Alışkanlığın sonlandırılmasına yönelik tüm davranışsal teknikler uygulanmış ancak çocuk yine de alışkanlığı bırakamamışsa, parmak emmeye bağlı gelişen maloklüzyonların tedavisinde intraoral apareylerin kullanımının beş yaşına kadar ertelenmesi önerilmektedir. Bu süre boyunca ailenin tedavinin gerekliliği konusunda bilgilendirilmesi ve çocuğun aparey tedavisine hazırlanarak motive edilmesi önem taşımaktadır (Kurol & Rasmussen, 2001).

Parmak Apareyleri

Ortodontik intraoral alışkanlık kırıcı apareylere kıyasla parmak apareyleri; konuşma ve çiğneme sırasında daha az güçlük oluşturması, hazırlanmasının daha kolay olması ve ağız hijyenini olumsuz etkilememesi gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle alışkanlığın kırılmasında en sık kullanılan ve birinci basamak apareylerdir. Bu apareylerin çocuklar tarafından bir aksesuar gibi algılanabildiği ve bu nedenle kullanımına karşı olumlu bir tutum geliştirilebildiği bildirilmiştir. Apareyin akrilik kalkanı, parmak emmenin zararlı etkilerine karşı koruyucu bir bariyer oluşturur ve emme sırasında alınan hazzı azaltarak alışkanlığın kısa sürede terk edilmesini sağlar. Ayrıca bu apareyin kullanımında, çocukların diğer parmaklarını emmeye veya ısırmaya yönelmediği de gözlenmiştir. Parmak emme alışkanlığının bir diğer olası nedeni, diş sürmesi sırasında dişeti bölgesinde oluşan inflamasyondur. Bu görüşü destekler biçimde, süt dişlerinin sürmesi tamamlandığında birçok çocuğun bu

alışkanlığı kendiliğinden bırakabildiği de belirtilmektedir (Bengi, Karacay, & Güven, 2007).

Parmak emme alışkanlığını durdurmaya yönelik olarak İngiltere'de geliştirilen kumaş parmak koruyucu *Thumbsie,* İngiltere Ağız Sağlığı Vakfı tarafından akredite edilmiş bir üründür. Farklı kumaş desenleriyle çocukların ilgisini çekebilecek şekilde tasarlanan Thumbsie'nin, parmak emme alışkanlığını kırmada oldukça başarılı sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Dönmez & Bodur, 2020).

2010 yılında geliştirilen ve *RURS'un dirsek koruyucusu* olarak bilinen ekstraoral alışkanlık kırıcı apareyin, çocuklar tarafından daha kolay tolere edildiği bildirilmiştir. Ağız içi apareylerin aksine, dirsek ölçüsünün alınması daha basit olup, apareyin hazırlanması hem pratik hem de ekonomiktir. Ayrıca bu apareyler ağız hijyenini olumsuz etkilememektedir (R. Shetty, Dixit, Hegde, & Shivprakash, 2010). Dirsek koruyucuların, tedavi sürecinde yalnızca gece kullanılması önerilmekte olup uygulama süresinin 6–8 haftayı aşmaması gerektiği bildirilmektedir. Ekstraoral koruyucu yaklaşımların ise özellikle zihinsel engelli çocuklarda, kullanım kolaylığı ve hasta uyumunun daha yüksek olması nedeniyle daha rahat tolere edilebildiği ifade edilmektedir (Proffit et al., 2018). Ayrıca bu aparey daha sonra modifiye edilmiş ve *Üçlü Alarm Sistemi* geliştirilmiştir. Bu sistem, parmak emme davranışını fiziksel olarak engellemenin yanı sıra, aparey içine yerleştirilen bir çip sayesinde çocuk parmağını ağzına götürmeye çalıştığında sevdiği müziği çalarak hatırlatıcı bir uyarı sunmaktadır. Böylece alışkanlığın hem mekanik hem de işitsel uyaranlarla durdurulması amaçlanmaktadır (R. M. Shetty, Shetty, Shetty, & Deoghare, 2015).

Krishnappa ve arkadaşları, parmak veya başparmak emme alışkanlığının sonlandırılmasına yönelik olarak saat şeklinde

tasarlanmış elektronik bir alışkanlık hatırlatıcısı geliştirmiştir. Görsel açıdan dikkat çekici olan bu cihazın, alışkanlığın kontrol altına alınmasında etkili olduğu; çocuk hastalar tarafından kolaylıkla benimsendiği ve kullanım sürecinde herhangi bir olumsuzluk bildirilmediği belirtilmiştir (Krishnappa, Rani, & Aariz, 2016).

Parmak emme alışkanlığının sonlandırılmasına yönelik olarak çeşitli alışkanlık kırıcı ortodontik apareylerden yararlanılmaktadır. Bu bağlamda quad heliks, W ark apareyi, farklı ekspansiyon apareyleri, palatal crib ve coffin spring gibi ortodontik aygıtların zararlı ağız alışkanlıklarının tedavisinde etkili seçenekler arasında yer aldığı bildirilmektedir (Erdinç, Ugur, & Erbay, 1999). Özellikle parmak emmeye bağlı gelişen anterior açık kapanış ve posterior çapraz kapanış vakalarında hem parmağın emilmesini engellemek hem de maksillanın transversal yönde genişletilmesini sağlamak amacıyla Haas apareyinin modifiye edilerek kullanıldığı ve bu yaklaşımın klinik olarak başarılı sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Muradova & Özçırpıcı, 2019).

İntraoral apareyler arasında en sık kullanılanlar quad heliks ve palatal crib apareyleridir (McDonald, Avery, & Dean, 2011). Palatal crib apareyinin yüksek başarı oranı, dilin istirahat pozisyonunu yeniden düzenleyerek parmak emme alışkanlığının sonlandırılmasına katkı sağlamasına bağlanmaktadır (Feres, Abreu, Insabralde, de Almeida, & Flores-Mir, 2017).

Palatal Crib Apareyi:

Palatal crib apareyi, parmak emme alışkanlığına sahip çocukların parmaklarını ağız içine yerleştirmelerini fiziksel olarak engellemek ve emme sırasında oluşan hazzı ortadan kaldırmak amacıyla tasarlanmış bir ortodontik aygıttır (Nowak et al., 2019).

Hibrit Alışkanlık Düzeltici Aparey (Hybrid Habit Correction Appliance – HHCA):

Bu aparey; bir dil boncuğu (tongue bead), palatal crib ve her iki tarafta molar bantlara tutunan bir U-loop bileşeninden oluşmaktadır. HHCA, çok yönlü etki mekanizması sayesinde alışkanlık tedavisinde etkin bir rol üstlenmektedir (Parakh et al., 2023).

Rake Apareyleri:

Rake tipi apareyler, üst santral keserlerin palatinalinde konumlanan ve aşağı doğru uzanan çok sayıda sivri çıkıntı içermektedir. Parmak emme sırasında bu çıkıntıların oluşturduğu belirgin rahatsızlık hissi, alışkanlığın sürdürülmesini zorlaştırmakta ve davranışın bırakılmasını teşvik etmektedir.

Quad Helix Apareyi:

Quad Helix apareyi, daralmış maksillayı genişletmek ve parmak emmeye bağlı gelişen posterior çapraz kapanışı tedavi etmek için kullanılan sabit bir ortodontik apareydir (Kertmen & Topuz, 2025).

Vestibüler Shield:

Vestibüler shield, emme alışkanlıklarının ortadan kaldırılmasına yardımcı olmak amacıyla tasarlanmış, basit yapılı ve hareketli bir apareydir (Parakh et al., 2023).

Bluegrass Apareyi:

Adını, damağı çaprazlayan tel üzerine yerleştirilen hekzagonal teflon silindirden almaktadır. Alışkanlık düzeltme silindiri olarak da bilinir. Bluegrass apareyinin en önemli avantajı, crib veya tırmık yerine silindir kullanılmasıdır; bu sayede aparey daha küçük ve ağız dışından görünmez hâle gelmektedir (Greenleaf & Mink, 2003).

W-ark apareyi (Porter apareyi):

Posterior çapraz kapanışların düzeltilmesinde etkili bir ortodontik tedavi aracıdır. Bununla birlikte, parmak emme gibi kötü ağız alışkanlıklarının tedavisinde hatırlatıcı (reminder) aparey olarak da kullanılabilmektedir. Maksiller arkın transvers yönde genişletilmesine katkı sağlarken, alışkanlığın farkındalığını artırarak davranış değişikliğini desteklemektedir (Parakh et al., 2023).

Bunun dışında, *Position Trainer Apareyi,* karışık dişlenme döneminde kullanılan bir ortodontik apareydir. Bu sistem, başlangıç ve bitirme apareylerinden oluşmaktadır (Ülker, Maşeroğlu, & Tulunoğlu, 2007).

2.2.2. Emzik Emme

Besleyici olmayan emme davranışı, anne karnında parmak emme şeklinde ortaya çıkan ve fizyolojik gelişimin bir parçası olarak kabul edilen doğal bir reflekstir. Literatürde, emziğin bebeklerde yatıştırıcı bir etki oluşturarak stres düzeyini azalttığı, ağlama sıklığını düşürdüğü ve uykuya geçiş sürecini kolaylaştırdığı bildirilmektedir (Ayyıldız et al., 2020; Hermanson & Åstrand, 2020).

Uzun süreli emzik kullanımının dental ark gelişimi ve oklüzal ilişkiler üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, emzik kullanımını 12. ayda sonlandıran çocuklar ile 24. ve 36. aylarda emzik kullanmayı sürdüren çocuklar arasında belirgin farklılıklar bulunduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, emzik kullanım süresinin uzamasının ark uzunluğu ve ideal oklüzal gelişim üzerinde olumsuz değişikliklere yol açabileceğini düşündürmektedir (Warren & Bishara, 2002).

Emzik kullanımı, dişlerin sürmesinden önceki erken postnatal dönemde, özellikle yaşamın ilk altı ayında, maksiller arkın şekillenmesini ve büyüme yönünü etkileyebilmektedir (Zen et al., 2020).

Emzik emen çocuklarda, dilin ağız tabanının alt ve ön bölümünde, yani normalden daha aşağıda konumlanması; ağız boşluğunda dil ile bukkal kaslar arasındaki form ve fonksiyon dengesini bozabilmektedir (Nihi et al., 2014). Uzun süreli emzik kullanımının ön açık kapanış, posterior çapraz kapanış, kanin ilişkisinde bozulma ve artmış overjet ile anlamlı düzeyde ilişkili olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, emziğin iki yıldan daha uzun süre kullanılması durumunda posterior çapraz kapanış görülme olasılığının belirgin şekilde arttığı belirtilmektedir (Muzulan & Gonçalves, 2011).

Emziğin uzun süreli kullanımının, perioral kas fonksiyonu ve dental ark gelişimi üzerinde belirgin etkiler oluşturabildiği literatürde vurgulanmaktadır. Bu etkinin; posterior çapraz kapanış, anterior açık kapanış ve artmış overjet gibi maloklüzyonların ortaya çıkmasına zemin hazırlayabildiği, buna ek olarak dudak kapanışında yetersizlik ile dil ve dudak kas tonusunda azalma ile ilişkili olabileceği bildirilmektedir (del Conte Zardetto, Rodrigues, & Stefani, 2002; Lima et al., 2017). Bu olası olumsuz etkileri azaltmaya yönelik olarak ortodontik tasarıma sahip emzikler geliştirilmiştir. Bu emziklerin, anne memesinin anatomik özelliklerini taklit eden yassı bir başlık yapısına sahip olması dolayısıyla dilin fizyolojik konumlanmasını destekleyerek dental kapanış bozukluğu riskinin sınırlandırılmasını amaçladığı ifade edilmektedir (del Conte Zardetto et al., 2002).

Annelerin meme ucu anatomisini taklit edecek şekilde tasarlanan ve damak kubbesi üzerinde dil basıncını koruyarak daha uygun bir dudak kapanışı sağlamayı amaçlayan ortodontik emziklerin, uzun süreli kullanımlarına rağmen süt dişlenme dönemindeki çocuklarda olumsuz ağız alışkanlıklarına yol açmadığı bildirilmektedir. Ayrıca, ortodontik emzik kullanımına 0–3 ay gibi erken bir dönemde başlanmasının, parmak emme

alışkanlığının gelişme riskini azalttığı gösterilmiştir (Caruso et al., 2019).

Emzikler; genellikle lateks veya silikon materyalden üretilmiş bir emme ucu ile bunu destekleyen sert plastik bir kalkan ve tutma aparatı içeren, farklı form ve boyutlarda tasarlanan oral araçlardır. Günümüzde konvansiyonel, fonksiyonel ya da ortodontik olarak adlandırılan çeşitli emzik tipleri bulunmaktadır ve bunlara örnek olarak konvansiyonel emzik NUK®, fonksiyonel emzik Dentistar® ve ortodontik emzik Curaprox Baby® gibi ürünler gösterilmektedir (Schmid, Kugler, Nalabothu, Bosch, & Verna, 2018).

2.2.3. Dudak Emme ve Isırma

Dişsel etkilere yol açan dudak alışkanlıkları arasında dudak emme ve dudak ısırma bulunmaktadır. En sık görülen dudak alışkanlığı olan dudak emme, diğer zararlı alışkanlıklara kıyasla daha hafif dişsel sonuçlara sahiptir. Bu alışkanlığın klinik bulguları arasında kırmızı, iltihaplı ve çatlak dudaklar ile perioral bölgede irritasyon yer alır. Dudak emme genellikle alt dudağı kapsar ve mentalis kasının aşırı aktivitesiyle karakterizedir; bu durum, simfiz bölgesindeki yumuşak dokularda kasılmaya neden olur (Silva & Manton, 2014). Sonuç olarak, üst kesici dişlerde protrüzyon ve buna bağlı diastema oluşumu, artmış overjet, ön açık kapanış veya ön çapraz kapanış gibi maloklüzyonlar gelişebilmektedir (Ü. M. Anomaliler & E. Sefalometri, 2001).

2.2.3.1. Dudak Emme Alışkanlığının Etiyolojisi

Maloklüzyon varlığı, özellikle Sınıf II divizyon 1 ve örtülü kapanış durumları, dudak alışkanlıklarına yatkınlığı artırabilmektedir. Artmış overbite ve overjete sahip çocuklar, yutkunma sırasında dudaklarını normal konumuna getirme isteğiyle alt dudaklarını üst keserlerin arkasına yerleştirebilirler. Bu durum, zamanla dudak emme alışkanlığının gelişmesine zemin hazırlayabilmektedir.

Diğer zararlı ağız alışkanlıkları da dudak alışkanlıklarının gelişimine katkıda bulunabilir. Özellikle parmak emme alışkanlığı; artmış bir overbite ve overjet oluşumuna neden olarak dudak alışkanlığının ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilmektedir.

Emosyonel stres, dudak emme alışkanlığının hem süresini hem de yoğunluğunu artırabilmektedir. Stres altındaki çocuklarda tükürük akışının artmasına bağlı olarak yutkunma sıklığının ve buna paralel olarak dudak kapatma davranışlarının da arttığı bildirilmektedir. (Kapoor ve Mahajan, 2011).

2.2.3.2. Dudak Emme Alışkanlığının Klinik Belirtileri

Maksiller keserlerde protrüzyon ve mandibular keserlerde retrüzyon görülebilmektedir. Alt dudağın üst ve alt keserler arasında konumlanması sonucu oluşan kas dengesizliği, üst keserlerin interdental aralıklarla birlikte labial yönde hareketine; alt keserlerin ise linguale devrilerek çapraşıklığa neden olmasına yol açabilmektedir. Dudaklar genellikle kızarık, irritasyonlu ve vermilion hattının altında çatlaklar ile karakterizedir. İstirahat pozisyonunda vermilion hattında hipertrofi ve belirginlikte azalma görülebilir. Ayrıca kronik herpes enfeksiyonları izlenebilecek bulgular arasındadır. Bu alışkanlığa sahip bireylerde mentolabial sulkusun belirginliği de artabilmektedir. (Kapoor ve Mahajan, 2011).

2.2.3.3. Dudak Emme ve Isırmanın Etkileri

Dudak emme alışkanlığının etkileri, emilen dudağa bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Daha yaygın görülen alt dudak emme alışkanlığında, üst kesici dişlerde protrüzyon ve diastema oluşumu, artmış overjet ile birlikte ön açık kapanış gelişimi gözlenebilir. Daha nadir görülen üst dudak emme alışkanlığında ise üst kesici dişlerde retrüzyon ve çapraşıklık, alt dişlerde protrüzyon ve diastemalar ortaya çıkabilir. Bu durum ön çapraz

kapanış veya açık kapanış gelişimi ile de ilişkilendirilmektedir (Oliver & Moxham, 2000).

2.2.3.4. Tedavi Yaklaşımları

Dudak alışkanlıklarının düzeltilmesinde çeşitli terapi ve ortodontik yaklaşımlar kullanılmaktadır. *Lip-over-lip egzersizleri* ve özellikle bas enstrümanlarının çalınması, dudak kas tonusunu artırarak daha düzgün bir dudak kapanışı gelişimine katkı sağlar. Ayrıca, Sınıf II divizyon 1 maloklüzyonun düzeltilmesi maksilla ve mandibulanın daha dengeli bir konuma getirilmesini mümkün kılarak ideal bir dudak kapanışının oluşmasına yardımcı olur. Bunun yanında, parmak emme dahil olmak üzere altta yatan herhangi bir zararlı ağız alışkanlığının ortadan kaldırılması, tedavi başarısı açısından önemli bir unsurdur.

Oral Shield, Sınıf I maloklüzyonlarda alışkanlığın sonlandırılmasına yardımcı olan etkili bir apareydir. Labial bölgeye eklenen küçük bir loop, dudak egzersizlerinin uygulanmasını kolaylaştırarak dudak tonusunu artırır. Bu egzersizlerin günde üç kez, 10'ar dakika yapılması önerilmektedir.

Lip Bumper ise yardımcı tedavi yöntemi olarak kullanılabilir. Mandibular ark vestibülüne yerleştirilen bu aparey, alt kesiciler üzerinde dudak kaynaklı aşırı kuvvetlerin oluşmasını engeller ve dudak dokusunun üst kesici dişlerin lingual yüzeyinden uzaklaşmasını sağlayarak daha dengeli bir ağız çevresi kas fonksiyonu oluşturur (Sandeep & Anudeep, 2022). Ayrıca apareyin ark uzunluğunda artış sağladığı, keser eğimini düzelttiği ve artmış overjeti azalttığı rapor edilmiştir (Germeç & Taner, 2005).

3. SONUÇ

Zararlı ağız alışkanlıklarının erken dönemde belirlenmesi ve uygun yaklaşımlarla kontrol altına alınması, dentofasiyal anomalilerin oluşumunun önlenmesi veya etkilerinin azaltılması açısından önem taşımaktadır. Bu süreçte ebeveynlerin, toplumun ve ağız-diş sağlığı profesyonellerinin konuya ilişkin farkındalık düzeyinin artırılması, zararlı ağız alışkanlıklarının erken fark edilmesine ve koruyucu-önleyici uygulamaların etkinliğinin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Erken müdahalenin, bazı anomalilerin düzelmesine katkı sağlayabildiği, bazı durumlarda ise daha hafif klinik tabloların gelişmesine yardımcı olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle, maloklüzyon açısından risk oluşturan alışkanlıkların zamanında tespit edilmesi, etkili müdahalelerle sonlandırılması ve ortaya çıkan problemlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Adair, S. (1999). The Ace TM Bandage approach to digit sucking habits. *Pediatr Dent, 21*, 451-453.

AlEmran, S. (2000). A new method in reminder therapy technique for ceasing digit sucking habit in children. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 24*(4), 261-263.

ANKE, B. (1971). The etiology of prolonged thumb sucking. *European Journal of Oral Sciences, 79*(1), 54-59.

Anomaliler, Ü. M., & Sefalometri, E. (2001). Büyüme ve Gelişim, Tanı. 2. baskı. *Ankara. Ankara Universitesi Basımevi*.

Anomaliler, Ü. M. O., & Sefalometri, E. (2001). Büyüme ve Gelişim. In: Tanı.

Ayyıldız, T. K., Özdemir, S., Topan, A., Cebeci, E., Kuzlu, N., & Toplu, M. (2020). 0-13 Aylık bebeği olan ebeveynlerin uyku güvenliği hakkında bilgi ve davranışlarının değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Sleep Medicine*.

Bengi, A. O., Karacay, S., & Güven, G. (2007). A unique treatment of finger-sucking habit in children with mental retardation: report of 2 cases. *Quintessence International, 38*(3).

Borrie, F. R., Bearn, D. R., Innes, N. P., & Iheozor-Ejiofor, Z. (2015). Interventions for the cessation of non-nutritive sucking habits in children. *Cochrane Database Syst Rev, 2015*(3), Cd008694. doi:10.1002/14651858.CD008694.pub2

Caruso, S., Nota, A., Darvizeh, A., Severino, M., Gatto, R., & Tecco, S. (2019). Poor oral habits and malocclusions after usage of orthodontic pacifiers: an observational study on 3–5 years old children. *BMC pediatrics, 19*(1), 294.

del Conte Zardetto, C. G., Rodrigues, C., & Stefani, F. M. (2002). Effects of different pacifiers on the primary dentition and oral myofunctional structures of preschool children. *Pediatric dentistry, 24*(6), 552-580.

Dias, F. A., Assis Urnau, F. D., Pedron Oltramari, P. V., Lupion Poleti, M., Rodrigues de Almeida, M., & Freire Fernandes, T. M. (2019). Stability of early treatment of anterior open bite: clinical performance of bonded lingual spurs. *Journal of Orthodontics, 46*(1), 68-73.

Dönmez, İ. H., & Bodur, C. H. (2020). Çocuklarda Kötü Ağız Alışkanlıkları ve Tedavi Yöntemleri. *Çocuk Dergisi, 20*(3), 107-114.

Erdinç, A. E., Ugur, T., & Erbay, E. (1999). A comparison of different treatment techniques for posterior crossbite in the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 116*(3), 287-300.

Feres, M. F. N., Abreu, L. G., Insabralde, N. M., de Almeida, M. R., & Flores-Mir, C. (2017). Effectiveness of open bite correction when managing deleterious oral habits in growing children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *European journal of orthodontics, 39*(1), 31-42.

Ferrante, A. (2015). Finger or thumb sucking. New interpretations and therapeutic implications. *Minerva Pediatrica, 67*(4), 285-297.

Finn, S. (1995). Pulpal treatment of primary teeth. Clinical pedodontics. In: Philadelphia: WB Saunders Company.

Germeç, D., & Taner, T. U. (2005). Lower lip sucking habit treated with a lip bumper appliance. *The Angle Orthodontist, 75*(6), 1071-1076.

Greenleaf, S., & Mink, J. (2003). A retrospective study of the use of the Bluegrass appliance in the cessation of thumb habits. *Pediatric dentistry, 25*(6).

Haskell, B., & Mink, J. (1991). An aid to stop thumb sucking: the" Bluegrass" appliance. *Pediatric dentistry, 13*(2), 83-85.

Hermanson, Å., & Åstrand, L. L. (2020). The effects of early pacifier use on breastfeeding: A randomised controlled trial. *Women and Birth, 33*(5), e473-e482.

Kertmen, A. G., & Topuz, M. A. (2025). ÇOCUKLARDA PARMAK EMME ALIŞKANLIĞININ TEDAVİSİ. *Dental and Medical Journal-Review, 7*(1), 14-22.

Kharat, S., Kharat, S. S., Thakkar, P., Shetty, R. S., Pooja, V., & Kaur, R. K. (2014). Oral habits and its relationship to malocclusion: a review. *J Adv Med Dent Scie Res, 2*(4), 123-126.

Krishnappa, S., Rani, M., & Aariz, S. (2016). New electronic habit reminder for the management of thumb-sucking habit. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 34*(3), 294-297.

Kurol, J., & Rasmussen, P. (2001). Occlusal development, preventive and interceptive orthodontics. *Pediatric Dentistry, A clinical Approach*.

Lee, Y.-S., Ryu, J., Baek, S.-H., Lim, W. H., Yang, I.-H., Kim, T.-W., & Jung, S.-K. (2021). Comparative analysis of the differences in dentofacial morphology according to the tongue and lip pressure. *Diagnostics, 11*(3), 503.

Lima, A. A. d. S. J., Alves, C. M. C., Ribeiro, C. C. C., Pereira, A. L. P., da Silva, A. A. M., Silva, L. F. G. e., & Thomaz, E. B. A. F. (2017). Effects of conventional and orthodontic pacifiers on the dental occlusion of children aged 24–36

months old. *International journal of paediatric dentistry, 27*(2), 108-119.

Mason, R. M. (2011). Myths that persist about orofacial myology. *Int J Orofacial Myology, 37*, 26-38.

McDonald, R. E., Avery, D. R., & Dean, J. A. (2011). McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent. *(No Title)*.

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: 3-years follow-up. *Turkish journal of orthodontics, 32*(4), 247.

Muzulan, C. F., & Gonçalves, M. I. R. (2011). Recreational strategies for the elimination of pacifier and finger sucking habits. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 23*, 66-70.

Nihi, V. S. C., Maciel, S. M., Jarrus, M. E., Nihi, F. M., SALLES, C. L. F. d., Pascotto, R. C., & Fujimaki, M. (2014). Pacifier-sucking habit duration and frequency on occlusal and myofunctional alterations in preschool children. *Brazilian oral research, 29*, 00-00.

Nowak, A. J., Christensen, J. R., Mabry, T. R., Townsend, J. A., & Wells, M. H. (2019). *Pediatric dentistry: infancy through adolescence* (Vol. 10): Elsevier Philadelphia, PA, USA:.

Oliver, R., & Moxham, B. (2000). The development of dental occlusion. *Current Paediatrics, 10*(4), 295-300.

Onyeaso, C. (2004). Oral habits among 7-10 year-old school children in Ibadan, Nigeria. *East African medical journal, 81*(1), 16-21.

Parakh, K., Bali, A., & Jain, D. (2023). Thumb Sucking: A Review Article. *International Journal, 6*(1), 323.

Proffit, W. R., Fields, H., Larson, B., & Sarver, D. M. (2018). *Contemporary Orthodontics-E-Book: Contemporary Orthodontics-E-Book*: Elsevier Health Sciences.

Sadoun, C., Templier, L., Alloul, L., Rossi, C., Renovales, I. D., Sanchez, I. N., & Sahagun, P. M.-P. (2024). Effects of non-nutritive sucking habits on malocclusions: a systematic review. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 48*(2).

Sandeep, K., & Anudeep, M. (2022). *Oral habits Etiology, Diagnosis, Prevention, and Management*.

Schmid, K. M., Kugler, R., Nalabothu, P., Bosch, C., & Verna, C. (2018). The effect of pacifier sucking on orofacial structures: a systematic literature review. *Progress in orthodontics, 19*(1), 8.

Shetty, R., Dixit, U., Hegde, R., & Shivprakash, P. (2010). RURS′ elbow guard: An innovative treatment of the thumb-sucking habit in a child with Hurler's syndrome. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 28*(3), 212-218.

Shetty, R. M., Shetty, M., Shetty, N. S., & Deoghare, A. (2015). Three-alarm system: revisited to treat thumb-sucking habit. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 8*(1), 82.

Silva, M., & Manton, D. (2014). Oral habits--part 2: beyond nutritive and non-nutritive sucking. *Journal of dentistry for children, 81*(3).

Ülker, A., Maşeroğlu, Ö., & Tulunoğlu, Ö. (2007). Habit breakers used in pediatric dentistry; quad helix, position trainer,

palatal crib. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 31*(3), 28-33.

Vogel, L. D. (1998). When children put their fingers in their mouths: Should parents and dentists care? *New York State Dental Journal, 64*(2), 48.

Warren, J. J., & Bishara, S. E. (2002). Duration of nutritive and nonnutritive sucking behaviors and their effects on the dental arches in the primary dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 121*(4), 347-356.

Zen, I., Soares, M., Pinto, L., Ferelle, A., Pessan, J., & Dezan-Garbelini, C. (2020). Maxillary arch dimensions in the first 6 months of life and their relationship with pacifier use. *European Archives of Paediatric Dentistry, 21*(3), 313-319.

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ALANINDA

AKADEMİK TARTIŞMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com