



**ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİ ALANINDA BİLİMSEL
ARAŞTIRMALAR**

Editör: Doç. Dr. Hazal ÖZER ÜNAL

yaz
yayınları

Çocuk Diş Hekimliği Alanında Bilimsel Araştırmalar

Editör

Doç. Dr. Hazal ÖZER ÜNAL

yaz
yayınları

2026

**Çocuk Diş Hekimliği Alanında Bilimsel
Araştırmalar**

Editör: Doç. Dr. Hazal ÖZER ÜNAL

© 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 978-625-8574-81-4

Mart 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

- Süt Dişlerinde Çürüğün Etiyolojisi ve Klinik Özellikleri1**
Zeynep KÜÇÜK, Ebru HAZAR BODRURLU, Melek BELEVCİKLİ
- Çocuk Diş Hekimliğinde Süpernumerer Dişler: Epidemiyoloji, Klinik Özellikler ve Tedavi Yaklaşımları21**
Mervan ONUR, Burçin AVCI
- Çocuk Diş Hekimliğinde Diş Macunları: Temel Bileşenler, Terapötik Etkinlik ve Güvenlik46**
Rana BİLİCİ KÖSE, Bahar Melis AKYILDIZ
- Digital Technologies in Pediatric Dentistry: Diagnosis, Imaging and Clinical Applications80**
Sinem BİRANT, Sabiha Ceren İLİSULU
- Evaluation of Stress Distributions Caused by Different Splint Types Applied to Traumatized Teeth Using Finite Element Analysis103**
Yasemin Derya FİDANCIOĞLU, Emre KORKUT

"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."

SÜT DIŞLERİNDE ÇÜRÜĞÜN ETİYOLOJİSİ VE KLİNİK ÖZELLİKLERİ

Zeynep KÜÇÜK¹

Ebru HAZAR BODRUMLU²

Melek BELEVCİKLİ³

1. GİRİŞ

Çürük, diş yüzeyinde biriken mikrobiyal biyofilm varlığında fermente edilebilir karbonhidratların metabolizması sonucu ortaya çıkan asitlerin diş sert dokularında meydana getirdiği lokalize doku yıkımıyla karakterize, multifaktöriyel, enfeksiyöz bir hastalıktır (Fejerskov, Nyvad, & Kidd, 2015; Pinkham et al., 2019; McDonald & Avery, 2021).

Statik bir durumdan ziyade, diş sert dokularında meydana gelen demineralizasyon ile remineralizasyon arasındaki dengenin bozulması sonucu ortaya çıkan dinamik bir süreçtir (McDonald & Avery, 2021).

Diş çürüğünün etiyojisini anlamak, bireye ve topluma özgü etkili önleme ve yönetim stratejileri geliştirebilmek için temel bir gerekliliktir. Çürüğün basit bir enfeksiyon olmaktan ziyade, birçok faktörün birbiriyle etkileştiği bir nedensellik ağı içinde geliştiğini kabul etmek, klinik yaklaşımlarımızı

¹ Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, ORCID: 0009-0008-5053-7507.

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

³ Dr. Öğretim Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, ORCID: 0000-0002-9745-0360.

şekillendirmede kritik bir rol oynar. Bu ağın ana bileşenleri biyofilm, diyet ve konak faktörleridir (Koch & Poulsen, 2013). Diş çürüğü bu üç faktörün belirli bir zaman dilimi boyunca etkileşime girmesiyle oluşur (Pinkham et al., 2019).

2. ÇÜRÜĞÜN ETİYOLOJİSİNDE TEMEL FAKTÖRLER

2.1. Konak Faktörleri

Dişlerin fiziksel yapısı, plak tutulumunu ve asit ataklarına karşı direnci doğrudan etkiler (McDonald & Avery, 2021). Dişin mineralizasyon derecesi, morfolojisi ve sürme aşaması çürük oluşumunu etkileyen konak faktörleridir (Koch & Poulsen, 2013).

2.1.1. Diş Morfolojisi

Azı dişlerinin okluzal yüzeylerindeki derin pit ve fissürler, bakteri ve yiyecek artıkları için ideal birikim alanları oluşturarak çürük riskini artırır (Pinkham et al., 2019). Süt dişlerindeki geniş aproksimal kontaklar bu bölgeleri erişilemez alanlar haline getirir. Bu durum, bakteriyel plak birikimi için elverişli bir ortam yaratır ve çürük riskini artırır (Koch & Poulsen, 2013).

2.1.2. Mine Defektleri (Hipoplazi ve Hipomineralizasyon)

Gelişimsel veya kazanılmış mine defektleri çürük riskini artırır. Mine hipoplazisi olan dişlerde oluşan mine defektleri ve pürüzlü yüzeyler, çürük lezyonlarının gelişimi için uygun alanlar oluşturur. Özellikle Molar-Kesici Hipomineralizasyonu (MIH) gibi durumlar, minenin kalitesini bozarak çiğneme kuvvetlerine karşı direnci düşürür ve agresif çürük gelişimini teşvik eder (McDonald & Avery, 2021).

2.1.3. Sürme Sonrası Dönem

Dişler, sürdükten sonraki ilk iki yıl boyunca çürük oluşumuna özellikle duyarlıdır çünkü maturasyon süreci henüz tamamlanmamıştır. Bu süreç tükürük ile temasla tamamlanır (McDonald & Avery, 2021).

2.2. Dental Plak

Dental plak, diş yüzeyine sıkıca tutunan, organize ve metabolik olarak aktif bir mikrobiyal topluluktur. Temiz bir diş yüzeyinde edinilmiş pelikül oluşumunu takiben ilk 24 saat içinde mikrokoloniler gelişir ve mekanik olarak uzaklaştırılmadığı takdirde yaklaşık bir hafta içinde olgun bir biyofilm haline dönüşür (Fejerskov, Nyvad, & Kidd, 2015).

İlk kolonizasyon genellikle oral streptokoklar tarafından gerçekleşir. Streptococcus sanguinis, Streptococcus oralis ve Streptococcus mitis gibi erken kolonizatörler biyofilm matrisinin oluşumuna katkı sağlayarak diğer bakterilerin yerleşimine zemin hazırlar (Fejerskov & Kidd, 2008).

Dental biyofilmin metabolik aktivitesi çürük sürecinin temelini oluşturur. Mikroorganizmalar diyetle alınan şekerleri fermente ederek organik asit üretir ve plak pH'sında düşüşe neden olur. Stephan eğrileri ile gösterilen bu pH değişimlerinde kritik eşik olan 5,5'in altına inilmesi mine demineralizasyonunu başlatır. Sık ve aralıklı şeker tüketimi, bu asit ataklarının tekrarlanmasına ve net mineral kaybına yol açar (Fejerskov, Nyvad, & Kidd, 2015).

Ekolojik plak hipotezi'ne göre çürük, tek bir patojene bağlı değil; biyofilm içindeki ekolojik dengenin asidik yönde bozulması sonucu gelişir. Sık fermente edilebilir karbonhidrat alımı, asidojenik ve asidürik bakterilerin (özellikle mutans streptokokları ve laktobasiller) baskın hale gelmesine neden olur

ve artan asit üretimi demineralizasyonu hızlandırır (Fejerskov & Kidd, 2008).

Mikrobiyolojik açıdan bakıldığında, mutans streptokokları özellikle pit ve fissür çürükleriyle ilişkilidir. Streptococcus sobrinus düz yüzey ve rampant çürüklerle bağlantılıyken, Lactobacillus acidophilus daha çok lezyon ilerlemesi ve kavitasyon aşamasında baskın hale gelen mikroorganizmadır (Fejerskov & Kidd, 2008).

Çürük lezyonları genellikle biyofilmin uzun süre biriktiği korunaklı alanlarda gelişir. Bu alanlar; pit ve fissürler, aproksimal yüzeyler ve gingival marjine yakın bölgelerdir. Mekanik temizliğin sınırlı olması nedeniyle bu bölgelerde çürük riski artar (Fejerskov, Nyvad, & Kidd, 2015).

2.3. Diyetin Etkisi

Karyojenik diyet; ağız ortamındaki mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilen ve asidik metabolit üretimine yol açan besinleri içeren diyet olarak tanımlanır. Özellikle sükröz, glikoz ve fruktoz gibi basit karbonhidratlar dental biyofilmde asit üretimini artırarak çürük oluşumunu destekler (Fejerskov & Kidd, 2015; Touger-Decker & van Loveren, 2003).

Sükröz, yalnızca asit üretimini artırmakla kalmaz; aynı zamanda ekstrasellüler polisakkaritlerin (glukan ve fruktanlar) sentezinde rol alarak biyofilmin yapışkanlığını ve stabilitesini artırır. Bu durum plak pH'sındaki düşüşün uzamasına ve demineralizasyon riskinin artmasına neden olur (Touger-Decker & van Loveren, 2003; Bowen, 2002; Fejerskov & Kidd, 2015).

Şeker tüketiminin sıklığı, miktarından daha kritik bir faktördür. Her şeker alımını takiben plak pH'sı kritik seviyenin altına düşer ve yaklaşık 20–40 dakika demineralizasyon devam eder. Sık tüketim remineralizasyon için yeterli süre bırakmayarak

net mineral kaybına yol açar (Stephan, 1940; Fejerskov & Kidd, 2015; Touger-Decker & van Loveren, 2003).

Ara öğünlerde ve özellikle yatmadan önce karyojenik gıda tüketimi, tükürük akışımının azalması nedeniyle çürük riskini artırır ve süt dişlerinde hızlı ilerleyen yaygın lezyonlara zemin hazırlar (Sheiham & James, 2014; American Academy of Pediatric Dentistry [AAPD], 2018).

Gıdaların fiziksel formu da önemlidir. Yapışkan ve rafine karbonhidrat içeren besinler diş yüzeyinde daha uzun süre kalırken, şekerli içecekler kısa sürede uzaklaşsa da sık tüketildiklerinde benzer karyojenik etki gösterebilir (Fejerskov & Kidd, 2015; Moynihan & Kelly, 2014; Bowen, 2002; AAPD, 2018).

Buna karşılık süt ve süt ürünleri, peynir, lifli gıdalar ve ksilitol içeren ürünler karyostatik etki gösterir. Peynir tükürük akışımını artırarak plak pH'sını yükseltirken, ksilitol mutans streptokok metabolizmasını inhibe eder (Fejerskov & Kidd, 2015; Bowen & Pearson, 2002; Söderling, 2009; AAPD, 2018).

Ayrıca tüketim sırası ve gıda kombinasyonu da karyojeniteyi etkiler. Öğün sonunda karyostatik gıdaların tüketilmesi plak pH düşüşünü dengeleyebilirken, lifli veya protein ağırlıklı besinlerle birlikte tüketim şekerlerin ağızda kalış süresini azaltarak karyojenik potansiyeli düşürür (Edgar & Geddes, 2003; Moynihan, 2005; Fejerskov & Kidd, 2015).

2.4. Zaman

Yukarıda belirtilen üç faktörün (bakteri, diyet, konak) etkileşerek bir çürük lezyonu oluşturması için belirli bir süreye ihtiyaç vardır (Pinkham et al., 2019). Karbonhidrat alımını takiben plak pH'ı 30 dakika boyunca karyojenik seviyede kalır (McDonald & Avery, 2021). Sık aralıklarla fermente edilebilir karbonhidrat tüketimi, plak pH'sının uzun süre düşük seviyelerde

kalmasına neden olarak remineralizasyon için yeterli zaman bırakmamakta ve sonuçta net mineral kaybı meydana gelmektedir (Fejerskov & Kidd, 2015).

Zaman faktörü ayrıca biyofilm olgunlaşması açısından da önem taşımaktadır. Eğer plak 12 saatlik veya daha yeniyse, şükroz kaynaklı bir asit atağının yarattığı hasar, tükürük tarafından yaklaşık 10 dakika içinde onarılabilir. Eğer plak 48 saat veya daha uzun süredir diş üzerindeyse, aynı hasarın tükürük tarafından onarılması en az 4 saat sürebilir. Bu durum, düzenli ağız hijyeni ile plağın zamanında uzaklaştırılmasının önemini gösterir (McDonald & Avery, 2021).

3. SÜT DIŞLERİNDE ÇÜRÜĞÜN GELİŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE ÇÜRÜK LOKALİZASYONU

Süt dişlerinin mine ve dentin kalınlığı, daimi dişlerin yaklaşık yarısı kadardır. Mine prizmaları arasındaki boşlukların daha fazla olması ve dokuların daha ince yapıda bulunması, asit difüzyonunu kolaylaştırarak çürüğün pulpaya daha hızlı ilerlemesine neden olur (Fejerskov & Kidd, 2015; Pinkham et al., 2019).

Süt molar dişler, servikal bölgede belirgin bir daralma gösterir ve geniş, düz kontakt alanlarına sahiptir. Ayrıca, pit ve fissürlerin tam birleşmemesi, plak birikimine zemin hazırlar (McDonald & Avery, 2021).

Fizyolojik kök rezorpsiyonu sürecinde artan osteoklastik aktivite ve eşlik eden dekalsifikasyon, sert dokuların mineral dengesini etkileyerek asidik ataklara direncini azaltır. Ayrıca pulpa hacminin büyük ve çevre bağ dokusunun genç ve yüksek vaskülariteye sahip yapısı, fizyolojik hiperemiye neden olur. Bu durum, dişin sert dokularının yapısal stabilitesini olumsuz yönde

etkileyerek çürük lezyonlarının daha hızlı ilerlemesine katkı sağlar (Pinkham et al., 2019; McDonald & Avery, 2021).

Mikrobiyolojik açıdan süt dişlerinde çürük gelişimini etkileyen önemli bir diğer faktör ise “enfektivite penceresi” olarak tanımlanan dönemdir. Literatürde bu dönem genellikle 19–31. aylar arasında kabul edilmekte olup, çocukların Streptococcus mutans kolonizasyonuna en yatkın oldukları zaman dilimini ifade eder. Bu dönemde ağız florasına yerleşen S. mutans, ilerleyen yaşlarda çürük riskinin belirlenmesinde kritik rol oynar. S. mutans’ın en sık bulaş yolu, anneden bebeğe vertikal geçiş olup; annenin bebeğini ağızdan öpmesi, aynı kaşık veya bardağı kullanması gibi günlük alışkanlıklar bu geçişi kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle, annenin kendi ağız sağlığının iyi olması ve aktif çürüklerin kontrol altına alınması, çocuğun erken dönem çürük riskinin azaltılmasında büyük önem taşır (Caufield et al., 1993; Pinkham et al., 2019).

İki yaş civarında çürükler en sık süt azı dişlerinin oklüzal yüzeylerinde görülür. Bunun nedeni yeni sürmüş molarların hipomature mine yapısı ve derin pit–fissür anatomisidir (Pinkham et al., 2019; McDonald & Avery, 2021). Aynı yaşta kesici dişlerde aproksimal çürüklerin nadir görülmesi fizyolojik diastemalar ile açıklanır (McDonald & Avery, 2021).

Yaklaşık 6 yaş civarında, daimi birinci molarların sürmesiyle kontak alanları oluşur ve posterior bölgede aproksimal çürük insidansı artar (McDonald & Avery, 2021; Fejerskov, Nyvad, & Kidd, 2015).

Lokalizasyon açısından distal yüzeylerde çürük daha sık görülür. Özellikle birinci ve ikinci süt molar dişler arasındaki kontakt bölgesi yüksek risk taşırken, kanin–birinci süt molar temasının genellikle noktasal olması ve sıklıkla fizyolojik boşluk bulunması riski azaltır (McDonald & Avery, 2021; Pinkham et al., 2019).

İkinci süt molar dişler, daha kompleks pit ve fissür anatomisi nedeniyle birinci süt molarlara göre daha yüksek çürük riskine sahiptir. Ancak sürme zamanına bağlı olarak ikinci süt molarların distal yüzeyi, daimi birinci molar ile temas oluşana kadar genellikle düşük risklidir (McDonald & Avery, 2021; Fejerskov, Nyvad, & Kidd, 2015).

4. ÇÜRÜK SINIFLANDIRMASI

4.1. Anatomik Lokalizasyonuna Göre:

4.1.1. Pit ve Fissür Çürükleri

Süt molarlarının oklüzal yüzeylerindeki pit ve fissürler, çürüğün en sık görüldüğü lokalizasyonlardır. Derin ve dar fissür yapıları plak retansiyonunu artırmaktadır. Bu nedenle pit ve fissürler, koruyucu fissür örtücü uygulamalarının öncelikli olarak önerildiği yüzeylerdir (Pinkham et al., 2019; McDonald et al., 2016).

4.1.2. Düz Yüzey Çürüğü

Dişlerin daha pürüzsüz olan yüzeylerinde görülür. İki alt gruba ayrılır (Koch & Poulsen, 2013):

Bukkal/Lingual Çürükler: Dişlerin yanağa veya dile bakan yüzeylerinde, genellikle dişeti kenarına yakın bölgelerde gelişir.

Aproksimal Çürükler: Komşu iki dişin temas ettiği ara yüzeylerde başlar. Klinik muayene ile tespiti zordur ve genellikle bitewing radyografileri ile teşhis edilir.

4.1.3. Kök Çürüğü

Mine-sement sınırı ve serbest dişeti arasındaki bölgede meydana gelen diş çürüğüdür. Açığa çıkmış kök sementi ve

dentin mineye göre daha pürüzlü yüzeylerdir bu nedenle daha çok plak tutar (Fejerskov & Kidd, 2008).

4.2. İlerleme hızına göre:

4.2.1. Aktif (Akut) Çürük Lezyonu

Süt dişlerinde görülen çürükler genellikle hızlı ilerleyen akut çürüklerdir. Aktif çürük lezyonu, demineralizasyonun devam ettiği ve ilerleyen bir süreci temsil eden klinik bulgulardır. Bu lezyonlar genellikle plak tutulumuna uygun bölgelerde, mat, beyazımsı veya sarımsı, pürüzlü yüzeyler olarak gözlenir. Hastanın plak kontrolü ve oral hijyeni yeterli değilse, bu lezyonlar kaviteye ilerleyebilir (Nyvad, Machiulskiene, & Baelum, 1999; Ismail et al., 2015).

4.2.2. İnaktif (Kronik) Çürük Lezyonu

İnaktif çürük lezyonu, demineralizasyonun durduğunu gösteren klinik durumdur. Bu lezyonlar genellikle daha koyu renkli (kahverengi/siyahımsı), parlak ve düzgün yüzeyli görünür ve plak birikimi azdır. İnaktif lezyonlar ilerleme eğilimi göstermez; bu nedenle çoğu zaman sadece izlem yeterli olabilir (Nyvad, Machiulskiene, & Baelum, 1999; Ismail et al., 2015).

4.3. Tedavi Geçmişine Göre:

4.3.1. Primer çürük

Daha önce hiç tedavi görmemiş bir diş yüzeyinde gelişen yeni çürük lezyonlarıdır. Bu lezyonlar mine, dentin veya her iki dokuyu tutabilir ve çürük sürecinin başlangıç veya ilerlemiş evrelerini temsil edebilir (Koch & Poulsen, 2013; Pitts et al., 2017)

4.3.2. Sekonder (İkincil / Rekürrent) Çürük

Sekonder çürük, mevcut bir restorasyonun kenarında veya altında gelişen çürük lezyonudur. Restorasyon-diş ara yüzeyinde

mikro sızıntı, marjinal uyumsuzluk ve plak retansiyonu çürük gelişiminde temel etiyolojik faktörlerdir. Süt dişlerinde sekonder çürük riski; restorasyonların sınırlı ömrü, çocuklarda ağız hijyeninin yetersizliği ve yüksek çürük aktivitesi nedeniyle artmaktadır (McDonald et al., 2022).

4.3.3. Tersiyer (Rezidüel) Çürük

Tersiyer çürük, restoratif tedavi sırasında tamamen uzaklaştırılmamış, restorasyon altında kalan çürük dokuyu ifade eder. Bu lezyonlar genellikle tedavi esnasında bilerek veya fark edilmeden bırakılan, düşük aktiviteye sahip dentin çürükleri şeklindedir (Fejerskov & Kidd, 2015).

Güncel pedodonti ve minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımlarında, seçilmiş vakalarda rezidüel çürük bırakılmasının biyolojik olarak kabul edilebilir olduğu ve uygun restorasyonla çürük progresyonunun durdurulabileceği bildirilmektedir. Ancak bu yaklaşım, vaka seçimi ve klinik takip gerektirmektedir (Frencken et al., 2017).

4.4. Etiyolojisine Göre

4.4.1. Rampant Çürük

Aniden ortaya çıkan, hızlı ilerleme gösteren, birden fazla dişi eş zamanlı etkileyen, sıklıkla normalde çürüğe daha dirençli olan düz yüzeyleri ve alt kesici dişleri de kapsayan yaygın bir çürük formu olarak tanımlanmaktadır (Pinkham et al., 2019; McDonald et al., 2022). Süt dişlerinde rampant çürük, genellikle yüksek karyojenik diyet, yetersiz ağız hijyeni, düşük tükürük akışı ve uzun süreli biberon kullanımı ile ilişkilidir. Lezyonlar hızlı ilerleme gösterdiğinden pulpal tutulum ve erken diş kaybı riski oldukça yüksektir (Fejerskov, Kidd, & Nyvad, 2023).

4.4.2. Erken Çocukluk Çağı Çürüğü (EÇÇ)

Erken çocukluk çağı çürüğü (EÇÇ), 71 aylık veya daha küçük bir çocuğun herhangi bir süt dışında bir veya daha fazla kavite oluşmuş ya da oluşmamış çürük lezyonu, çürüğe bağlı kayıp veya dolgulu yüzey varlığı olarak tanımlanır. Üç yaşın altındaki çocuklarda herhangi bir düz yüzey çürüğü şiddetli EÇÇ (Ş-EÇÇ) göstergesidir (Patel et al., 2025).

3–5 yaş arası çocuklarda ise üst anterior süt dişlerinde bir veya daha fazla kaviteasyon, çürüğe bağlı kayıp/dolgulu yüzey bulunması ya da çürük, kayıp ve dolgu skorunun (dmft) 3 yaşında 4 veya daha fazla, 4 yaşında 5 veya daha fazla, 5 yaşında 6 veya daha fazla olması şiddetli erken çocukluk çağı çürüklerinin göstergesidir (Koch & Poulsen, 2013).

Uzun süreli biberon kullanımına bağlı olgularda en sık maksiller süt kesiciler etkilenir; bunu birinci süt molarlar izler. Süt kaninler ve ikinci süt molarlar nadiren etkilenir, çünkü bu dişler sürdüğünde biberonla beslenme çoğunlukla sonlanmıştır. Mandibular süt kesiciler, submandibular ve sublingual tükürük bezlerinin koruyucu etkisi ve beslenme sırasında dilin bu dişleri örtmesi ve gıdayı dişlerden uzaklaştırması nedeniyle genellikle çürükten korunur (Pinkham et al., 2013; AAPD, 2023; Seow, 2018).

Erken Çocukluk Çağı Çürüğünün Etiyolojisi

Mikroorganizma Faktörleri

Başlıca etken *Streptococcus mutans* olup, yüksek düzeyleri çürük prevalansı ile ilişkilidir. Bebeklerde *S. mutans*'ın primer kaynağı genellikle anne veya birincil bakıcıdır (dikey geçiş gösterir; aynı kaşığı kullanmak, emziği temizlemek için ağza almak) ve kötü ağız hijyeni, sık şeker tüketimi ve erken şeker maruziyeti bakteriyel kolonizasyonu artırır (Patel et al., 2025; Pinkham et al., 2013).

Diyet ve Beslenme Alışkanlıkları

Fermente edilebilir karbonhidratlardan zengin diyet, özellikle sükröz, EÇÇ için temel risk faktörüdür. Gece biberonla beslenme, sık ve uzun süreli emzirme, şekerli içecekler ve yapışkan gıdalar riski artırır. İlk 12–24 ayda şekerle temas eden çocuklarda çürük prevalansı belirgin şekilde daha yüksektir (Patel et al., 2025).

Konak ve Çevresel Faktörler

Florür eksikliği, yetersiz ağız hijyeni, düşük tükürük akışı (özellikle gece), prematürite, düşük doğum ağırlığı ve mine defektleri EÇÇ gelişimini kolaylaştırır. Çevresel kirlenmeler ve su kalitesi de mine gelişimini ve tükürük özelliklerini etkileyebilir (Patel et al., 2025).

Sosyoekonomik Faktörler

Düşük sosyoekonomik düzey, ebeveyn eğitim düzeyinin düşüklüğü ve dental hizmetlere sınırlı erişim EÇÇ prevalansı ile güçlü şekilde ilişkilidir. Ebeveynlerin bilgi, tutum ve alışkanlıkları çocuk ağız sağlığında belirleyici rol oynar (Patel et al., 2025).

Erken Çocukluk Çağı Çürüğünün Yönetimi ve Önlenmesi

EÇÇ yönetimi; beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi, erken ve etkili ağız hijyeni uygulamaları ile bireysel risk temelli koruyucu yaklaşımların birlikte uygulanmasını gerektirir (AAPD, 2023; European Academy of Paediatric Dentistry [EAPD], 2020).

Beslenme ve Davranışsal Yaklaşımlar

Gece biberonla beslenme ve şeker içeren sıvıların sık tüketimi EÇÇ için başlıca risk faktörleridir. Bu nedenle, bebeğin gece biberonla uyumasının önlenmesi, biberon içeriğine şeker, bal veya pekmez eklenmemesi, beslenme sonrası su içirilmesi ve

12 aydan sonra biberon kullanımının bırakılması önerilmektedir. AAPD, ilk 12 ay emzirmeyi desteklemekle birlikte, sık ve gece emzirmenin 12–18 aydan sonra sınırlandırılmasını önermektedir. Ayrıca iki yaş altındaki çocuklarda şeker içeren yiyecek ve içeceklerden kaçınılması, bir yaş sonrası bardak kullanımının teşvik edilmesi önemlidir (WHO, 2015; EAPD, 2020). (AAPD, 2023; EAPD, 2020; World Health Organization [WHO], 2015).

Ağız Hijyeni ve Aile Eğitimi

İlk dişin sürmesiyle ağız hijyenine başlanmalıdır. Başlangıçta dişler temiz ve nemli bir gazlı bez veya tülbentle, daha sonra yaşa uygun diş fırçası ile ebeveyn gözetiminde günde iki kez temizlenmelidir (AAPD, 2023). Florürlü diş macunu kullanımı yaşa göre ayarlanmalıdır: 3 yaş ve altı için sürüntü şeklinde, 3–6 yaş için bezelye tanesi büyüklüğünde olmalıdır (AAPD, 2023; EAPD, 2019).

İlk dişin sürmesinden sonraki ilk 6 ay içinde (en geç 12. ayda) çürük risk değerlendirmesi yapılmalı ve aileye ağız sağlığı eğitimi verilmelidir (AAPD, 2023).

Profesyonel Koruyucu Uygulamalar ve Mikrobiyal Kontrol

Yüksek riskli çocuklarda %5 sodyum florid (22.500 ppm F) vernik uygulamaları önerilmektedir (AAPD, 2023). Ayrıca ebeveyn ve kardeşlerdeki S. mutans düzeylerinin azaltılması, ortak kaşık, bardak gibi tükürük paylaşımına yol açan davranışların sınırlandırılması, enfeksiyon zincirinin kırılmasında önemlidir (Tinanoff et al., 2019).

4.5. Dişin Dokularına Göre:

4.5.1. Mine Çürüğü

Mine çürüğü, diş yüzeyinin birkaç mikron altında başlayan dekalsifikasyon ile karakterizedir. Başlangıçta mine

yüzeyi tükürüğün remineralize edici etkisi sayesinde intakt kalır; klinik olarak translusenslik kaybı ve beyaz nokta lezyonları görülür, genellikle semptom yoktur. Lezyon ilerlediğinde mine matriks desteği kaybolur, kavitasyon gelişir ve lezyon sarımsı-yumuşak bir görünüm alır (Fejerskov et al., 2015; Kidd & Fejerskov, 2016).

Tedavi, lezyonun lokalizasyonuna göre planlanır. Kavitasyon olmayan fissür lezyonlarında fissür örtücüler tercih edilir. Fissürle sınırlı kavitasyonlarda enfekte doku uzaklaştırılarak restorasyon yapılır ve fissür örtücü ile korunur. Aproximal lezyonlarda ise dişin durumu, oklüzyon ve hasta faktörleri göz önünde bulundurularak tedavi belirlenir (AAPD, 2023).

4.5.2. Dentin Çürüğü

Dentin çürüğü, lezyonun mineyi aşarak mine-dentin sınırı boyunca yayılması ve destek dentin dokusunun yıkımı sonucu kavitasyon oluşmasıyla karakterizedir. Klinik olarak genellikle renk değişikliği ve kavite ile fark edilir (Kidd & Fejerskov, 2016).

Yüzeysel dentin çürükleri pulpadan uzak ve sınırlıdır; çoğunlukla semptom vermez ve enfekte dentinin uzaklaştırılması ile uygun restoratif materyallerle tedavi yeterlidir.

Derin dentin çürükleri ise termal, kimyasal ve osmotik uyaranlarla ağrı oluşturabilir. Süt dişlerinde dentinin ince yapısı, geniş dentin tübülleri ve pulpa boynuzlarının yüzeye yakınlığı nedeniyle pulpa ekspozu olmaksızın pulpal enfeksiyon gelişme riski yüksektir. Bu nedenle tedavi öncesinde radyografik değerlendirme önemlidir.

Derin dentin çürüklerinde temel amaç pulpanın korunması olup uygun vakalarda direkt veya indirekt kuafaj uygulanabilir (McDonald & Avery, 2021; AAPD, 2023).

5. BEYAZ NOKTA LEZYONLARI (WHITE SPOT LESION)

Beyaz nokta lezyonu, diş çürüğünün en erken klinik bulgusu olup mine yüzeyinin birkaç mikron altında başlayan yüzey altı demineralizasyonu ile karakterizedir (Fejerskov & Nyvad, 2015). Mine yüzeyinin dış tabakası asitlere daha dirençlidir ve tükürük aracılığıyla remineralize olabilir (Ten Cate & Featherstone, 1991).

Demineralizasyon ilerlediğinde lezyon genişleyerek kavitasyona dönüşebilir; ancak erken dönemde beyaz nokta lezyonları geri dönüşümlüdür (Featherstone, 2004). Klinik olarak opak beyaz görünüm, lezyon gövdesindeki artmış porozite ve ışık saçılımına bağlıdır. Lezyonlar, diş yüzeyi kurutulduğunda daha belirgin hale gelir ve erken evrede radyografik olarak saptanamayabilir (Kidd & Fejerskov, 2016; Pretty, 2006; Pitts et al., 2017).

En sık diş eti kenarına yakın bölgelerde, aproksimal yüzeylerde ve üst anterior dişlerin labial yüzeylerinde görülür (Fejerskov & Nyvad, 2015). Tedavide temel yaklaşım ağız hijyeninin iyileştirilmesi, diyet düzenlemesi ve topikal florür uygulamalarıdır; seçilmiş vakalarda CPP-ACP veya rezin infiltrasyon teknikleri uygulanabilir (Paris et al., 2010; AAPD, 2023).

6. SONUÇ

Süt dişlerinde çürük, mikrobiyal plak, konak faktörleri ve çevresel etkenlerin etkileşimi sonucu gelişen multifaktöriyel ve dinamik bir hastalıktır. Süt dişlerinin mine ve dentin tabakasının ince olması, servikal morfolojisi ve yapısal özellikleri çürüğün daha hızlı ilerlemesine ve erken pulpal tutulumuna zemin hazırlamaktadır. Özellikle erken çocukluk çağı çürüğü, hızlı

ilerleyişi ve çoklu diş tutulumuyla klinik açıdan önemli bir tablo oluşturmaktadır.

Süt dişlerinde çürüğün biyolojik ve yapısal temellerinin iyi anlaşılması, doğru tanı, uygun restoratif yaklaşım ve dişin ağızda kalma süresine göre materyal seçimi açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle pedodontik yaklaşımda amaç yalnızca mevcut lezyonların tedavisi değil, aynı zamanda çürük sürecinin biyolojik mekanizmasının anlaşılması ve hastalığın ilerlemesinin kontrol altına alınması olmalıdır.

KAYNAKÇA

- American Academy of Pediatric Dentistry. (2018). *AAPD policy on dietary recommendations for infants, children, and adolescents*.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2022). Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. In *The reference manual of pediatric dentistry* (2022–2023 ed., pp. 266–272).
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2023). Policy on early childhood caries (ECC): Classifications, consequences, and preventive strategies. *Pediatric Dentistry*, 45(6), 18–23.
- Bowen, W. H. (2002a). Role of carbohydrates in dental caries. *Nutrition Reviews*, 60(7 Pt 2), S20–S24.
- Bowen, W. H. (2002b). Role of carbohydrates in dental caries. *Caries Research*, 36(Suppl 1), 24–31.
- Bowen, W. H., & Pearson, S. K. (2002). Effect of milk and dairy products on dental caries in humans. *Caries Research*, 36(Suppl 1), 62–70.
- Caufield, P. W., Cutter, G. R., & Dasanayake, A. P. (1993). Initial acquisition of mutans streptococci by infants: Evidence for a discrete window of infectivity. *Journal of Dental Research*, 72(1), 37–45.
- Edgar, W. M., & Geddes, D. A. (2003). Cheese, saliva and dental caries. *British Dental Journal*, 194(6), 341–346.
- European Academy of Paediatric Dentistry. (2020). *Guideline on early childhood caries: Recommendations for prevention and management*.

- Featherstone, J. D. B. (2004). The continuum of dental caries— Evidence for a dynamic disease process. *Journal of Dental Research*, 83(Spec. Issue C), C39–C42.
- Fejerskov, O., & Kidd, E. (Eds.). (2008). *Dental caries: The disease and its clinical management* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Fejerskov, O., & Kidd, E. (2015). *Dental caries*. Wiley-Blackwell.
- Fejerskov, O., Kidd, E. A. M., & Nyvad, B. (2023). *Dental caries: The disease and its clinical management* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Fejerskov, O., Nyvad, B., & Kidd, E. A. M. (2015). *Essentials of dental caries* (4th ed.). Oxford University Press.
- Frencken, J. E., Peters, M. C., Manton, D. J., Leal, S. C., Gordan, V., & Eden, E. (2017). Minimal intervention dentistry for managing dental caries. *International Dental Journal*, 67(Suppl 2), 6–16.
- Ismail, A. I., Pitts, N. B., Tellez, M., et al. (2015). The International Caries Classification and Management System (ICCMS™). *Caries Research*, 49(1), 1–14.
- Kidd, E. A. M., & Fejerskov, O. (2016). *Essentials of dental caries* (4th ed.). Oxford University Press.
- Koch, G., & Poulsen, S. (2013). *Pediatric dentistry: A clinical approach* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- McDonald, R. E., & Avery, D. R. (2021). *McDonald and Avery's dentistry for the child and adolescent* (11th ed.). Elsevier.
- McDonald, R. E., Avery, D. R., & Dean, J. A. (2016). *Dentistry for the child and adolescent* (10th ed.). Elsevier.

- McDonald, R. E., Avery, D. R., & Dean, J. A. (2022). *Dentistry for the child and adolescent* (11th ed.). Elsevier.
- Moynihan, P. (2005). Foods and factors that protect against dental caries. *Nutrition Bulletin*, 30(4), 323–331.
- Moynihan, P., & Kelly, S. (2014). Effect on caries of restricting sugars intake. *Journal of Dental Research*, 93(1), 8–18.
- Paris, S., Hopfenmüller, W., & Meyer-Lueckel, H. (2010). Resin infiltration of caries lesions. *Journal of Dental Research*, 89(8), 823–826.
- Patel, N. S., et al. (2025). A review of early childhood caries. *Cureus*, 17(5), e83767.
- Pinkham, J. R., Casamassimo, P. S., McTigue, D. J., Fields, H. W., & Nowak, A. J. (2019). *Pediatric dentistry: Infancy through adolescence* (5th ed.). Elsevier.
- Pitts, N. B., et al. (2017). Dental caries. *Nature Reviews Disease Primers*, 3, 17030.
- Seow, W. K. (2018). Early childhood caries. *Pediatric Clinics of North America*, 65(5), 941–954.
- Sheiham, A., & James, W. P. T. (2014). Diet and dental caries. *Journal of Dental Research*, 93(10), 1241–1247.
- Söderling, E. (2009). Xylitol, mutans streptococci, and dental plaque. *Advances in Dental Research*, 21(1), 74–78.
- Stephan, R. M. (1940). Changes in hydrogen-ion concentration on tooth surfaces. *Journal of the American Dental Association*, 27(6), 718–723.
- Ten Cate, J. M., & Featherstone, J. D. B. (1991). Interactions between fluoride and dental enamel. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 2(2), 283–296.

- Tinanoff, N., et al. (2019). Early childhood caries: Global perspective. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 29(3), 238–248.
- Touger-Decker, R., & van Loveren, C. (2003). Sugars and dental caries. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78(4), 881S–892S.
- World Health Organization. (2015). *Guideline: Sugars intake for adults and children*. WHO.

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE SÜPERNÜMERER DIŞLER: EPİDEMİYOLOJİ, KLİNİK ÖZELLİKLER VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Mervan ONUR¹

Burçin AVCI²

1. GİRİŞ

Sağlıklı bir çocukta toplam 20 süt dişi bulunurken, yetişkin bireylerde bu sayı 32 daimi dişe ulaşmaktadır. Bununla birlikte, çevresel ve genetik faktörlerin etkisiyle bazı bireylerde fizyolojik diş sayısının üzerinde diş gelişimi gözlenebilmekte ve bu durum gelişimsel bir farklılık olarak değerlendirilmektedir.(Grimanis, Kyriakides, & Spyropoulos, 1991a; Yıldız Keriş & Özütürk, 2016) Metin girmek için buraya tıklayın veya dokunun. “Süpernümerer” terimi, normal diş dizisine ek olarak gelişen fazla dişleri tanımlamak amacıyla kullanılmakta olup, insanlarda nispeten sık karşılaşılan gelişimsel dental anomaliler arasında yer almaktadır.(Goksel, Agirgol, Karabas, & Ozcan, 2018; Jafarov, Aykaç, Yeğinoğlu, Tezel, & Akkaya, 2024) Süpernümerer dişler morfolojik özellikleri açısından geniş bir varyasyon gösterebilmekte; bazı olgularda boyut ve şekil bakımından normal dişlere oldukça benzer özellikler sergilerken, bazı durumlarda ise belirgin morfolojik farklılıklar ortaya koyabilmektedir. Kimi süpernümerer dişler

¹ Arş. Gör., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Diş hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Ana Bilim Dalı, Van, Türkiye, ORCID:0009-0008-3919-7142.

² Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Diş hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Ana Bilim Dalı, Van, Türkiye ORCID: 0000-0002-2066-0204.

normal diş formunda gelişim gösterirken, bazıları daha küçük boyutlu, konik yapıda ya da düzensiz morfolojide olabilmektedir. Özellikle premaksiller hiperdonti vakalarında, fazla dişlerin önemli bir kısmının konik morfolojiye sahip olduğu bildirilmektedir.(Schuurs, 2012) Süpernümerer dişler; tek ya da multiple sayıda, unilateral veya bilateral yerleşim gösterebilmektedir.(Jiang et al., 2020; Khandelwal et al., 2018; Yıldız Keriş & Özütürk, 2016) Bu dişler bazı durumlarda klinik muayene sırasında oral kavitede doğrudan saptanabilirken, kimi zaman da rutin radyografik incelemeler esnasında tesadüfen tespit edilebilmektedir; ayrıca sürmemiş kalıcı dişlerin erüpsiyonunu engelleyerek patogeneizde rol oynayabilmektedirler.(Alaejos, Contreras, Buenechea, Berini, & Gay, 2000). Bu bölümün amacı, süpernümerer dişlerin etyolojisi, tanısal değerlendirme yöntemleri ve güncel tedavi yaklaşımları ile klinik süreçte karşılaşılabilecek olası komplikasyonlar bütüncül bir bakış açısıyla incelenmektedir.

2. SÜPERNÜMERER DİŞLERİN ETYOLOJİSİ

Süpernümerer dişlerin kesin etiyolojisi günümüze kadar tam olarak açıklığa kavuşturulamamış olmakla birlikte, bu gelişimsel anomalinin ortaya çıkış mekanizmasını açıklamaya yönelik çeşitli teoriler literatürde ayrıntılı biçimde tanımlanmıştır. En yaygın kabul gören görüşler arasında; antropoidlerde görülen gerileme sürecine bağlı olarak ortaya çıktığını ileri süren filogenetik teori, otozomal resesif kalıtım modeli ya da X kromozomu ile ilişkili genetik faktörler, lokal travmaya bağlı gelişen anormal doku yanıtı, çevresel etmenlerin etkisi, diş germinin aşırı proliferasyonu ve özellikle diş laminasının hiperaktivitesi yer almaktadır.(Prasada Ravo & Chidzonga, 2001)

Süpernümerer diş saptanan çocukların birinci derece akrabalarında bu anomalinin genel popülasyona kıyasla daha

yüksek oranda görülmesi, kalıtsal faktörlerin süpernümerer diş oluşumunda önemli bir rol oynayabileceğini düşündürmekte ve genetik yatkınlık hipotezini desteklemektedir.(Pippi, 2014)

Süpernümerer dişler, izole vakalar şeklinde ortaya çıkabildiği gibi, çeşitli genetik sendromların klinik bir bileşeni olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Bu sendromlar arasında Gardner sendromu, Crouzon sendromu, Ehlers-Danlos sendromu, Marfan sendromu, Goldenhar sendromu, Oro-fasiyo-dijital sendrom ve Kleidokraniyal displazi yer almaktadır.(Bağlar, 2011; Khandelwal et al., 2018; Tatlı, Evlice, Damlar, Arslanoğlu, & Altan, 2014; Tsuji, Suzuki, Suzuki, & Moriyama, 2020; Yıldızker Keriş & Özütürk, 2016)

2.1. Süpernümerer Dişlerde Yaş Faktörü

Süpernümerer dişlerin görülme sıklığının yaşa bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği ve farklı yaş gruplarında farklı prevalans oranlarının bildirildiği literatürde ifade edilmektedir. Yaşları 3 ile 55 arasında değişen ve toplam 718 süpernümerer diş sahibi bireylerin değerlendirildiği bir çalışmada, olguların ortalama yaşı $9,54 \pm 5,32$ yıl olarak rapor edilmiş; erkek/kadın oranının ise 2,88:1 olduğu belirtilmiştir.(Liu, 2023) Bu bulgular, süpernümerer dişlerin özellikle çocukluk döneminde daha sık teşhis edildiğini ve erkek bireylerde daha yüksek oranda görülebildiğini düşündürmektedir.

Başka bir araştırmada ise ortalama yaşın $10,69 \pm 2,65$ yıl olduğu bildirilmiş olup, bu sonuç da süpernümerer dişlerin çoğunlukla karışık dişlenme döneminde saptandığını desteklemektedir.(Akgöl & Akbulut, 2022) Bununla birlikte, bazı çalışmalarda farklı yaş grupları arasında süpernümerer diş görülme sıklığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı da ifade edilmiştir.(Daldal, Baybars, & Ok, 2023)

Öte yandan, prevalansın özellikle 6–12 yaş aralığında daha yüksek olduğu ve bu yaş grubunda, 6 yaş altındaki çocuklara ve

12 yaş üzerindeki bireylere kıyasla daha sık görüldüğü bildirilmektedir.(Zhao et al., 2021) Bu durum, söz konusu yaş aralığının hem sürme dönemine denk gelmesi hem de ortodontik değerlendirmelerin daha sık yapılması nedeniyle süpernümerer dişlerin tanı oranının artmasıyla ilişkili olabileceği şeklinde yorumlanmaktadır.

2.2. Cinsiyetle İlişkili Bulgular

Süpernümerer dişlerin cinsiyetlere göre dağılımı incelendiğinde, literatürde farklı sonuçların bildirildiği ve bu konuda kesin bir görüş birliğinin bulunmadığı görülmektedir. Elli bir olgunun değerlendirildiği bir çalışmada erkek oranı %64,6, kadın oranı ise %35,4 olarak saptanmış ve süpernümerer dişlerin erkeklerde daha yüksek sıklıkta görüldüğü bildirilmiştir.(Karaca & Çapan, 2022) Benzer şekilde, 204 çocuğun incelendiği başka bir araştırmada 91 olguda (%44,6) toplam 123 gömülü süpernümerer diş tespit edilmiş; bu hastaların 61'inin (%67) erkek, 30'unun (%33) kız olduğu rapor edilmiştir. (Akgöl & Akbulut, 2022)Ayrıca süpernümerer diş prevalansının kız çocuklarında %0,33, erkek çocuklarında ise %0,75 olarak bildirildiği çalışmalar da mevcuttur.(Kaplan, Ataş, & Karabulut, 2024)

Yarık damaklı bireyleri kapsayan bir çalışmada da erkek hastaların %35,82'sinde, kadın hastaların ise %13,04'ünde süpernümerer diş varlığı saptanmış ve erkeklerde daha yüksek görülme olasılığı ortaya konmuştur.(Lasota, Siebieszuk, Pastuszak, & Mostowska, 2022) Bununla birlikte, 511 KIBT görüntüsünün değerlendirildiği bir araştırmada, özellikle meziodens tipinin kızlarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha sık görüldüğü bildirilmiş olup, bu bulgu bazı alt tiplerde cinsiyete bağlı farklılıklar olabileceğini düşündürmektedir.(Kalyoncu, Karaca, Öztürk, Giray, & Yalçınkaya, 2022)

Genel prevalansın %4,03 olarak belirlendiği başka bir çalışmada toplam 202 hasta tespit edilmiş; bunların 160'ı erkek (%5,47), 42'si kadın (%2,01) olarak kaydedilmiş ve erkeklerdeki oran istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.(Shen, Wei, Zhang, Zhang, & Yao, 2025) Erkeklerde süpernümerer diş görülme sıklığının kadınlara kıyasla yaklaşık üç kat daha fazla olabileceği de bildirilmektedir.(Zhao et al., 2021) Özellikle kesici diş bölgesinde erkeklerde daha yüksek oranlar rapor edilirken, diğer dental bölgelerde kadınlarda daha yüksek sıklık gözlenmesi, cinsiyete bağlı dağılımın bölgesel farklılık gösterebileceğine işaret etmektedir. (Liu, 2023)

2.3. Anatomik Lokalizasyon

Süpernümerer dişlerin anatomik dağılımını inceleyen araştırmalar, bu dişlerin çoğunlukla maksillada konumlandığını göstermektedir. Daha düşük oranlarda olmakla birlikte maksiller distomolar bölge, maksilla ve mandibulanın premolar alanları, mandibular distomolar bölge ve mandibular kesici dişler bölgesinde de görülebilmektedir. (Leco Berrocal, Martín Morales, & Martínez González, 2007) İncelenen 64 süpernümerer dişin %73,3'ünün maksillada, %26,7'sinin ise mandibulada bulunduğu bildirilmiştir.(Karaca & Çapan, 2022) Benzer biçimde başka bir çalışmada değerlendirilen 108 dişin %87,8'inin maksillada, %12,2'sinin mandibulada lokalize olduğu rapor edilmiştir.(Akgöl & Akbulut, 2022) Ayrıca 202 hastada saptanan toplam 249 süpernümerer dişin %94,89'unun maksillada, %5,11'inin mandibulada yer aldığı ve bu dağılımın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir.(Shen et al., 2025)

Süpernümerer dişlerin özellikle maksillanın anterior bölgesinde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Bir çalışmada 101 dişin %82,1'inin ön bölgede konumlandığı, 85 dişin ise %69,1'inin palatinal yerleşim gösterdiği bildirilmiştir.(Akgöl & Akbulut, 2022) En sık karşılaşılan tip meziodens olup genellikle

santral kesici dişler arasında izlenmektedir. Nitekim 1882 hastayı kapsayan bir araştırmada olguların %94,86'sında maksillada, %4,23'ünde mandibulada süpernumerer diş bulunduğu; yalnızca 18 hastada her iki çenede birden görüldüğü ifade edilmiştir. Maksillada en yaygın yerleşim santral kesici diş bölgesi (%88,92) olup, bunu lateral diş (%6,19) ve kanin bölgesi (%2,19) izlemektedir. Mandibulada ise süpernumerer dişlerin büyük kısmı premolar bölgede (%77,38) saptanmıştır.(Ma et al., 2021)

718 hastada belirlenen toplam 1138 süpernumerer dişin %92,09'unun üst çenede bulunduğu, %85,76'sının kesici dişler bölgesinde konumlandığı ve %86,20'sinin sürmemiş olduğu bildirilmiştir.(Liu, 2023) Çocuk popülasyonunda süpernumerer dişlerin %66,7'sini meziodens, %16,7'sini distomolar ve %16,7'sini lateral diş fazlalıkları oluşturmaktadır.(Daldal et al., 2023) Antropolojik incelemelerde de özellikle tarihsel mezarlarda maksilla orta hatta yerleşmiş süpernumerer diş örneklerine rastlandığı belirtilmektedir.(Sarı & Yıldırım, 2021)

Cinsiyete göre yapılan çene bazlı karşılaştırmalarda erkek çocuklarda maksillada süpernumerer diş görülme oranının mandibulaya kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptanmıştır. Buna karşılık mandibulada patolojik lezyon görülme sıklığının maksillaya göre daha fazla olduğu bildirilmiştir.(Kaplan et al., 2024) Genel değerlendirmede süpernumerer dişlerin en sık maksiller ön bölgede yer aldığı; bunu sırasıyla mandibular posterior bölge, maksiller posterior bölge, maksiller sinüs çevresi ve mandibular anterior bölgenin izlediği görülmektedir.

2.4. Morfolojik Özellikler

Süpernumerer dişlerin morfolojik yapıları değerlendirildiğinde, literatürde en sık karşılaşılan şeklin konik form olduğu bildirilmektedir. Bir çalışmada incelenen olguların %57,8'inde konik form, %31,2'sinde tüberkül formu ve

%11'inde yuvarlak morfoloji saptanmış olup, konik tipin belirgin şekilde baskın olduğu ifade edilmiştir. (Karaca & Çapan, 2022) Başka bir araştırmada ise süpernümerer dişler morfolojik özelliklerine göre 90'ı rudimenter, 22'si suplemental, 10'u tüberkülat ve 1'i odontoma tipi olmak üzere sınıflandırılmıştır.(Akgöl & Akbulut, 2022) Bu sınıflandırma, süpernümerer dişlerin yalnızca sayı bakımından değil, yapı ve gelişim özellikleri açısından da heterojen bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Bir meta-analizde morfolojik dağılım; konik (n=378), tüberkül (n=237), odontoma (n=68), suplemental (n=43) ve formu belirtilmemiş (n=36) dişler şeklinde rapor edilmiş ve konik tipin diğer morfolojilere göre daha yüksek oranda görüldüğü belirtilmiştir.(Seehra et al., 2023) Yarık damak olgularını inceleyen bir çalışmada da süpernümerer dişlerin büyük bölümünün konik morfoloji gösterdiği bildirilmiş olup, bu hasta grubunda da benzer morfolojik eğilimin sürdüğü ifade edilmiştir.(Lasota et al., 2022)

Geniş kapsamlı bir analizde değerlendirilen 2768 süpernümerer dişin 2194'ünün konik formda olduğu belirlenmiştir. Bu dişlerin büyük çoğunluğunun santral kesici bölgesinde (n=2021) yer aldığı; daha az sayıda lateral kesici (n=112) ve kanin (n=35) bölgelerinde konumlandığı saptanmıştır.(Jiang et al., 2020) Konik morfolojinin özellikle meziodenslerde baskın tip olarak öne çıktığı ve klinik pratikte en sık karşılaşılan yapı olduğu vurgulanmaktadır. Nitekim 606 hastayı kapsayan bir araştırmada da en yaygın morfolojik tipin konik olduğu bildirilmiştir.(Zhao et al., 2021)

Toplam 1138 süpernümerer dişin incelendiği başka bir çalışmada da benzer bulgular elde edilmiş; dişlerin önemli bir kısmının konik yapıda olduğu, %85,76'sının kesici diş bölgesinde, %92,09'unun ise maksillada lokalize olduğu rapor

edilmiştir. Ayrıca olguların %46,75'inde ters pozisyon, %86,20'sinde sürmeme durumu, %65,29'unda tamamlanmış kök gelişimi ve %60,63'ünde komşu anatomik yapılara etki saptandığı belirtilmiştir.(Liu, 2023) Bu veriler, konik morfolojinin yalnızca en sık görülen tip olduğunu değil, aynı zamanda klinik ve radyografik açıdan belirgin özellikler sergilediğini de göstermektedir.

2.5. Süpernümerer Dişlerde Tiplendirme

Süpernümerer dişlerin tiplerine göre dağılımı değerlendirildiğinde, literatürde en yaygın görülen formun meziodens olduğu bildirilmektedir. Çeşitli çalışmalarda meziodens oranının %31,2 olarak saptandığı; bunu sırasıyla distomolar (%20,4), premolar (%18,7), lateral (%17,2) ve kanin (%12,5) fazlalıklarının izlediği belirtilmiştir.(Karaca & Çapan, 2022) Bu bulgular, süpernümerer dişlerin tipolojik dağılımında anterior maksiller bölgenin belirgin bir ağırlığa sahip olduğunu göstermektedir.

Gömülü süpernümerer dişlere odaklanan bir araştırmada ise incelenen 101 dişin %82,11'inin meziodens, %13,82'sinin parapremolar ve %4,06'sinin paramolar tipte olduğu belirlenmiş; distomolar tipe ise rastlanmadığı bildirilmiştir.(Akgöl & Akbulut, 2022) Bu sonuç, özellikle gömülü olgularda meziodensin baskın tip olduğunu ve diğer tiplerin daha sınırlı oranlarda görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Ortalama yaşı $10,9 \pm 2,63$ olan çocukları kapsayan bir çalışmada da meziodens, %9,8 oranıyla en sık gözlenen süpernümerer diş tipi olarak rapor edilmiştir.(Kalyoncu et al., 2022) Benzer biçimde geniş örneklemliler başka bir araştırmada, süpernümerer dişler arasında en yüksek sıklığa sahip tipin meziodens olduğu ve 523 hastada saptandığı; bu sayının süpernümerer diş bulunan olguların %86,30'unu oluşturduğu ifade edilmiştir.(Zhao et al., 2021) Bu veriler, meziodensin hem

çocuk hem de genel popülasyon çalışmalarında en yaygın tip olarak öne çıktığını ve tipolojik sınıflandırmada merkezi bir konuma sahip olduğunu göstermektedir.

2.6. Sürme ve Konumlanma Durumu

Süpernümerer dişlerin sürme durumuna ilişkin veriler, bu dişlerin büyük çoğunluğunun çene kemiği içerisinde gömülü kaldığını ve klinik muayenede doğrudan gözlenemediğini ortaya koymaktadır. Bir çalışmada saptanan süpernümerer dişlerin %76,5'inin kemik içerisinde gömülü olduğu, %23,5'inin ise ağız ortamına sürmüş olduğu bildirilmiştir.(Karaca & Çapan, 2022) Bu bulgular, süpernümerer dişlerin önemli bir kısmının ancak radyografik incelemelerle tespit edilebildiğini göstermektedir. Meziyodens olgularına odaklanan bir değerlendirmede ise incelenen 12 vakadan yalnızca ikisinin gömülü olduğu belirlenmiş olup, bu sonuç ilgili örneklem grubunda sürmüş diş oranının daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Lakin araştırmanın diğer araştırmalar ile çelişkili sonuç vermesinin örneklem büyüklüğünün az olmasından kaynaklı olabilir.(Daldal et al., 2023)

Daha geniş kapsamlı bir araştırmada 625 olguda toplam 877 meziyodens tespit edilmiş; bunların %88,4'ünün gömülü, %11,6'sının ise sürmüş olduğu rapor edilmiştir.(Kong et al., 2022) Bu veriler, özellikle meziyodens tipinde gömülü kalma eğiliminin oldukça belirgin olduğunu göstermektedir. Mandibulada süpernümerer diş bulunan 22 hastayı içeren retrospektif bir çalışmada da dişlerin %96,77'sinin gömülü konumda olduğu bildirilmiş; ayrıca bu dişlerin %51,67'sinin mental sinir kanalına yakın yerleşim gösterdiği ifade edilmiştir.(Hou et al., 2024) Bu durum, mandibular lokalizasyonlarda cerrahi planlamanın nörovasküler yapılar açısından daha dikkatli yapılması gerektiğini düşündürmektedir.

Sürme durumunun cinsiyete göre değişkenlik gösterebildiği ve erkeklerde sürmemiş süpernumerer diş oranının kadınlara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Morfolojik değerlendirmelerde ise sürmüş dişlerin çoğunlukla konik yapıda olduğu; gömülü dişlerin ise hem konik hem de nodüler morfoloji sergileyebildiği bildirilmiştir.(Liu, 2023) Bu bulgular, sürme durumunun yalnızca lokalizasyonla değil, aynı zamanda morfolojik özelliklerle de ilişkili olabileceğini göstermektedir.

2.7. Sayısal Dağılım Özellikleri

Süpernumerer dişlerin sayısal dağılımı değerlendirildiğinde, olguların büyük çoğunluğunda tek diş varlığının baskın olduğu ve multiple süpernumerer dişlerin daha düşük oranlarda görüldüğü bildirilmektedir. Bir çalışmada çocukların %66'sında yalnızca bir adet gömülü süpernumerer diş saptanırken, %34'ünde iki veya daha fazla sayıda diş bulunduğu rapor edilmiştir.(Akgöl & Akbulut, 2022) Benzer şekilde başka bir çalışmada olguların %76,4'ünde tek, %21,6'sında iki ve %2'sinde üç süpernumerer diş tespit edilmiştir.(Karaca & Çapan, 2022) Bu bulgular, süpernumerer dişlerin genellikle izole bir anomali şeklinde ortaya çıktığını, ancak belirli bir hasta grubunda multiple formda da görülebileceğini göstermektedir.

Geniş örneklemliler bir incelemede hastaların %63,66'sında tek süpernumerer diş bulunurken, %36,34'ünde birden fazla diş varlığı bildirilmiştir. (Ma et al., 2021) Bu oranlar, tek diş prevalansının daha yüksek olmakla birlikte, multiple süpernumerer dişlerin de klinik açıdan göz ardı edilemeyecek sıklıkta olduğunu ortaya koymaktadır. 1897 çocuğu kapsayan bir çalışmada ise süpernumerer diş prevalansı %0,5 olarak belirlenmiş; olguların %88,9'unda tek diş bulunduğu ve bu dişlerin %77,8'inin ön bölgede yer aldığı rapor edilmiştir.(Bakurji et al., 2021) Bu sonuçlar, tek süpernumerer

dişlerin özellikle anterior bölgede yoğunlaştığını desteklemektedir.

Meziodens özelinde yapılan değerlendirmede 625 hastanın %59,4'ünde bir adet, %40,3'ünde iki adet meziodens saptanmış; iki dişle sahip hastaların %16,3'ünde dişlerden birinin sürmüş, diğerinin ise gömülü kaldığı belirtilmiştir. Yalnızca %0,3 oranında üç veya daha fazla sayıda meziodens görüldüğü bildirilmiş olup, bu durum çoklu meziodens varlığının oldukça nadir olduğunu göstermektedir.(Kong et al., 2022) Bu veriler, süpernümerer dişlerin sayısal dağılımında tekli formların baskın olmakla birlikte, özellikle meziodens tipinde çiftli olguların da klinik açıdan dikkate değer bir orana sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

3. SÜPERNÜMERER DİŞLERDE TEŞHİS VE TEDAVİ

Dental anomaliler çoğunlukla erken çocukluk döneminde klinik olarak belirgin hâle gelmekte olup, bu anomalilerin doğru zamanda teşhis edilmesi ve uygun şekilde yönetilmesi diş hekimlerinin temel sorumluluk alanlarından birini oluşturmaktadır.(Mallya & Lam, 2018) Dental anomalilerin erken dönemde saptanması; doğru tedavi planlamasının yapılabilmesi, çene fonksiyonlarının korunması, ileride gelişebilecek ortodontik problemlerin önlenmesi ile estetik ve psikolojik açıdan oluşabilecek olumsuzlukların minimize edilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, birçok dental anomalinin asemptomatik seyretmesi nedeniyle yalnızca klinik bulgulara dayanarak tanı koymak her zaman mümkün olmayabilir; bu nedenle ayrıntılı klinik muayene ile birlikte panoramik radyografik incelemeler doğru teşhis açısından kritik rol oynamaktadır.(Uslu, Akcam, Evirgen, & Cebeci, 2009; Uzamış, Taner, Kansu, & Alpar, 2001)

Gömülü ve süpernümerer dişlerin üç boyutlu konumunun doğru şekilde belirlenmesi ve daha az invaziv cerrahi müdahaleye olanak sağlayacak uygun tedavi stratejilerinin planlanabilmesi açısından konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri önemli avantajlar sunmaktadır.(Nematolahi, Abadi, Mohammadzade, & Ghadim, 2013) Çocuk diş hekimliğinde KIBT kullanımı; süpernümerer ve gömülü dişlerin konumunun ayrıntılı olarak değerlendirilmesi, süpernümerer dişin morfolojik kesitinin incelenmesi, komşu daimi dişlerde oluşabilecek lokal anormalliklerin ve kök rezorpsiyonunun üç boyutlu olarak analiz edilmesi açısından kapsamlı bilgi sağlamaktadır.(Akay, Yıldızker Keriş, & Güngör, 2019)

Süpernümerer dişlerin çekim zamanlaması olguya özgü olarak değerlendirilmelidir. Ortodontik diş hareketini engelleme olasılığı düşük olan ve herhangi bir patolojik bulgu göstermeyen vakalarda çekim işlemleri ertelenebilir. Bununla birlikte, gelişmekte olan diş köklerine yakın konumlanan süpernümerer dişlerin komşu dişlere zarar verme riskini azaltmak amacıyla, kök gelişiminin tamamlanmasının ardından cerrahi olarak uzaklaştırılması önerilmektedir. Yer darlığına neden olması, komşu dişlerde yer değiştirmeye yol açması ya da ortodontik tedaviyi güçleştirmesi gibi durumlarda ise çekim genellikle endikedir. Özellikle aksesuar lateral kesici dişlerin erken dönemde çekilmesi, spontan düzelmeye ve ark formunun daha uygun hizalanmasına katkı sağlayabilmektedir.(Egipsy, Koya, Umar, Shetty, & Shetty, 2024)

Buna karşın, herhangi bir patolojiye, sürme bozukluğuna ya da komşu dişlerde yapısal hasara yol açmayan olgularda yalnızca düzenli klinik ve radyografik takip yeterli bir yaklaşım olabilir(Bhagol & Sikka, 2021; Scully et al., 2020). Süpernümerer dişler ağız ortamına sürmüş şekilde gözlenebileceği gibi, çene kemikleri içerisinde uzun süre gömülü olarak da kalabilmektedir.(Scully et al., 2020) Bu nedenle çekim

zamanlaması; ortodontist ve ağız, diş ve çene cerrahının multidisipliner değerlendirmesi sonucunda planlanmalıdır.

Mesiodens için literatürde iki farklı çekim zamanı tanımlanmaktadır: kalıcı kesici dişlerin kök gelişimi tamamlanmadan gerçekleştirilen erken müdahale ve kök gelişimi tamamlandıktan sonra uygulanan geç müdahale.(Rana & Ohri, 2018) Kalıcı kesici dişlerin spontan sürmesini desteklemek ve doğru konumlanmasını kolaylaştırmak amacıyla erken çekim önerilmekte; bu yaklaşımın ileride gereksinim duyulabilecek ortodontik tedavi süresini ve kapsamını azaltabileceği bildirilmektedir.(Rodrigues, Vargas, Dias, & Nobre, 2016; Silva, Cosme-Silva, Araújo, Costa, & Sakai, 2018) Mesiodens tanısının 10 yaş sonrasında konulması durumunda ise daha kompleks cerrahi ve ortodontik girişimlerin gerekebileceği ifade edilmektedir.(Scully et al., 2020)

4. SÜPERNÜMERER DİŞLERDE KOMPLİKASYONLAR

Süpernümerer dişler çoğunlukla rutin panoramik radyografiler sırasında tesadüfen ve genellikle asemptomatik olarak karşımıza çıkar.(Subasioglu et al., 2015; Zhao et al., 2021) Bununla birlikte, mevcut veriler bu dişlerin yalnızca rastlantısal radyografik bulgular olarak değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Gömülü kalma, malpozisyon, komşu dişlerde rezorpsiyon ve çapraşıklık, diastema, dilasasyon ile kistik veya tümöral oluşumlar gibi patolojilerle ilişkili olabilmeleri, erken tanı ve uygun tedavi planlamasının önemini ortaya koymaktadır.(Park et al., 2020; Syriac et al., 2017) Ayrıca yarı gömülü ya da sürmüş süpernümerer dişlerin subakut perikoronitis, gingival inflamasyon, periodontal apse, plak retansiyonu ve erişimi zor bölgelerde çürük gelişimi ile ilişkili

olabilmektedir.(Parolia, Kundabala, Dahal, Mohan, & Thomas, 2011)

Çalışmalar , süpernümerer diş olgularının %54,68'inde en az bir dental komplikasyonun eşlik etmesi, bu anomalilerin çoğu zaman asemptomatik seyretmesine rağmen klinik sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. En sık karşılaşılan komplikasyonun orta hat diasteması (%24,38) olması, özellikle estetik ve ortodontik açıdan erken dönemde değerlendirme gerekliliğine işaret etmektedir. Bunu komşu dişlerde yer değiştirme (%9,85) ve sürme gecikmesi (%7,64) izlemiş olup, söz konusu bulgular süpernümerer dişlerin komşu daimi dişlerin sürme yolunu ve konumunu etkileyebildiğini desteklemektedir. Daha nadir gözlenen kist oluşumu (%2,46) ve ektopik sürme vakaları nazal kaviteye komşu yerleşim (%5,67) ve yumuşak damağa doğru sürme (%0,49) ise, her ne kadar düşük oranlarda görülse de potansiyel olarak daha ciddi klinik sonuçlar doğurabilecek durumlar arasında değerlendirilmektedir. Nadir olmakla birlikte Süpernümerer dişlerin bir başka formu, posterior çene bölgesinde kortikal kemik genişlemesine yol açarak yüz asimetrisine neden olabilen kompleks odontomdur.(Reddy et al., 2014; Vengal, Arora, Ghosh, & Pai, 2007)

Süpernümerer dişlerde en fazla görülen tip olan Mezioidens varlığı, hem çocukluk hem de erişkin dönemde çeşitli dental komplikasyonlarla ilişkili olabilmektedir .Bildirilen komplikasyonlar arasında komşu dişlerde sürme gecikmesi veya ektopik sürme, dental sıkışıklık, diastema oluşumu, dişlerin aksenal rotasyonu, kök rezorpsiyonu, dentigeröz kist gelişimi ve daha nadir görülen diğer patolojiler yer almaktadır. Özellikle gömülü ya da ektopik konumda bulunan mezioidensler, komşu kalıcı dişlerin fizyolojik sürme sürecini bozarak ortodontik problemlere zemin hazırlayabilmektedir.(Watted et al., 2025) Mezioidensin konumsal özellikleri ve sürme yönü, kalıcı maksiller santral kesici dişlerde ortaya çıkan komplikasyonların

türü ve sıklığı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Yapılan değerlendirmelerde, meziodensin yönelimine bağlı olarak sürme bozukluğu ve komşu dişlerde yer değiştirme oranlarının farklılık gösterdiği saptanmıştır. Özellikle ters konumda bulunan meziodenslerde sürme bozukluğunun daha düşük oranlarda gözlenmesi dikkat çekicidir. Bu durum, ters konumlu dişin komşu kalıcı dişlerin fizyolojik sürme yönünün tersine doğru ilerlemesi ve bu nedenle sürme yolunu doğrudan engelleme olasılığının azalması ile açıklanabilir. Benzer şekilde, yatay konumlanmış meziodenslerin de komşu kesici dişlerde yer değiştirmeye daha az neden olduğu görülmüştür. Buna karşılık, meziodensin komşu kalıcı kesici dişlerin sürme yoluna yakın lokalizasyon göstermesi durumunda sürme bozukluklarının daha sık ortaya çıktığı bildirilmektedir. Özellikle kalıcı kesici dişlerin kök apeksleri arasında konumlanan meziodenslerde yer değiştirme riskinin arttığı ifade edilmektedir. Bunun temel nedeni, kalıcı dişlerin sürme sürecinde en az direnç gösteren yolu tercih etme eğiliminde olmalarıdır. Apeksler arasında yer alan bir meziodens, bu fizyolojik sürme yolunu değiştirerek komşu dişlerde deviasyon ve malpozisyona yol açabilmektedir.(Shapira & Kuftinec, 2003)Bu bulgular, meziodensin yalnızca morfolojik tipinin değil, aynı zamanda üç boyutlu konumunun ve sürme yönünün de tedavi planlamasında dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Nitekim yapılan retrospektif analizlerde süpernümerer diş olgularının yaklaşık %10'unda erüpsiyona uğramış veya gömülü meziodens varlığında dişler arası boşluk saptanmıştır.(Loh & Yeo, 1993)

Gecikmiş veya başarısız sürme, premaksiller bölgede süpernümerer dişin en yaygın nedenlerinden biridir.(Grimanis et al., 1991a) Tuberkülat tip süpernümerer dişler, kalıcı maksiller kesici dişlerin sürme sürecini engelleyebilir veya geciktirebilir.(Azzaldeen, Watted, Mai, Borbély, & Abu-Hussein, 2017; Ghoddusi, Zarei, & Jafarzadeh, 2006) Süpernümerer dişler,

farklı lokalizasyonlarda da komşu dişlerin sürmesini olumsuz etkileyebilir.(Proffit, Fields, & Sarver, 2000) Komşu dişlerin kronlarının yer değiştirmesi sık görülen bir durumdur; bu değişiklik hafif rotasyondan tam deplasmana kadar çeşitlilik gösterebilir.(Abu-Hussein, Watted, Yehia, Proff, & Iraqi, 2015; Leyland, Batra, Wong, & Llewelyn, 2006) Süpernümerer dişler, bazı olgularda ciddi derecede rotasyona uğramış kesici dişlere ve bazen sürmemiş dişlere yol açabilir. Süpernümerer dişin erken çıkarılması ile spontan düzelme ve doğru hizalanma sağlanabilir.(Nunes, Moraes, Novaes, & Sousa, 2002) Süpernümerer dişin varlığı dişlerde sıkışıklık da oluşturabilir; erüpsiyona uğramış veya gömülü suplementer süpernümerer dişler genellikle bu durumun başlıca nedeni olarak görülür. (Nunes et al., 2002; Schulze, 1970) Komşu dişlerde kök rezorpsiyonu meydana gelebilir ve bu durum bazen dişin canlılığının kaybına yol açabilir.(Leyland et al., 2006) Yarık dudak ve damaklı hastalarda, alveolar kemik greft uygulaması sırasında süpernümerer dişlerin varlığı greft başarısını etkileyebilir. Gömülü süpernümerer dişler, genellikle kemik grefti sırasında çıkarılmaktadır.(Proffit et al., 2000; Schuurs, 2012) Benzer şekilde, potansiyel implant alanında gömülü süpernümerer dişlerin bulunması implant yerleştirilmesini zorlaştırabilir. Ektopik sürme nadiren görülse de özellikle burun boşluğunda raporlanmıştır. Klinik olarak, burun bölgesinde beyaz bir kitle olarak gözlemlenebilir ve radyografide diş benzeri bir opasite şeklinde görünür.(Solares, 1990; Witsenburg & Boering, 1981) Erken yaşta anterior konik veya tuberkülat tipi süpernümerer dişleri olan çocuklarda, ileri yaşlarda tek veya birden fazla süpernümerer premolar gelişme olasılığı %24'tür.(Garvey, Barry, & Blake, 1999; Grimanis, Kyriakides, & Spyropoulos, 1991b) Kök anomalileri de süpernümerer dişlerle ilişkili olabilir. Dilaserasyon, dişin kron veya kök kısmında keskin bükülmelerle kendini gösteren bir gelişimsel anomali olup, nadir durumlarda dişin canlılığının kaybına yol

açabilir.(Proffit et al., 2000; Schulze, 1970) Kistik oluşumlar, süpernümerer dişlerin bir başka komplikasyonudur. Olguların %11'inde dentigeröz kist en sık görülen tip olarak rapor edilmiştir.(Solares, 1990; Witsenburg & Boering, 1981)

5. SONUÇ

Süpernümerer dişler, özellikle meziodensler, klinik pratiğinde sık karşılaşılan gelişimsel dental anomaliler arasında yer almakta ve sürme bozuklukları, malpozisyon, çapraşıklık, kök rezorpsiyonu ve kistik oluşumlar gibi çeşitli komplikasyonlara yol açabilmektedir. Prevalans ve lokalizasyon açısından populasyonlar arasında farklılıklar görülmekle birlikte, maksiller anterior bölge en sık etkilenen alandır.

KIBT, süpernümerer dişlerin konumu, morfolojisi ve komşu anatomik yapılarla ilişkisini üç boyutlu olarak değerlendirme imkânı sunarak tanısal doğruluğu artırmakta ve tedavi planlamasına önemli katkı sağlamaktadır. Özellikle gömülü ve atipik konumlu dişlerde cerrahi ve ortodontik yaklaşımların belirlenmesinde kritik rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, erken tanı, doğru radyolojik değerlendirme ve multidisipliner yaklaşım, süpernümerer dişlerin yönetiminde başarıyı belirleyen temel unsurlardır ve güncel görüntüleme teknolojilerinin bilinçli kullanımı klinik sonuçların iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır.

KAYNAKÇA

- Abu-Hussein, M., Watted, N., Yehia, M., Proff, P., & Iraqi, F. (2015). Clinical genetic basis of tooth agenesis. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 14(12), 68-77.
- Akay, G., Yıldizer Keriş, E., & Güngör, K. (2019). Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi ile Gömülü Dişlerin Değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri Oral Maxillofac Radiol-Spec Topics*, 5(1), 145-150.
- Akgöl, B. B., & Akbulut, A. (2022). Bir Diş Hekimliği Fakültesinde Pedodonti Kliniğine Başvuran Hastalarda Gömülü Süpernumerer Dişlerin Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi ile Retrospektif Olarak İncelenmesi. *Selcuk Dental Journal*, 9(3), 817-824.
- Alaejos, C., Contreras, M., Buenechea, R., Berini, L., & Gay, C. (2000). Mesiodens: a retrospective study of 44 patients. *Medicina Oral: Organo Oficial de la Sociedad Espanola de Medicina Oral y de la Academia Iberoamericana de Patologia y Medicina Bucal*, 5(2), 81-88.
- Azzaldeen, A., Watted, N., Mai, A., Borbély, P., & Abu-Hussein, M. (2017). Tooth agenesis: aetiological factors. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 16(1), 75-85.
- Baglar, S. (2011). Süpernumerer Dişlerin Bilgisayarli Tomografi ile Değerlendirilmesi: Vaka Raporu. *Cumhuriyet Dental Journal*, 13(2), 67-71.
- Bakhurji, E. A., Aldossary, F., Aljarbo, J., AlMuhammadi, F., Alghamdi, M., & Nazir, M. A. (2021). Prevalence and distribution of nonsyndromic dental anomalies in children in eastern Saudi Arabia: A radiographic study. *The Scientific World Journal*, 2021(1), Article 9914670. doi:10.1155/2021/9914670

- Bhagol, A., & Sikka, N. (2021). Prevalence and Characteristics of Mesiodens among 4–12-year-old Children of North Indian Subpopulation. *Journal of South Asian Association of Pediatric Dentistry*, 3(2), 70-74.
- Daldal, M., Baybars, S. C., & Ok, E. (2023). Elazığ İlinde Bulunan Çocuklarda Dental Anomali Görülme Prevalansı. *Dicle Dental Journal*, 24(3), 79-83.
- Egipsy, K. C. T. M., Koya, S., Umar, D., Shetty, S., & Shetty, S. (2024). Dental developmental anomalies and their management: an orthodontic perspective. *International Journal of Medical and Oral Research*, 9(1), 18-22.
- Garvey, M. T., Barry, H. J., & Blake, M. (1999). Supernumerary teeth-an overview of classification, diagnosis and management. *Journal-Canadian Dental Association*, 65(11), 612-616.
- Ghoddusi, J., Zarei, M., & Jafarzadeh, H. (2006). Endodontic treatment of a supernumerary tooth fused to a mandibular second molar: a case report. *Journal of oral science*, 48(1), 39-41.
- Goksel, S., Agirgol, E., Karabas, H. C., & Ozcan, I. (2018). Evaluation of prevalence and positions of mesiodens using cone-beam computed tomography. *Journal of oral & maxillofacial research*, 9(4), e1.
- Grimanis, G., Kyriakides, A., & Spyropoulos, N. (1991a). A survey on supernumerary molars. *Quintessence international*, 22(12), 989-995.
- Grimanis, G., Kyriakides, A., & Spyropoulos, N. (1991b). A survey on supernumerary molars. *Quintessence international*, 22(12).
- Hou, L., Acharya, K., Ghimire, B., Kasula, D., Haque, I. B., Lamichhane, N. S., . . . Hu, X. Y. (2024). Clinical and

imaging analysis of 22 cases of supernumerary teeth in the mandibular region. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 125(4), 101525. doi:10.1016/j.jormas.2023.101525

Jafarov, J., Aykaç, Y., Yeğinoğlu, S., Tezel, Ö., & Akkaya, M. M. (2024). The Relationship Between the Amount of Peri-implant Keratinized Mucosa and Patient Satisfaction. *Selcuk Dental Journal*, 11(2), 120-127.

Jiang, Y., Ma, X., Wu, Y., Li, J., Li, Z., Wang, Y., . . . Wang, D. (2020). Epidemiological, clinical, and 3-dimensional CBCT radiographic characterizations of supernumerary teeth in a non-syndromic adult population: a single-institutional study from 60,104 Chinese subjects. *Clinical Oral Investigations*, 24(12), 4271-4281.

Kalyoncu, I. Ö., Karaca, B. D., Öztürk, A. Ü., Giray, F. E., & Yalçınkaya, Ş. E. (2022). Tooth Number Anomalies and Ectopic Eruption in a Group of Pediatric Dental Patients. *European Journal of Research in Dentistry*, 6(2), 80-86.

Kaplan, C., Ataş, C., & Karabulut, B. (2024). 4-12 Yaş Arası Çocukların Panoramik Radyografilerinde Görülen Dental Anomaliler Ve Patolojik Lezyonlar: Bir Retrospektif Çalışma. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 12(1), 249-263.

Karaca, S., & Çapan, B. Ş. (2022). Erzincan bölgesinde çocuk hastalarda süpernümerer dişlerin yaygınlığının ve özelliklerinin araştırılması. *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(1), 29-36.

Khandelwal, P., Rai, A. B., Bulgannawar, B., Hajira, N., Masih, A., & Jyani, A. (2018). Prevalence, characteristics, and morphology of supernumerary teeth among patients

- visiting a dental institution in Rajasthan. *Contemporary clinical dentistry*, 9(3), 349-356.
- Kong, J., Peng, Z., Zhong, T., Shu, H., Wang, J., Kuang, Y., & Ding, G. (2022). Clinical analysis of approach selection of extraction of maxillary embedded mesiodens in children. *Disease markers*, 2022(1), 6517024. doi:10.1155/2022/6517024
- Lasota, A., Siebieszuk, W., Pastuszak, P., & Mostowska, A. (2022). The prevalence and morphology of supernumerary teeth in children with nonsyndromic cleft lip and palate. *The Cleft Palate Craniofacial Journal*, 59(7), 867-872.
- Leco Berrocal, M., Martín Morales, J. F., & Martínez González, J. M. (2007). An observational study of the frequency of supernumerary teeth in a population of 2000 patients. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet)*, 12(2), 134-138.
- Leyland, L., Batra, P., Wong, F., & Llewelyn, R. (2006). A retrospective evaluation of the eruption of impacted permanent incisors after extraction of supernumerary teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 30(3), 225-232.
- Liu, X., Ren, Q., Bai, J., Kang, P., Ren, G., Li, X., & Feng, X. (2023). Imaging characteristics of 1,138 supernumerary teeth based on cone-beam computed tomography. *West China Journal of Stomatology*, 41(6), 675-681.
- Loh, F.-C., & Yeo, J.-F. (1993). Paramolar with bifid crown. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 76(2), 257-258.
- Ma, X., Jiang, Y., Ge, H., Yao, Y., Wang, Y., Mei, Y., & Wang, D. (2021). Epidemiological, clinical, radiographic

characterization of non-syndromic supernumerary teeth in Chinese children and adolescents. *Oral diseases*, 27(4), 981-992.

- Mallya, S., & Lam, E. (2018). *White and Pharoah's oral radiology: principles and interpretation*: Elsevier Health Sciences.
- Nematollahi, H., Abadi, H., Mohammadzade, Z., & Ghadim, M. S. (2013). The use of cone beam computed tomography (CBCT) to determine supernumerary and impacted teeth position in pediatric patients: A case report. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 7(1), 47.
- Nunes, E., Moraes, I. G. d., Novaes, P. M. d. O., & Sousa, S. M. G. d. (2002). Bilateral fusion of mandibular second molars with supernumerary teeth: case report. *Brazilian Dental Journal*, 13, 137-141.
- Park, S.-Y., Jang, H.-J., Hwang, D.-S., Kim, Y.-D., Shin, S.-H., Kim, U.-K., & Lee, J.-Y. (2020). Complications associated with specific characteristics of supernumerary teeth. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 130(2), 150-155.
- Parolia, A., Kundabala, M., Dahal, M., Mohan, M., & Thomas, M. S. (2011). Management of supernumerary teeth. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 14(3), 221-224.
- Pippi, R. (2014). Odontomas and supernumerary teeth: is there a common origin? *International Journal of Medical Sciences*, 11(12), 1282.
- Prasada Ravo, P., & Chidzonga, M. (2001). Supernumerary teeth: literature review.
- Proffit, W. R., Fields, H., & Sarver, D. (2000). *Contemporary Orthodontics*, St. Louis: Mosby, 142.

- Rana, S. S., & Ohri, N. (2018). Double mesiodens in mixed dentition period: Report of 3 cases. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 9(3), 125-129.
- Reddy, G. S. P., Reddy, G., Sidhartha, B., Sriharsha, K., Koshy, J., & Sultana, R. (2014). Large complex odontoma of mandible in a young boy: a rare and unusual case report. *Case reports in dentistry*, 2014(1), 854986. doi:10.1155/2014/854986
- Rodrigues, A., Vargas, I. A., Dias, C., & Nobre, D. (2016). Multidisciplinary Treatment of Impacted Maxillary Central Incisors: Literature Review and Case Report. *International Journal of Orthodontics (Milwaukee, Wis.)*, 27(4), 15-18.
- Sari, İ., & Yıldırım, A. A. (2021). Eski toplumlarda diş anomalileri: Kayalıpınar örneği. *Anthropology*(41), 99-107.
- Schulze, C. (1970). *Developmental anomalies of the teeth and jaw*. St. Louis: Mosby Elsevierhttps://books.google.
- Schuurs, A. (2012). *Pathology of the hard dental tissues*: John Wiley & Sons.
- Scully, A., Zhang, H., Kim-Berman, H., Benavides, E., Hardy, N. C., & Hu, J. C. (2020). Management of two cases of supernumerary teeth. *Pediatric dentistry*, 42(1), 58-61.
- Seehra, J., Mortaja, K., Wazwaz, F., Papageorgiou, S. N., Newton, J. T., & Cobourne, M. T. (2023). Interventions to facilitate the successful eruption of impacted maxillary incisor teeth due to the presence of a supernumerary: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 163(5), 594-608.

- Shapira, Y., & Kuftinec, M. M. (2003). Intrabony migration of impacted teeth. *The Angle orthodontist*, 73(6), 738-743.
- Shen, Z., Wei, J., Zhang, J., Zhang, Y., & Yao, J. (2025). The prevalence of dental agenesis, supernumerary teeth and odontoma in a Chinese paediatric population: an epidemiological study. *BMC Oral Health*, 25(1), 458.
- Silva, P. C. S., Cosme-Silva, L., Araújo, L. B., Costa, E. S. L., & Sakai, V. T. (2018). Multidisciplinary management of an impacted maxillary central incisor associated with supernumerary teeth: a case report. *General Dentistry*, 66(4), 46-50.
- Solares, R. (1990). The complications of late diagnosis of anterior supernumerary teeth: case report. *ASDC journal of dentistry for children*, 57(3), 209-211.
- Subasioglu, A., Savas, S., Kucukyilmaz, E., Kesim, S., Yagci, A., & Dundar, M. (2015). Genetic background of supernumerary teeth. *European journal of dentistry*, 9(01), 153-158.
- Syriac, G., Joseph, E., Rupesh, S., Philip, J., Cherian, S. A., & Mathew, J. (2017). Prevalence, characteristics, and complications of supernumerary teeth in nonsyndromic pediatric population of South India: A clinical and radiographic study. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 9(Suppl 1), S231.
- Tatlı, U., Evlice, B., Damlar, İ., Arslanoğlu, Z., & Altan, A. (2014). Çukurova bölgesinin süpernumerer diş karakteristikleri: çok merkezli retrospektif bir çalışma. *Acta Odontologica Turcica*, 31(2), 84-88.
- Tsuji, M., Suzuki, H., Suzuki, S., & Moriyama, K. (2020). Three-dimensional evaluation of morphology and position of

- impacted supernumerary teeth in cases of cleidocranial dysplasia. *Congenital anomalies*, 60(4), 106-114.
- Uslu, O., Akcam, M. O., Evirgen, S., & Cebeci, I. (2009). Prevalence of dental anomalies in various malocclusions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(3), 328-335.
- Uzamiş, M., Taner, T., Kansu, Ö., & Alpar, R. (2001). Evaluation of dental anomalies in 6-13 year old Turkish children: a panoramic survey. *J Marmara Un Dent Fac*, 4, 254-259.
- Vengal, M., Arora, H., Ghosh, S., & Pai, K. M. (2007). Large erupting complex odontoma: a case report. *Journal of the Canadian Dental Association*, 73(2).
- Watted, N., Watted, A., Proff, P., Borbély, P., Ghoul, R., Abu Shilbayih, H., . . . Abu-Hussein, M. (2025). Prevalence, Etiology, Diagnosis, Treatment and Complications of Supernumerary Teeth in The Pediatric Clinic. *Journal of Neonatal Surgery*, 14(22s).
- Witsenburg, B., & Boering, G. (1981). Eruption of impacted permanent upper incisors after removal of supernumerary teeth. *International journal of oral surgery*, 10(6), 423-431.
- Yıldız Keriş, E., & Özütürk, Ö. (2016). Bir grup Türk populasyonunda meziodenslerin insidansı, özellikleri ve komplikasyonlarının konik ışınli bilgisayarli tomografi ile incelenmesi. *Ortadogu Medical Journal/Ortadogu Tip Dergisi*, 8(3), 129–134.
- Zhao, L., Liu, S., Zhang, R., Yang, R., Zhang, K., & Xie, X. (2021). Analysis of the distribution of supernumerary teeth and the characteristics of mesiodens in Bengbu, China: a retrospective study. *Oral radiology*, 37(2), 218-223.

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE DIŞ MACUNLARI: TEMEL BİLEŞENLER, TERAPÖTİK ETKİNLİK VE GÜVENLİK

Rana BİLİCİ KÖSE¹

Bahar Melis AKYILDIZ²

1. GİRİŞ

Diş çürüğü çocukluk çağında karşılaşılan en yaygın kronik hastalıklardan biridir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2022 yılında yayımladığı Küresel Ağız Sağlığı Durum Raporu, dünya genelinde yaklaşık 3,5 milyar kişinin ağız hastalıklarından etkilendiğini ortaya koymuş; süt dişi çürüğünün küresel prevalansının %43'e ulaştığını bildirmiştir (World Health Organization, 2022).

Çocuklarda diş çürüğünün önlenmesinde mekanik plak kontrolüne ek olarak kimyasal koruma sağlayan diş macunlarının düzenli kullanımı, temel koruyucu yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Çil & Bozkurt, 2020). Florlu diş macunlarının çürük önleyici etkinliği onlarca yıldır kanıtlanmış olmakla birlikte, son yıllarda piyasaya sürülen nano-hidroksiapatit, kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) ve biyoaktif cam gibi flor dışı remineralize edici ajanlar çocuk hastalarda alternatif ya da tamamlayıcı seçenekler olarak dikkat çekmektedir (T. Li et al., 2026; Meyer et al., 2022; Sitthisetpong et al., 2012)

¹ Çocuk Diş Hekimi, Bağımsız Araştırmacı, ORCID: 0000-0003-0196-2001.

² Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0001-9714-7321.

Bununla birlikte, çocuklarda diş macunu kullanımı yalnızca etkinlik açısından değil, güvenlik boyutuyla da ele alınmak zorundadır. Florozis riski, sodyum lauril sülfat (SLS) ve triklosan gibi bileşenlerin toksik potansiyeli ile nano boyutlu partiküllerin biyogüvenliği hem klinisyenlerin hem de ebeveynlerin dikkat etmesi gereken konular arasındadır (Meşeli et al., 2020).

Bu bölümde, çocuklarda kullanılan diş macunlarının terapötik bileşenleri güncel kanıtlar ışığında ele alınmakta; flor başta olmak üzere alternatif remineralize edici ve antibakteriyel ajanlar, hassasiyet giderici bileşenler ve toksisite profilleri değerlendirilmektedir.

2. DİŞ MACUNLARININ TEMEL BİLEŞENLERİ

Diş macunları tüm plak önleyici ajanlar arasında en yaygın kullanılan ve ulaşılması en kolay ağız bakım ürünlerinden biridir. Piyasada toz, macun ve jel formlarında bulunabilen diş macunlarının içeriği üretici firmaya göre farklılık göstermekle birlikte; genel olarak aşındırıcılar, nemlendiriciler, yüzey aktif ajanlar, tatlandırıcılar, renklendiriciler, koruyucular, bağlayıcılar, su ve terapötik ajanlardan oluşmaktadır. (Çelik, 2020; Çil & Bozkurt, 2020; Davies et al., 2010)

2.1. Aşındırıcılar

Aşındırıcılar, diş yüzeyindeki plağın uzaklaştırılmasını ve dışsal renklenmelerin giderilmesini sağlayan bileşenlerdir. Diş macunlarında tercih edilen aşındırıcıların suda çözünmemesi, toksik olmaması ve beyaz renkte olması beklenmektedir. Bu amaçla kalsiyum karbonat, silika, dikalsiyum fosfat ve alüminyum oksit yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bir diş macununun aşındırıcılığı genellikle bağlı dentin aşındırıcılığı (Relative Dentin Abrasivity, RDA) ve bağlı mine

aşındırıcılığı (Relative Enamel Abrasivity, REA) ile değerlendirilmekte, yetişkinler için 250'nin altındaki RDA ve 40'ın altındaki REA değerleri günlük kullanım açısından güvenli kabul edilmemektedir. Bununla birlikte çocuklar için spesifik bir üst sınır tanımlanmamıştır (Stovell et al., 2013; Yılmaz et al., 2021). Süt dişlerinin yapısal özellikleri ve çocukların çay, kahve gibi renklenmeye yatkınlık oluşturan içecekleri daha az tüketmesi göz önüne alındığında, çocuk diş macunlarında aşındırıcı seçimi konusunda daha konservatif davranılması önerilir (Gündoğan & PEKER, 2020; Yılmaz et al., 2021). Yüksek aşındırıcılı diş macunlarının, çocuklarda ancak Nasmyth zarı veya kromojenik bakteri kaynaklı belirgin renklenmelerde kısa süreli kullanım için değerlendirilmesi önerilmiştir (Gündoğan & PEKER, 2020).

2.2. Nemlendiriciler

Nemlendiriciler, diş macununun nem kaybını ve sertleşmesini önleyerek kıvam ve yoğunluğunu koruyan bileşenlerdir. Bu amaçla en sık gliserin, sorbitol, propilen glikol ve mannitol kullanılmaktadır (Çelik, 2020).

2.3. Yüzey Aktif Ajanlar

Yüzey aktif ajanlar, yüzey gerilimini düşürerek diş macununun diş yüzeyine yayılmasını kolaylaştıran ve köpürmeyi sağlayan bileşenlerdir. Bu grupta en yaygın kullanılan ajan SLS olup nötral pH'da aktif olması, düşük maliyeti ve diğer bileşenlerle uyumluluğu nedeniyle tercih edilmektedir. SLS'ye ek olarak sodyum lauril sarkosinat, kokamidopropil betain ve polietilen glikol de diş macunlarında yüzey aktif ajan olarak kullanılmaktadır (Çelik, 2020; Hitz Lindenmüller & Lambrecht, 2011; Stovell et al., 2013).

Diş macununda tipik olarak kullanılan yüzey aktif maddelerden biri olan kokamidopropil betainin diğer yüzey aktif maddelerle karşılaştırıldığında daha az miktarda köpük ürettiği

için küçük çocuklar için tasarlanmış bir formülasyonda kullanım için en uygun ajan olduğu belirtilmiştir (Stovell et al., 2013).

2.4. Tatlandırıcılar

Diş macununa eklenen aroma ve tatlandırıcı tipi, çocuklarda yaşam boyu sürdürülebilir ağız bakımı alışkanlıklarının gelişimi açısından önem taşımaktadır. Çocukların farklı tatlara karşı duyarlılığı yetişkinlerden farklıdır; doğumdan itibaren tatlı tatlar tercih edilirken ekşi tatlar çoğunlukla reddedilmekte, tuzlu ve acı tatlara karşı ise kayıtsızlık gözlemlenmektedir. Bu nedenle çocuk diş macunları formüle edilirken aroma tipi, yoğunluğu ve tatlılık düzeyi göz önünde bulundurulmalıdır (Stovell et al., 2013).

Tatlandırıcı olarak sodyum sakarin, asesülfam-K ve sodyum siklamat gibi karyojenik mikroorganizmalar tarafından metabolize edilemeyen ajanlar tercih edilmektedir. Ksilitol ve sorbitol da hem tatlandırıcı hem çürük önleyici özellikleriyle diş macunlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Aroma verici olarak ise mentol, nane, anason ve okaliptüs en sık tercih edilen bileşenler arasındadır (Çelik, 2020).

Bununla birlikte, yapay tatlandırıcı, renklendirici ve aroma maddesi gibi terapötik etkisi bulunmayan bileşenlerin çocukların yutacağı macun miktarını artırabileceği göz önünde bulundurularak formülasyon seçiminde dikkatli olunması önerilmektedir (Gündoğan & PEKER, 2020).

2.5. Renklendirici ve Koruyucular

Koruyucular, diş macununun depolama sürecinde mikroorganizma üremesini engellemek amacıyla formülasyona eklenmektedir. Bu amaçla en yaygın sodyum benzoat, metil ve etil paraben kullanılmaktadır. Yüksek nemlendirici içeriğine sahip formülasyonlarda osmotik basınç mikrobiyal üremeyi

büyük ölçüde önlediğinden, günümüzde pek çok diş macunu koruyucu içermemektedir (Çelik, 2020; Lippert, 2013)

Renklendiriciler ise diş macununa beyaz, mavi veya yeşil gibi renkler kazandırmak amacıyla eklenmekte olup bu amaçla en sık titanyum dioksit kullanılmaktadır (Vranić et al., 2004).

2.6. Bağlayıcılar

Bağlayıcılar, diş macununun stabilitesini ve kıvamını koruyan, tüpten kolayca sıkılmasını ve diş fırçası üzerinde düzgün şekilde kalmasını sağlayan bileşenlerdir. Bu amaçla karragenan, sodyum karboksimetilselüloz, aljinat ve kolloidal silika yaygın olarak kullanılmaktadır (Çelik, 2020).

2.7. Su

Diş macunu formülasyonlarının ortalama %20-40'ını oluşturan su, inorganik aktif bileşenler ve özellikle flor için temel çözücü görevi üstlenmektedir. Aktif bileşenlerin stabilitesi ve biyoyararlanımı açısından artırılmış su kullanımı tercih edilmektedir (Lippert, 2013).

2.8. Terapötik Ajanlar

Diş macunlarının içeriğine koruyucu ve tedavi edici özellikler sağlamak amacıyla çeşitli aktif ajanlar eklenmektedir. Bunlar, çürük önleyici-remineralize edici ajanlar; plak oluşumunu önleyici-antibakteriyel ajanlar; hassasiyet giderici ajanlar ve beyazlatıcı ajanlar olarak sınıflandırılabilir (Çelik, 2020).

2.8.1. Çürük Önleyici- Remineralize Edici Ajanlar

Diş çürüğünün temel mekanizması olan demineralizasyon-remineralizasyon dengesini, remineralizasyon lehine çevirmek amacıyla diş macunlarına çeşitli çürük önleyici ve remineralize edici ajanlar eklenmektedir. Bu ajanlar arasında

flor, nano-hidroksiapatit, kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat, biyoaktif cam, ksilitol, arjinin ve kitosan sayılabilir.

2.8.1.1.Flor

Flor, diş çürüklerinin önlenmesinde etkinliği bilimsel olarak kanıtlanmış bir terapötik ajandır. Topikal olarak uygulanan florun remineralizasyonu artırıp demineralizasyonu inhibe ettiği, karyojenik bakterilerin asit üretimini baskıladığı ve hidroksiapatit yapısındaki OH⁻ gruplarının yerini alarak aside daha dirençli floroapatit kristalleri oluşturduğu bilinmektedir. Diş macunlarına eklenen en yaygın flor formları; sodyum florür ve sodyum monoflorofosfattır. Bunların dışında amin florür ve kalay florür formları da diş macunlarında kullanılmaktadır (Bulut et al., 2020; Dionysopoulos, 2014).

Flor konsantrasyonu, çürük önleyici etkinlik açısından belirleyici bir faktördür. Düşük florlu (<600 ppm) diş macunlarının standart ve yüksek konsantrasyonlu formülasyonlara göre daha az koruma sağladığı, 1000 ppm ve üzerindeki konsantrasyonların ise çocuk ve ergenlerde çürük önlemede etkili olduğu kanıtlanmıştır (Marinho et al., 2003; Walsh et al., 2019). Yüksek çürük riski taşıyan çocuklarda 1500 ppm üzerindeki formülasyonların çürük önleyici etkinliklerinin, daha düşük oranda flor içeren macunlara kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Pretty, 2016; Singh & Purohit, 2018).

Çocuklarda florlu diş macunu kullanımına ilişkin başlıca uluslararası kuruluşların önerileri büyük ölçüde örtüşmektedir. Türk Pedodonti Derneği, Avrupa Çocuk Diş Hekimleri Birliği (EAPD) ve Dünya Diş Hekimleri Federasyonu (FDI), çocuklarda 6. aydan itibaren 1000 ppm flor içerikli diş macunu kullanımını önermekte; 6 yaşından büyük, özellikle çürük riski yüksek çocuklar için ise 1450 ppm önerilmektedir (FDI World Dental Federation., 2019; Toumba et al., 2019a; Türk Pedodonti Derneği, 2019) Amerikan Çocuk Diş Hekimleri Akademisi

(AAPD) 2023 yılında güncellediği rehberinde, diş macunları için spesifik bir doz önerisinde bulunmamakla birlikte; 3 yaşından küçük çocuklar için pirinç tanesi büyüklüğünde, 3-6 yaş arası için bezelye büyüklüğünde florlu diş macunu kullanımını önermekte ve tüm çocuklar için günde iki kez fırçalamayı tavsiye etmektedir (American Academy of Pediatric Dentistry, 2023).

2.8.1.2. Trikalsiyum Fosfat

Trikalsiyum fosfat (TCP), hidroksiapatite benzer kararlı kristal yapısıyla diş macunlarına remineralize edici ajan olarak eklenmektedir. Nötral pH'da flor ile birleşerek kalsiyum florür oluşturması, remineralizasyon sürecini hızlandırmaktadır (Durmuş, 2020) Fonksiyonelize β -TCP (fTCP) formunun, flor ile kombinasyon halinde kullanıldığında tek başına flor ya da β -TCP'ye kıyasla aside daha dirençli mineral oluşumuna katkıda bulunduğu bildirilmiştir(Hamba et al., 2020; Karlinsey & Pfarrer, 2012).

2.8.1.3. Dikalsiyum Fosfat Dihidrat

Dikalsiyum fosfat dihidrat (DCPD), flor varlığında apatitin fluoroapatit formuna dönüşümünü sağlayan bir öncül bileşiktir. Diş macununa eklenen DCPD'nin plak sıvısındaki serbest kalsiyum iyonu seviyesini artırdığı ve fırçalamadan sonra 12 saate kadar bu düzeyi koruduğu bildirilmiştir(Kalra et al., 2014). Bunun yanı sıra DCPD'nin flor taşıyıcısı işlevi görerek mine flor alımını artırdığı ve tek başına da antikaryojenik etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir(Sullivan et al., 2001).

2.8.1.4. Kazein Fosfopeptit Amorf Kalsiyum Fosfat

Kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), mine yüzeyinde biyoyararlanımlı kalsiyum ve fosfat iyonlarını stabilize ederek erken çürük lezyonlarında remineralizasyonu destekleyen bir ajandır. Klinik kanıtlar, CPP-ACP'nin özellikle beyaz nokta lezyonlarında plasebo veya tedavisiz izleme kıyasla

yararlı olabildiğini, ancak florürlere karşı belirgin ve tutarlı bir üstünlük göstermediğini ortaya koymaktadır (J. Li et al., 2014; Pithon et al., 2019; Rahmath Meeral et al., 2024). Ortodontik hastalardaki beyaz nokta lezyonlarına odaklanan derlemelerde de CPP-ACP içeren ürünlerin lezyonların önlenmesi ve geriletilmesinde etkili olabileceği, ancak bu etkinliğin çoğu zaman yalnız florür uygulamalarından anlamlı derecede daha yüksek olmadığı bildirilmiştir (Pithon et al., 2019; Wang et al., 2020) Florür ile kombinasyon açısından bakıldığında, güncel meta-analizler CPP-ACP + florür uygulamalarının yalnız florüre kıyasla bazı ölçümlerde küçük farklar oluşturabildiğini, ancak lazer floresansı ve kantitatif floresans gibi temel klinik çıktılarda bu farkların genel olarak tutarlı ya da belirgin klinik önem taşıyan düzeyde olmadığını göstermektedir (Golzio Navarro Cavalcante et al., 2024) Benzer şekilde, CPP-ACP'nin topikal florürlerle doğrudan karşılaştırıldığı güncel sistematik derleme ve meta-analiz, iki yaklaşım arasında klinik etkinlik bakımından çelişkili bulgular bulunduğunu, genel eğilimin ise benzer etkinlik yönünde olduğunu ve mevcut çalışmaların önemli bir bölümünde orta-yüksek yanlılık riski bulunduğunu bildirmiştir (Rahmath Meeral et al., 2024) Bu nedenle güncel bilimsel kanıtlar, CPP-ACP'nin çürük önleyici ve lezyon ilerlemesini sınırlandırıcı etkisinin desteklenebilir olduğunu; ancak tek başına florürün yerine geçen ya da onu açık biçimde aşan bir ajan olarak değil, florlu diş macunları ve diğer topikal florür uygulamalarına ek, destekleyici bir remineralizasyon seçeneği olarak değerlendirilmesinin daha uygun olduğunu düşündürmektedir (Golzio Navarro Cavalcante et al., 2024; J. Li et al., 2014; Rahmath Meeral et al., 2024).

2.8.1.5. Biyoaktif Cam (Kalsiyum Sodyum Fosfosilikat)

Biyoaktif cam, biyolojik ortamda hidroksikarbonatapatit benzeri bir tabaka oluşturabilen ve bu nedenle diş macunlarında remineralize edici ajan olarak kullanılan bir materyaldir. Başlangıçta kemik rejenerasyonu amacıyla geliştirilmiş, ancak

kemiğin kimyasal yapısı ile mine arasındaki benzerlik nedeniyle dental uygulamalarda da yer bulmuştur. Orijinal 45S5 (Bioglass™) formülasyonu, ağırlıkça yaklaşık %45 silika, %24,5 sodyum oksit, %24,5 kalsiyum oksit ve %6 fosfor pentaoksit içermektedir (Farooq et al., 2021). Biyoaktif camın etki mekanizması, sulu ortamda kalsiyum, fosfat ve sodyum iyonları salarak pH'yı yükseltmesine dayanır; bu durum hidroksiapatit çökmesini desteklerken tükürükteki mineralizasyon süreçlerini de güçlendirmektedir (Baino et al., 2018). Ayrıca biyoaktif camın dentin tübüllerini fiziksel olarak tıkayarak dentin hipersensitivitesinin azaltılmasına katkı sağladığı da bildirilmektedir (da Cruz et al., 2018).

Standart florlu diş macunlarıyla karşılaştırıldığında, biyoaktif cam eklenmiş florlu macunların mine yüzey sertliğini artırabildiği, remineralizasyonu destekleyebildiği ve yüzey pürüzlülüğünü daha düşük bırakabildiği bildirilmiştir (Jones, 2013). Bununla birlikte güncel derlemeler ve klinik çalışmalar, biyoaktif cam içeren diş macunlarının beyaz nokta lezyonlarında iyileşmeye katkı sağlayabildiğini, ancak florlu diş macunlarına karşı açık ve tutarlı bir üstünlük gösterdiğinin henüz net olarak ortaya konmadığını bildirmektedir (Dai et al., 2019; Hoffman et al., 2015; Jahanbin et al., 2025; Mollabashi et al., 2022; Taha et al., 2017) Bu nedenle mevcut bilimsel kanıtlar, biyoaktif camın florürün yerine geçen bir ajan olarak değil, özellikle erken çürük lezyonları ve beyaz nokta lezyonlarında flor bazlı yaklaşımlara alternatif veya yardımcı bir remineralizasyon seçeneği olarak değerlendirilmesinin daha uygun olduğunu düşündürmektedir (Jahanbin et al., 2025; Taha et al., 2017).

2.8.1.6. Nano-hidroksiapatit

Nano-hidroksiapatit (n-HAP), diş dokularındaki apatit kristallerine yapısal olarak benzeyen biyomimetik bir remineralize edici ajandır. Nano boyutlu partiküller, yüksek

yüzey alanı ve mine defektlerine daha iyi uyum sağlama özellikleri sayesinde yüzeyde kompakt bir mineral tabakası oluşturarak demineralizasyonun ilerlemesini sınırlayabilmektedir (Salinovic et al., 2021).

Diş macunları açısından değerlendirildiğinde n-HAP, özellikle erken mine lezyonları ve beyaz nokta lezyonlarında umut verici bir içerik olarak öne çıkmaktadır. Klinik ve laboratuvar çalışmalarında da bu potansiyel desteklenmiştir; stronsiyumla güçlendirilmiş n-HAP içeren bir formülasyonun CPP-ACP ile karşılaştırıldığı çalışmada n-HAP grubunda daha yüksek remineralizasyon etkinliği bildirilmiş (Rajendran et al., 2021), amin florür, n-HAP ve sodyum monoflorofosfat içeren diş macunlarının karşılaştırıldığı çalışmada ise en yüksek remineralizasyon potansiyeli n-HAP grubunda gözlenmiştir (Grewal et al., 2018).

Güncel sistematik derlemeler ve meta-analizler, n-HAP ve genel olarak hidroksiapatit bazlı ürünlerin erken çürük lezyonlarında remineralizasyonu artırabildiğini ve çürük önleme açısından florürlü ürünlerle karşılaştırılabilir sonuçlar verebildiğini göstermektedir (Alajlan & A, 2024; Limeback et al., 2021; Wierichs et al., 2022). Ayrıca n-HAP ile florür kombinasyonunun beyaz nokta lezyonlarında avantaj sağlayabileceği, ancak bu üstünlüğün henüz güçlü klinik kanıtlarla kesinleşmediği bildirilmektedir (Ivette Guanipa Ortiz et al., 2024). Güncel bir başka derleme de hidroksiapatit bazlı ürünlerin çürük önleme açısından etkili olduğunu ve özellikle yutulma güvenliği nedeniyle küçük çocuklarda önemli bir seçenek oluşturabileceğini vurgulamaktadır (Pawinska et al., 2024). Bu nedenle mevcut kanıtlar, n-HAP'ın florürün yerini kesin olarak alan üstün bir ajan olarak değil, özellikle erken çürük lezyonları ve beyaz nokta lezyonlarında alternatif veya yardımcı bir remineralizasyon seçeneği olarak değerlendirilmesinin daha uygun olduğunu düşündürmektedir.

2.8.1.7. Teobromin

Teobromin (3,7-dimetilksantin), kakao çekirdeğinde bulunan doğal bir metilksantin türevidir. Teobrominin, hidroksiapatit kristallerinin boyutunu ve kristal düzenini etkileyerek mine yüzeyinin aside karşı direncini artırabileceği; ayrıca erken mine lezyonlarında yüzey sertliğini artırarak remineralizasyona katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (Durhan et al., 2021; Golfeshan et al., 2021). 2024 yılında yayımlanan sistematik derleme ve meta-analiz, teobrominin demineralize mine yüzeyinde mikroyüzey sertliğini artırabildiğini ve bazı deneysel koşullarda flor ile benzer remineralizasyon sonucu gösterebildiğini bildirmiştir; ancak yazarlar mevcut kanıtın sınırlı sayıda laboratuvar çalışmasına dayandığını ve klinik verilerin yetersiz olduğunu vurgulamıştır (Silva et al., 2024).

Yapılan çalışmalar teobrominin remineralize edici potansiyelini desteklemekle birlikte, etkinliğinin formülasyona ve karşılaştırılan ajana göre değiştiğini göstermektedir (Ansari et al., 2025; Damar et al., 2023). 2024 tarihli in vitro çalışma, teobrominin çürüğe sebep olan bakteriler üzerinde antimikrobiyal etki gösterebildiğini ve flor ile kombinasyonunun da aktivite sergilediğini bildirmiştir (Rafiq et al., 2024). Teobromin, özellikle flor dışı veya destekleyici formülasyonlarda umut verici bir ajan olarak değerlendirilebilir; ancak çocuklarda rutin çürük önleme pratiğinde florun yerine geçtiği söylenemez ve klinik öneriler için daha güçlü randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

2.8.1.8. Ksilitol

Ksilitol, fermente edilemeyen bir şeker alkolü olup plak asidojenitesini azaltması, *S. mutans* düzeylerini baskılaması ve tükürük akışını desteklemesi nedeniyle çocuk diş macunlarında yardımcı antikaryojenik bileşen olarak değerlendirilmektedir (Savaş & Küçükıılmaz, 2015).

2015 yılında çocuk ve yetişkinlerde çürüklerin önlenmesi için ksilitol içeren ürünlerin kullanımı üzerine yapılan bir sistematik derlemede, ksilitol içeren florlu diş macunlarının, çocuklarda çürükleri önlemede yalnızca florlu diş macunlarından daha etkili olabileceği bildirilmiştir (Riley et al., 2015). AAPD tarafından 2024 yılında güncellenen ksilitol kullanımına ilişkin klinik rehberde; ksilitolün karyojenik olmayan bir şeker ikamesi olduğunu kabul edilmekle birlikte, özellikle diş macunu gibi taşıyıcı formlar yoluyla tek başına primer çürük önleyici etkisini destekleyen kanıtların tutarsız ve yetersiz olduğunu, bu nedenle kullanımının ancak kapsamlı çürük yönetiminin yardımcı bir bileşeni olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulanmıştır (American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

2.8.1.9. Arjinin

Arjinin, dental plağın pH dengesini destekleyerek asidik ortamı azaltabilen ve bu yolla çürük gelişimine karşı koruyucu etki gösterebilen bir aminoasittir. Bu nedenle özellikle florürle birlikte kullanılan diş macunlarında destekleyici bir terapötik ajan olarak değerlendirilmektedir (Burne & Marquis, 2000; Cheng et al., 2015).

Yin ve ark., özellikle %8 oranında arjinin içeren diş macunlarının çürük önleyici etkinliğinin sodyum florürlü macunlara kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmiş ve arjininin, flora alternatif bir çürük önleyici ajan olarak değerlendirilebileceğini ifade etmiştir (Yin et al., 2025).

2.8.1.10. Kitosan

Kitosan; kitinden elde edilen, biyoyumlu ve biyobozunur özellik gösteren doğal bir polisakkarittir. Katyonik yapısı sayesinde bakteriyel hücre yüzeyi ve pelikül ile etkileşime girerek biyofilm oluşumunu azaltabildiği bildirilmektedir (Cicciù et al., 2019; Demir et al., 2021). Kitosan içerikli diş macunlarının çürüğe sebep olan oral mikroorganizmalar üzerinde

antimikrobiyal etkinlik gösterdiği ve kitosanın antiplak-antimikrobiyal özellikleri sebebiyle çürük önlenmesinde etkili bir ajan olabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Demir et al., 2021; Rafiee et al., 2024).

2.8.1.11. Bitkisel Bileşikler

Bitkisel kaynaklı bileşikler; flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler ve fenolik maddeler gibi geniş bir biyoaktif spektrum sunmakta olup antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve antioksidan özellikleriyle ağız içi patojenlere karşı etkin bir koruma sağlamaktadır. Neem, karanfil, aloe vera, çay ağacı yağı ve nane gibi özler; antibakteriyel ve beyazlatıcı etkileriyle bitkisel diş macunu formülasyonlarında en sık başvurulan bileşenler arasında yer almaktadır (Mehta et al., 2024).

Neem ve karanfil içeren florürlü bitkisel diş macunlarıyla yapılan bir çalışmada, erken çocukluk çağı çürüğünün önlenmesine yönelik olumlu sonuçlar bildirilmiştir (Mehta et al., 2025). Benzer şekilde misvak içeren bitkisel diş macunlarıyla antibakteriyel etkinlik gösterdiği bildirilmiştir (Shaalan & El-Rashidy, 2023). Saikia ve ark. tarafından yapılan, çocuk ve adolesanlarda bitkisel içerikli diş macunlarının çürük önleyici etkisinin değerlendirildiği bir sistematik derlemenin sonucunda, bitkisel içerikli diş macunlarının bakteriyel plak ve bakteri düzeyleri üzerinde etkili olabildiği, ancak klinik çalışmaların sayısının az ve yöntemsel heterojenliğinin yüksek olduğu vurgulanmıştır (Saikia et al., 2024).

2.8.2. Plak Oluşumunu Önleyici- Antibakteriyel Ajanlar

Plak ve diş eti iltihabının kontrol altına alınmasına yardımcı olmayı amaçlayan terapötik bir etki sağlamak için, doğada antimikrobiyal olan farklı aktif maddeler diş macunlarına dahil edilmiştir. Diş fırçasının mekanik hareketinin biyofilm miktarını azaltacağı ve yapısını bozacağı için antimikrobiyal

içerikli diş macunlarının ek kullanımı tek başına diş fırçalamanın etkinliğini artırabileceği, böylece diş macunu formülasyonunun farmakolojik etki mekanizmasını kolaylaştırabileceği düşünülmektedir. Diş macunlarının içeriğine antibakteriyel ajanlar olarak enzimler, amin alkoller, bitkisel ürünler, triklosan, klorheksidin, setilpiridinyum klorür ve farklı metal tuzları (çinko tuzları, kalay florür, amin florür) gibi aktif bileşenler eklenmektedir (Sanz et al., 2013).

2.8.3. Hassasiyet Giderici Ajanlar

Dentin hassasiyeti, diş kaynaklı herhangi bir sebebe bağlanmaksızın termal, dokunsal, ozmotik veya kimyasal diş uyarılara yanıt olarak açığa çıkan, dentinden kaynaklanan kısa, keskin ağrı olarak tanımlanır. Dentin hassasiyeti, ağrı uyarınları için nöral yanıtı keserek veya açığa çıkan dentin tübüllerini bloke ederek tedavi edilebilir (Cummins, 2009) Potasyum, kalay florür, stronsiyum, kalsiyum sodyum fosfosilikat, nano-hidroksiapatit ve arjinin diş macunlarına hassasiyet giderici amaçla eklenen başlıca terapötik ajanlardır (Ayan et al., 2025; Bae et al., 2015).

2.8.4. Beyazlatıcı Ajanlar

Diş beyazlatma için özel olarak formüle edilmiş diş macunları bu faydayı diş kaynaklı lekeleri gidererek ve oluşumunu engelleyerek sağlamaktadır. Beyazlatıcı diş macunlarının içeriğinde aşındırıcılar, kimyasallar ve optik özelliklerini veren ajanlar mevcuttur. Beyazlatıcı ajanlardan, aşındırıcılar; silika, kalsiyum karbonat, dikalsiyum fosfat dihidrat, kalsiyum pirofosfat, alüminyum, perlit ve sodyum bikarbonattır. Kimyasal ajanlardan; hidrojen peroksit, kalsiyum peroksit, sodyum sitrat, sodyum pirofosfat, sodyum tripolifosfat, sodyum hekzametafosfat ve papain bulunmaktadır. Optik özelliklerini vermek için ise beyazlatıcı diş macunlarına mavi kovanin eklenmektedir (Joiner, 2010).

3. DİŞ MACUNLARINDA TOKSİSİTE

3.1. Flor

Florlu diş macunları, çocuklarda diş çürüğünün önlenmesinde etkinliği en güçlü biçimde desteklenen topikal ajanlar arasında yer almakla birlikte, özellikle küçük çocuklarda yutma eğilimi nedeniyle güvenli kullanımları ayrıca önem taşımaktadır. Akut flor toksisitesi açısından çocuklarda muhtemel toksik dozun 5 mg/kg olduğu kabul edilmektedir(Whitford, 2011). Bu nedenle okul öncesi dönemde kullanılan diş macununun miktarı, flor konsantrasyonu ve fırçalamanın ebeveyn gözetiminde gerçekleştirilmesi klinik açıdan kritik öneme sahiptir. 1000 ppm flor içeren bir diş macununun 1 gramında yaklaşık 1 mg flor bulunması nedeniyle, önerilen miktarın üzerinde ve kontrolsüz kullanım küçük çocuklarda flor alımını artırabilmektedir (Menteş, 2020).

Güncel öneriler, florlu diş macununun ilk dişlerin sürmesinden itibaren yaşa uygun miktarlarda kullanılmasını desteklemektedir. Buna göre 3 yaşından küçük çocuklarda pirinç tanesi ya da ince yayma tabakası kadar, 3–6 yaş arası çocuklarda ise bezelye tanesi kadar diş macunu kullanılması; dişlerin günde iki kez ve ebeveyn gözetiminde fırçalanması önerilmektedir(International Association of Peadiatric Dentistry, 2022; Toumba et al., 2019b; Wong et al., 2024) Ayrıca ebeveynlerin diş macununu çocuk adına fırçaya uygulaması ve en az 7 yaşına kadar fırçalamaya aktif olarak yardımcı olması tavsiye edilmektedir (Toumba et al., 2019b). Florun topikal çürük önleyici etkisi dozla ilişkili olmakla birlikte, kronik olarak önerilen düzeylerin üzerinde flor alımı gelişmekte olan dişlerde dental florozis riskini artırabilmektedir. Bu nedenle çocuklarda florlu diş macunu kullanımında temel yaklaşım, etkili çürük kontrolü ile güvenli doz arasında denge kurulmasıdır (Marinho et al., 2003; Walsh et al., 2019; Wong et al., 2024).

3.2. Sodyum Lauril Fosfat

Diş macunlarında köpürmeyi sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılan SLS, oral mukozada irritasyon, deskuamasyon ve bariyer fonksiyonunda bozulma ile ilişkilendirilmiştir (Macdonald et al., 2016; Neppelberg et al., 2007). Özellikle rekürrent aftöz stomatit öyküsü bulunan bireylerde SLS içermeyen diş macunlarının daha iyi tolere edilebildiği ve ağrı ile ülser süresini azaltabildiği bildirilmiştir (Shim et al., 2012). Bu nedenle hassas oral mukozaya sahip çocuklarda ve sık aft öyküsü bulunan bireylerde diş macunu seçimi yapılırken yüzey aktif ajan içeriği dikkate alınmalıdır.

3.3. Triklosan

Triklosan, geçmişte antimikrobiyal etkinliği nedeniyle çeşitli ağız bakım ürünlerinde yaygın olarak kullanılmış olmakla birlikte, sistemik maruziyet ve çevresel etkilerine ilişkin endişeler nedeniyle günümüzde kullanımı tartışmalı hale gelmiş ve birçok ülkede sınırlandırılmıştır (Z. Li et al., 2024; Lin, 2000; Luo et al., 2024; Robertshaw & Leppard, 2007; Ruszkiewicz et al., 2017; Weatherly & Gosse, 2017).

3.4. Sodyum Benzoat

Sodyum benzoat, diş macunlarında ürün stabilitesini artırmak amacıyla kullanılan bir koruyucudur. Bununla birlikte, deneysel çalışmalarda sodyum benzoat maruziyetinin oksidatif stres, inflamasyon ve bazı dokularda toksik etkilerle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Asejeje et al., 2023; Gaur et al., 2018).

3.5. Titanyum Dioksit (TiO₂)

TiO₂, gastrointestinal sistemden emilerek insan vücudunun çeşitli bölgelerine ulaşabilmekte ve farklı organlarda depolanabilmektedir. TiO₂ depolandığı yerde reaktif oksijen türleri oluşturmaktadır. Ayrıca, hücre içi organellere ve makromoleküllere yüksek bağlanma affinitesi ve hücre zarında

bozulma meydana getirmesine bağlı olarak toksisiteye neden olabileceği düşünülmektedir (Meşeli et al., 2020; Vignard et al., 2023).

3.6. Gliserin

Diş macunlarında en çok kullanılan nemlendirici gliserindir. Gliserin toksik glikoller olan etilen glikol (EG) ve dietilen glikol (DEG) ile ilişkilidir (Meşeli et al., 2020). Bu hepatotoksik ve nefrotoksik bileşiklerin (EG ve DEG), genellikle güvenli bir madde olan gliserin yerine kasıtlı veya yanlışlıkla kullanıldığı, etilen glikol ve dietilen glikol içeriğinden ötürü meydana gelen zehirlenme vakaları olduğu bilinmektedir (Peng et al., 2009; Self, 2013). Bu zehirlenme olaylarının üzerine FDA, üreticilerin insanların tüketimi için üretilen diş macunu gibi ürünlerde kullanmadan önce etilen glikol ve dietilen glikol içerikleri için ürünleri test etmelerini öneren bir uyarı kılavuzu yayınlamıştır (U.S. Food and Drug Administration, 2020).

3.8. Nano-Hidroksiapatit

Nano-hidroksiapatitin güvenliği, özellikle nanopartikül boyutu ve partikül morfolojisine bağlı olası hücresel alım ve genotoksisite riski nedeniyle tartışılmıştır (de Souza et al., 2024). Avrupa Tüketici Güvenliği Bilimsel Komitesi tarafından ağız bakım ürünlerinde hidroksiapatit nanopartiküllerin kullanımına ilişkin düzenleyici ve güvenlik endişeleri tartışılmış ve sorgulanmış, genotoksisiteye ilişkin verilerin yetersizliği nedeniyle kesin bir güvenilirlik sonucuna ulaşamadığını, ayrıca iğne şekilli partiküller için ek endişe bulunduğunu bildirmiştir (Scientific Committee on Consumer Safety, 2023). Aynı komitenin 2025 yılında güncellenen raporunda ise, yüzeyi kaplanmamış ve iğne şekilli olmayan, tanımlanmış boyut ve şekil özelliklerine sahip nano-hidroksiapatitin, diş macununda %29,5'e ve ağız gargarasında %10'a kadar güvenli kabul edildiği bildirilmiştir (Scientific Committee on Consumer Safety, 2025).

Deneysel çalışmalar da bu değerlendirmeyle uyumlu olarak, belirli nano-hidroksiapatit formülasyonlarının oral hücrelerde yüksek sitouyumluluk gösterdiğini, irritasyon oluşturmadığını ve belirgin genotoksik etki sergilemediğini bildirmektedir(Coelho et al., 2019; Kavasi et al., 2021).

4. SONUÇ

Çocuklarda diş çürüğünün önlenmesinde diş macunları, terapötik etkinlikleri ve bileşen profilleri açısından dikkatli bir değerlendirme gerektiren temel koruyucu araçlardır. Florlu diş macunları, çürük önleyici etkinliği en güçlü kanıtlarla desteklenen ürünler olmayı sürdürmekte; ancak nano-hidroksiapatit, CPP-ACP, biyoaktif cam, arjinin ve bitkisel bileşikler gibi alternatif ya da tamamlayıcı remineralize edici ajanlar, özellikle florün uygun olmadığı ya da destekleyici bir yaklaşımın tercih edildiği durumlarda umut verici seçenekler olarak giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bununla birlikte, bu ajanların büyük çoğunluğuna ilişkin klinik kanıtlar henüz sınırlı, yöntemsel açıdan heterojen ya da çelişkili niteliktedir; bu nedenle florün yerini kesin biçimde alan üstün alternatifler olarak değil, florü destekleyen yardımcı bileşenler olarak değerlendirilmeleri daha uygun görünmektedir. Öte yandan SLS, triklosan, titanyum dioksit ve nano boyutlu partiküller gibi bileşenlerin toksik potansiyeli, özellikle yutma riskinin yüksek olduğu küçük çocuklarda diş macunu seçimini yalnızca etkinlik değil güvenlik perspektifinden de ele almayı zorunlu kılmaktadır. Sonuç olarak çocuklarda diş macunu seçimi; çocuğun yaşı, çürük risk düzeyi, flor maruziyeti ve ebeveyn gözetimi gibi bireysel faktörler gözetilerek, güncel klinik rehberler doğrultusunda kanıta dayalı biçimde yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Alajlan, S., & A, B. (2024). The effect of nano-hydroxyapatite on white spot lesions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 151, 105402. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105402>
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2023). *Policy on use of fluoride. The Reference Manual of Pediatric Dentistry.*
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2024). *Policy on use of xylitol in pediatric dentistry. The Reference Manual of Pediatric Dentistry.* .
- Ansari, F., Chaudhary, S. M., Jajoo, S., Lakade, L. S., Dhavalbhakta, R., Kunthe, S., & Sachdev, S. S. (2025). Comparison of Remineralization Potential of Theobromine and Nano-Hydroxyapatite to Sodium Monofluorophosphate: An *In Vitro* Study. *Global Journal of Medical, Pharmaceutical, and Biomedical Update*, 20, 6. https://doi.org/10.25259/GJMPBU_6_2024
- Asejeje, F. O., Akinola, K. D., & Abiola, M. A. (2023). Sodium benzoate exacerbates hepatic oxidative stress and inflammation in lipopolysaccharide-induced liver injury in rats. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 45(5), 558–564. <https://doi.org/10.1080/08923973.2023.2191818>
- Ayan, G., Misilli, T., & Buldur, M. (2025). Home-use agents in the treatment of dentin hypersensitivity: clinical effectiveness evaluation with different measurement methods. *Clinical Oral Investigations*, 29(1), 63. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06155-1>
- Bae, J.-H., Kim, Y.-K., & Myung, S.-K. (2015). Desensitizing toothpaste versus placebo for dentin hypersensitivity: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical*

- Periodontology*, 42(2), 131–141.
<https://doi.org/10.1111/jcpe.12347>
- Baino, F., Hamzehlou, S., & Kargozar, S. (2018). Bioactive Glasses: Where Are We and Where Are We Going? *Journal of Functional Biomaterials*, 9(1).
<https://doi.org/10.3390/jfb9010025>
- Bulut, M., Yıldırım, S., & Ulukapı, I. (2020). Diş macunları ve fluor. *Menteş A, Editör. Diş Hekimliğinde Fluor*, 1, 42–47.
- Burne, R. A., & Marquis, R. E. (2000). Alkali production by oral bacteria and protection against dental caries. *FEMS Microbiology Letters*, 193(1), 1–6.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2000.tb09393.x>
- Çelik, Ç. (2020). Diş Macunlarının İçinde Neler Var? Ne İşe Yararlar? *Türkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics*, 6(2), 17–22.
- Cheng, X., Xu, P., Zhou, X., Deng, M., Cheng, L., Li, M., Li, Y., & Xu, X. (2015). Arginine promotes fluoride uptake into artificial carious lesions in vitro. *Australian Dental Journal*, 60(1), 104–111.
<https://doi.org/10.1111/adj.12278>
- Cicciù, M., Fiorillo, L., & Cervino, G. (2019). Chitosan Use in Dentistry: A Systematic Review of Recent Clinical Studies. *Marine Drugs*, 17(7).
<https://doi.org/10.3390/md17070417>
- Çil, B. G., & Bozkurt, F. Ö. (2020). Diş Macunlarının Tarihçesi. *Türkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics*, 6(2), 1–4.
- Coelho, C. C., Grenho, L., Gomes, P. S., Quadros, P. A., & Fernandes, M. H. (2019). Nano-hydroxyapatite in oral care cosmetics: characterization and cytotoxicity assessment.

Scientific Reports, 9(1), 11050.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-47491-z>

Cummins, D. (2009). Dentin hypersensitivity: from diagnosis to a breakthrough therapy for everyday sensitivity relief. *The Journal of Clinical Dentistry*, 20(1), 1–9.

da Cruz, L. P. D., Hill, R. G., Chen, X., & Gillam, D. G. (2018). Dentine Tubule Occlusion by Novel Bioactive Glass-Based Toothpastes. *International Journal of Dentistry*, 2018, 5701638. <https://doi.org/10.1155/2018/5701638>

Dai, L. L., Mei, M. L., Chu, C. H., & Lo, E. C. M. (2019). Mechanisms of Bioactive Glass on Caries Management: A Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12(24). <https://doi.org/10.3390/ma12244183>

Damar, S., Gümrü Çelikel, A. D., & Pınar Erdem, A. (2023). Comparative evaluation of fluoride-free remineralization agents with and without Er,Cr:YSGG laser on artificial enamel remineralization. *Lasers in Medical Science*, 38(1), 172. <https://doi.org/10.1007/s10103-023-03837-8>

Davies, R., Scully, C., & Preston, A. J. (2010). Dentifrices--an update. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 15(6), e976-82. <https://doi.org/10.4317/medoral.15.e976>

de Souza, A. M., Dantas, M. R. do N., Secundo, E. L., Silva, E. da C., Silva, P. F., Moreira, S. M. G., & de Medeiros, S. R. B. (2024). Are hydroxyapatite-based biomaterials free of genotoxicity? A systematic review. *Chemosphere*, 352, 141383. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141383>

Demir, S., Keskin, G., Akal, N., & Zer, Y. (2021). Antimicrobial effect of natural kinds of toothpaste on oral pathogenic bacteria. *Journal of Infection in Developing Countries*, 15(10), 1436–1442. <https://doi.org/10.3855/jidc.14966>

- Dionysopoulos, D. (2014). The effect of fluoride-releasing restorative materials on inhibition of secondary caries formation. *Fluoride*, 47(3), 258–265.
- Durhan, M. A., Ozsalih, S., Gokkaya, B., Kulan, P. Y., & Kargul, B. (2021). Caries Preventive Effects of Theobromine Containing Toothpaste on Early Childhood Caries: Preliminary Results. *Acta Stomatologica Croatica*, 55(1), 18–27. <https://doi.org/10.15644/asc55/1/3>
- Durmuş, B. (2020). Diş Hekimliğinde Fluorun Alternatifleri Var mı? *Türkiye Klinikleri Pediatric Dentistry-Special Topics*, 6(1), 48–55.
- Farooq, I., Ali, S., Farooqi, F. A., AlHumaid, J., Binhasan, M., Shabib, S., Vohra, F., & Abduljabbar, T. (2021). Enamel Remineralization Competence of a Novel Fluoride-Incorporated Bioactive Glass Toothpaste-A Surface Micro-Hardness, Profilometric, and Micro-Computed Tomographic Analysis. *Tomography (Ann Arbor, Mich.)*, 7(4), 752–766. <https://doi.org/10.3390/tomography7040063>
- FDI World Dental Federation. (2019). *Caries Prevention and Management Chairside Guide*.
- Gaur, H., Purushothaman, S., Pullaguri, N., Bhargava, Y., & Bhargava, A. (2018). Sodium benzoate induced developmental defects, oxidative stress and anxiety-like behaviour in zebrafish larva. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 502(3), 364–369. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.05.171>
- Golfeshan, F., Mosaddad, S. A., & Ghaderi, F. (2021). The Effect of Toothpastes Containing Natural Ingredients Such As Theobromine and Caffeine on Enamel Microhardness: An In Vitro Study. *Evidence-Based Complementary and*

Alternative Medicine : ECAM, 2021, 3304543.
<https://doi.org/10.1155/2021/3304543>

- Golzio Navarro Cavalcante, B., Schulze Wenning, A., Szabó, B., László Márk, C., Hegyi, P., Borbély, J., Németh, O., Bartha, K., Gerber, G., & Varga, G. (2024). Combined Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate and Fluoride Is Not Superior to Fluoride Alone in Early Carious Lesions: A Meta-Analysis. *Caries Research*, 58(1), 1–16. <https://doi.org/10.1159/000533547>
- Grewal, N., Sharma, N., & Kaur, N. (2018). Surface remineralization potential of nano-hydroxyapatite, sodium monofluorophosphate, and amine fluoride containing dentifrices on primary and permanent enamel surfaces: An in vitro study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 36(2), 158–166. https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_142_17
- Gündoğan, B. T., & Peker, S. (2020). Çocuklarda Doğru Diş Macunu Seçimi ve Kullanımı. *Türkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics*, 6(2), 128–135.
- Hamba, H., Nakamura, K., Nikaido, T., Tagami, J., & Muramatsu, T. (2020). Remineralization of enamel subsurface lesions using toothpaste containing tricalcium phosphate and fluoride: an in vitro μ CT analysis. *BMC Oral Health*, 20(1), 292. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01286-1>
- Hitz Lindenmüller, I., & Lambrecht, J. T. (2011). *Oral Care* (pp. 107–115). <https://doi.org/10.1159/000321060>
- Hoffman, D. A., Clark, A. E., Rody, W. J., McGorray, S. P., & Wheeler, T. T. (2015). A prospective randomized clinical trial into the capacity of a toothpaste containing NovaMin to prevent white spot lesions and gingivitis during

orthodontic treatment. *Progress in Orthodontics*, 16, 25.
<https://doi.org/10.1186/s40510-015-0095-8>

International Association of Paediatric Dentistry. (2022). *IAPD Foundational Articles and Consensus Recommendations: Use of Fluoride for Caries Prevention, 2022*.

Ivette Guanipa Ortiz, M., Gomes de Oliveira, S., de Melo Alencar, C., Baggio Aguiar, F. H., & Alves Nunes Leite Lima, D. (2024). Remineralizing effect of the association of nano-hydroxyapatite and fluoride in the treatment of initial lesions of the enamel: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 145, 104973.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104973>

Jahanbin, A., Hanaei, R., Bardideh, E., Omidkhoda, M., & Zia, F. (2025). Effect of bioactive glass toothpaste on the white spots around orthodontic brackets: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 19(1), 9–17.
<https://doi.org/10.34172/joddd.025.41686>

Joiner, A. (2010). Whitening toothpastes: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 38, e17–e24.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.05.017>

Jones, J. R. (2013). Review of bioactive glass: from Hench to hybrids. *Acta Biomaterialia*, 9(1), 4457–4486.
<https://doi.org/10.1016/j.actbio.2012.08.023>

Kalra, D., Kalra, R., Kini, P., & Allama Prabhu, C. (2014). Nonfluoride remineralization: An evidence-based review of contemporary technologies. *Journal of Dental and Allied Sciences*, 3(1), 24. <https://doi.org/10.4103/2277-4696.156525>

Karlinsey, R. L., & Pfarrer, A. M. (2012). Fluoride plus functionalized β -TCP: a promising combination for robust

remineralization. *Advances in Dental Research*, 24(2), 48–52. <https://doi.org/10.1177/0022034512449463>

Kavasi, R.-M., Coelho, C. C., Platania, V., Quadros, P. A., & Chatzinikolaïdou, M. (2021). In Vitro Biocompatibility Assessment of Nano-Hydroxyapatite. *Nanomaterials (Basel, Switzerland)*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/nano11051152>

Li, J., Xie, X., Wang, Y., Yin, W., Antoun, J. S., Farella, M., & Mei, L. (2014). Long-term remineralizing effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) on early caries lesions in vivo: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 42(7), 769–777. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.03.015>

Li, T., Guo, H., Liu, C., Jiang, H., Gao, S., & Du, M. (2026). Effectiveness of Bioactive Glass-Based Toothpaste for Early Childhood Caries Prevention: A Randomized Controlled Trial. *International Dental Journal*, 76(1), 103985. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.103985>

Li, Z., Xian, H., Ren, X., Ye, R., Zhong, Y., Huang, Y., Liang, B., Deng, Y., Dai, M., Guo, J., Tang, S., Pan, J., Feng, Y., Bai, R., Chen, X., Ichihara, S., Ichihara, G., Chen, D., Yang, X., & Huang, Z. (2024). Insights into Triclosan-Induced Endocrine Disruption: Evidence from the National Health and Nutrition Examination Survey and Zebrafish Models. *Environment & Health (Washington, D.C.)*, 2(7), 424–440. <https://doi.org/10.1021/envhealth.4c00045>

Limeback, H., Enax, J., & Meyer, F. (2021). Biomimetic hydroxyapatite and caries prevention: a systematic review and meta-analysis. *Canadian Journal of Dental Hygiene : CJDH = Journal Canadien de l'hygiène Dentaire : JCHD*, 55(3), 148–159.

- Lin, Y. J. (2000). Buccal absorption of triclosan following topical mouthrinse application. *American Journal of Dentistry*, 13(4), 215–217.
- Lippert, F. (2013). An introduction to toothpaste - its purpose, history and ingredients. *Monographs in Oral Science*, 23, 1–14. <https://doi.org/10.1159/000350456>
- Luo, N., Chen, J., Chen, X., Wang, M., Niu, X., Chen, G., Deng, C., Gao, Y., Li, G., & An, T. (2024). Toxicity evolution of triclosan during environmental transformation and human metabolism: Misgivings in the post-pandemic era. *Environment International*, 190, 108927. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108927>
- Macdonald, J. B., Tobin, C. A., & Hurley, M. Y. (2016). Oral leukoedema with mucosal desquamation caused by toothpaste containing sodium lauryl sulfate. *Cutis*, 97(1), E4-5.
- Marinho, V. C., Higgins, J. P., Sheiham, A., & Logan, S. (2003). Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2003(1), CD002278. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002278>
- Mehta, V., Gaur, A., Chaurasia, M., Bhattacharjee, A., Roy, A., Soni, J., & Mehta, M. (2025). Efficacy of Herbal Fluoride Toothpaste in Preventing Early Childhood Caries. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 17(Suppl 4), S3398–S3400. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1437_25
- Mehta, V., Mathur, A., Tripathy, S., Sa, R., & Sharma, T. (2024). Effectiveness of herbal oral care products in reducing dental plaque and gingivitis: an overview of systematic reviews. *Canadian Journal of Dental Hygiene : CJDH* =

Journal Canadien de l'hygiene Dentaire : JCHD, 58(2), 120–134.

Menteş, A. (2020). Diş Macunları ve Fluor Toksisitesi. *Turkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics*, 6(2), 116–121.

Meşeli, S., Yanıkoğlu, F., & Tağtekin, D. A. (2020). Diş macunları toksik mi? *Turkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics*, 6(2), 122–127.

Meyer, F., Enax, J., Amaechi, B. T., Limeback, H., Fabritius, H.-O., Ganss, B., Pawinska, M., & Paszynska, E. (2022). Hydroxyapatite as Remineralization Agent for Children's Dental Care. *Frontiers in Dental Medicine*, 3. <https://doi.org/10.3389/fdmed.2022.859560>

Mollabashi, V., Heydarpour, M., Farhadifard, H., & Alafchi, B. (2022). DIAGNOdent pen quantification of the synergy of NovaMin® in fluoride toothpaste to remineralize white spot lesions in patients with fixed orthodontic appliances: A double-blind, randomized, controlled clinical trial. *International Orthodontics*, 20(2), 100632. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2022.100632>

Neppelberg, E., Costea, D. E., Vintermyr, O. K., & Johannessen, A. C. (2007). Dual effects of sodium lauryl sulphate on human oral epithelial structure. *Experimental Dermatology*, 16(7), 574–579. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2007.00567.x>

Pawinska, M., Paszynska, E., Amaechi, B. T., Meyer, F., Enax, J., & Limeback, H. (2024). Clinical evidence of caries prevention by hydroxyapatite: An updated systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 151, 105429. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105429>

- Peng, X. M., Huang, M. X., Gu, L., Lin, B. L., & Chen, G. H. (2009). Characteristics of patients with liver disease intravenously exposed to diethylene glycol in China 2006. *Clinical Toxicology (Philadelphia, Pa.)*, 47(2), 124–131. <https://doi.org/10.1080/15563650802245489>
- Pithon, M. M., Baião, F. S., Sant'Anna, L. I. D., Tanaka, O. M., & Cople-Maia, L. (2019). Effectiveness of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate-containing products in the prevention and treatment of white spot lesions in orthodontic patients: A systematic review. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 10(2). <https://doi.org/10.1111/jicd.12391>
- Pretty, I. A. (2016). High Fluoride Concentration Toothpastes for Children and Adolescents. *Caries Research*, 50 Suppl 1, 9–14. <https://doi.org/10.1159/000442797>
- Rafiee, A., Memarpour, M., Amiri, M., Azadi, A., Fekri, N., Mozafari, N., & Razmjouei, F. (2024). Comparison of various chitosan-based in situ forming gels with sodium fluoride varnish for enamel biomineralization: an in-vitro pH cycling model. *Scientific Reports*, 14(1), 21100. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71993-0>
- Rafiq, I. H., Dame-Teixeira, N., & Do, T. (2024). The antimicrobial activity of theobromine against cariogenic microbes: an in vitro pilot study. *BDJ Open*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.1038/s41405-024-00190-y>
- Rahmath Meeral, P., Doraikannan, S., & Indiran, M. A. (2024). Efficiency of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate versus topical fluorides on remineralizing early enamel carious lesions – A systematic review and meta analysis. *The Saudi Dental Journal*, 36(4), 521–527. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2024.01.014>

- Rajendran, R., Nair, K. R., Sandhya, R., Krishnan, A. V., Anilkumar, A., & Rakhi, P. V. (2021). Development of strontium-doped nano hydroxyapatite dentifrice and compare its remineralising potential with a topical cream containing casein phosphopeptide- amorphous calcium phosphate - An In Vitro study. *Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research*, 32(1), 92–97. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_238_19
- Riley, P., Moore, D., Ahmed, F., Sharif, M. O., & Worthington, H. V. (2015). Xylitol-containing products for preventing dental caries in children and adults. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(3), CD010743. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010743.pub2>
- Robertshaw, H., & Leppard, B. (2007). Contact dermatitis to triclosan in toothpaste. *Contact Dermatitis*, 57(6), 383–384. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2005.00771.x>
- Ruszkiewicz, J. A., Li, S., Rodriguez, M. B., & Aschner, M. (2017). Is Triclosan a neurotoxic agent? *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B, Critical Reviews*, 20(2), 104–117. <https://doi.org/10.1080/10937404.2017.1281181>
- Saikia, A., Sivasubramanian, A., Muthu, M. S., Ganesh, A., Chandrasekaran, K., & Kirubakaran, R. (2024). Herbal Dentifrices for Prevention of Dental Caries in Children and Adolescents: A Systematic Review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 17(2), 229–236. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2780>
- Salinovic, I., Schauerl, Z., Marcius, M., & Miletic, I. (2021). The Effects of Three Remineralizing Agents on the Microhardness and Chemical Composition of

- Demineralized Enamel. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/ma14206051>
- Sanz, M., Serrano, J., Iniesta, M., Santa Cruz, I., & Herrera, D. (2013). Antiplaque and antigingivitis toothpastes. *Monographs in Oral Science*, 23, 27–44. <https://doi.org/10.1159/000350465>
- Savaş, S., & Küçükyılmaz, E. (2015). Diş Hekimliğinde Kullanılan Remineralizasyon Ajanları Ve Çürük Önleyici Ajanlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 9(9). <https://doi.org/10.17567/dfd.94552>
- Scientific Committee on Consumer Safety. (2023). *Opinion on Hydroxyapatite (nano)*. SCCS/1648/22. Final version, .
- Scientific Committee on Consumer Safety. (2025). *Scientific Opinion on Hydroxyapatite (nano) – Submission IV*. SCCS/1677/25. .
- Self, R. L. (2013). Direct analysis in real time-mass spectrometry (DART-MS) for rapid qualitative screening of toxic glycols in glycerin-containing products. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 80, 155–158. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2013.02.037>
- Shalan, O., & El-Rashidy, A. (2023). Antibacterial Effect of Miswak herbal toothpaste Compared to Fluoride Toothpaste in High Caries Risk Patients: Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 15(7), e526–e534. <https://doi.org/10.4317/jced.60332>
- Shim, Y. J., Choi, J.-H., Ahn, H.-J., & Kwon, J.-S. (2012). Effect of sodium lauryl sulfate on recurrent aphthous stomatitis: a randomized controlled clinical trial. *Oral Diseases*, 18(7), 655–660. <https://doi.org/10.1111/j.1601-0825.2012.01920.x>

- Silva, A. da, Gonçalves, R. D. S., & Catão, M. de V. (2024). Theobromine for Remineralization of White Spot Lesions on Dental Enamel: A Systematic Review and Meta-analysis. *Operative Dentistry*, 49(4), 376–387. <https://doi.org/10.2341/23-153-LIT>
- Singh, A., & Purohit, B. M. (2018). Caries Preventive Effects of High-fluoride vs Standard-fluoride Toothpastes - A Systematic Review and Meta-analysis. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 16(4), 307–314. <https://doi.org/10.3290/j.ohpd.a40937>
- Sitthisettapong, T., Phantumvanit, P., Huebner, C., & Derouen, T. (2012). Effect of CPP-ACP paste on dental caries in primary teeth: a randomized trial. *Journal of Dental Research*, 91(9), 847–852. <https://doi.org/10.1177/0022034512454296>
- Stovell, A. G., Newton, B. M., & Lynch, R. J. M. (2013). Important considerations in the development of toothpaste formulations for children. *International Dental Journal*, 63 Suppl 2(Suppl 2), 57–63. <https://doi.org/10.1111/idj.12083>
- Sullivan, R. J., Masters, J., Cantore, R., Roberson, A., Petrou, I., Stranick, M., Goldman, H., Guggenheim, B., & Gaffar, A. (2001). Development of an enhanced anticaries efficacy dual component dentifrice containing sodium fluoride and dicalcium phosphate dihydrate. *American Journal of Dentistry*, 14 Spec No, 3A-11A.
- Taha, A. A., Patel, M. P., Hill, R. G., & Fleming, P. S. (2017). The effect of bioactive glasses on enamel remineralization: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 67, 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.007>
- Toumba, K. J., Twetman, S., Splieth, C., Parnell, C., van Loveren, C., & Lygidakis, N. A. (2019a). Guidelines on the use of

- fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry : Official Journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 20(6), 507–516. <https://doi.org/10.1007/s40368-019-00464-2>
- Toumba, K. J., Twetman, S., Splieth, C., Parnell, C., van Loveren, C., & Lygidakis, N. A. (2019b). Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry : Official Journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 20(6), 507–516. <https://doi.org/10.1007/s40368-019-00464-2>
- Türk Pedodonti Derneği. (2019). *Florür Durum Raporu Güncelleme**.
- U.S. Food and Drug Administration. (2020). *Detention Without Physical Examination Of Dentifrice Products Containing Diethylene Glycol(DEG)*. .
- Vignard, J., Pettes-Duler, A., Gaultier, E., Cartier, C., Weingarten, L., Bieseimer, A., Taubitz, T., Pinton, P., Bebeacua, C., Devoille, L., Dupuy, J., Boutet-Robinet, E., Feltin, N., Oswald, I. P., Pierre, F. H., Lamas, B., Mirey, G., & Houdeau, E. (2023). Food-grade titanium dioxide translocates across the buccal mucosa in pigs and induces genotoxicity in an in vitro model of human oral epithelium. *Nanotoxicology*, 17(4), 289–309. <https://doi.org/10.1080/17435390.2023.2210664>
- Vranić, E., Lačević, A., Mehmedagić, A., & Uzunović, A. (2004). Formulation ingredients for toothpastes and mouthwashes. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, 4(4), 51–58. <https://doi.org/10.17305/bjbms.2004.3362>

- Walsh, T., Worthington, H. V., Glenny, A.-M., Marinho, V. C., & Jeronicic, A. (2019). Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3(3), CD007868. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007868.pub3>
- Wang, Y., Hua, F., & Jiang, H. (2020). CPP-ACP May be effective, but not Significantly Greater than using Fluorides Alone, in Preventing and Treating white Spot Lesions Around Orthodontic Brackets. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 20(1), 101416. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2020.101416>
- Weatherly, L. M., & Gosse, J. A. (2017). Triclosan exposure, transformation, and human health effects. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B, Critical Reviews*, 20(8), 447–469. <https://doi.org/10.1080/10937404.2017.1399306>
- Whitford, G. M. (2011). Acute toxicity of ingested fluoride. *Monographs in Oral Science*, 22, 66–80. <https://doi.org/10.1159/000325146>
- Wierichs, R. J., Wolf, T. G., Campus, G., & Carvalho, T. S. (2022). Efficacy of nano-hydroxyapatite on caries prevention-a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 26(4), 3373–3381. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04390-4>
- Wong, M. C. M., Zhang, R., Luo, B. W., Glenny, A.-M., Worthington, H. V., & Lo, E. C. M. (2024). Topical fluoride as a cause of dental fluorosis in children. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6(6), CD007693. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007693.pub3>

- World Health Organization. (2022). *Global oral health status report: Towards universal health coverage for oral health by 2030*.
- Yılmaz, N., Avcı, G., Ozkaya, S., Tüzüner, T., & Baygin, O. (2021). Comparison of the abrasive effects of children's toothpaste on glass ionomer cement. *Pediatric Dental Journal*, 31(2), 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.pdj.2021.02.002>
- Yin, W., Zhou, Z., Huang, R.-Z., Sun, G., Zhong, Y., Yang, Z., Li, Y., Zhang, Y., Zhang, P., Hu, D., Mateo, L. R., Gao, G., Lim, S., Ismail, A. I., Zimmerman, J., Garcia-Godoy, B., Ryan, M., & Zhang, Y.-P. (2025). Arginine Dentifrices and Childhood Caries Prevention: A Randomized Clinical Trial. *JDR Clinical and Translational Research*, 23800844251361470. <https://doi.org/10.1177/23800844251361471>

DIGITAL TECHNOLOGIES IN PEDIATRIC DENTISTRY: DIAGNOSIS, IMAGING AND CLINICAL APPLICATIONS

Sinem BİRANT¹

Sabiha Ceren İLİSULU²

1. INTRODUCTION

Today's rapidly advancing technological developments have brought about digital transformation in many areas, including the healthcare sector and especially dental practice. Digital dentistry has fundamentally changed the quality and workflow of clinical applications through the devices and software used in diagnosis, planning, and treatment processes (Rekow E.D., 2020). The new technologies developed alongside this transformation have made dentists' clinical processes more predictable, faster, and more efficient (Peng et al., 2021).

Digital measurement, the acquisition of dental models in a virtual environment, and computer-aided design and manufacturing systems have shortened clinical times compared to traditional workflows and made treatment steps more controllable (Gülbahçe et al., 2022). Digital applications used in dentistry today are primarily classified as intraoral and extraoral scanning and imaging systems, digital design and planning software, and production technologies. Additionally, virtual and augmented reality applications are being evaluated within the scope of digital

¹ Doç. Dr., İstanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Dentistry, Pediatric Dentistry, ORCID: 0000-0002-3990-7270.

² Doç. Dr., İstanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Dentistry, Pediatric Dentistry, ORCID: 0000-0003-3679-4001.

dentistry, with a focus on enhancing patient comfort and reducing anxiety (Rekow ED., 2020; Özdoğan et al., 2022).

These technologies offer various advantages for both physicians and patients. Three-dimensional images, digital impressions, virtual simulations, and clinical photographs, when combined with appropriate professional training, strengthen the integration of the treatment process and facilitate communication between the patient and other healthcare professionals (Abdulrahman et al., 2023). In pediatric dentistry, the use of digital technologies offers significant advantages, particularly in terms of enhancing patient comfort, supporting behavior management, and improving treatment effectiveness. Furthermore, digital workflows form the basis of modern clinical practices in various subspecialties of pediatric dentistry, especially orthodontics (Lars C., 2019).

2. DIGITAL TRANSFORMATION IN PEDIATRIC DENTISTRY

Digital transformation in pediatric dentistry involves integrating digital workflows and technologies into the diagnosis, treatment, and management of dental diseases, taking into account the specific needs of pediatric patients (Garcovich et al., 2024).

Digital applications are widely used in all disciplines of dentistry, including pediatric dentistry. With the increase in computerized dental practices, intraoral imaging devices, digital radiography systems, digital apex locators, and computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) systems have become an integral part of clinical practice (Joda et al., 2019; Jasinevicius et al., 2004). These technological advances have significantly impacted both treatment effectiveness and patient comfort by improving diagnostic accuracy in pediatric patients,

shortening clinical procedure times, and supporting behavior management (Orhan et al., 2024).

The creation and storage of patient records in a digital environment at the pediatric dentistry clinic, along with digital radiographs, clinical photography, and intraoral imaging methods comprising digital diagnostic systems, enrich the multidisciplinary approach, enable the early diagnosis of common oral problems such as caries, and facilitate clinical practice by shortening diagnosis and treatment times (Gülbahçe et al., 2022). In addition to radiographic images, intraoral photographs, and traditional plaster models used in patient registration and diagnostic evaluation, the use of data obtained through digital intraoral scanners is increasing with the development of technology today, improving the quality of the treatment to be applied (Richert et al., 2017). In this context, it is important to examine in detail the role of imaging systems in pediatric dentistry with the fundamental components of the digital clinic infrastructure.

3. DIGITAL DIAGNOSIS, TREATMENT PLANNING, AND IMAGING SYSTEMS

In the pediatric dentistry clinic, digital diagnosis and treatment planning, patient record collection and storage, digital radiographs, photography, and intraoral imaging methods are carried out using integrated systems (Richert et al., 2017). The first and most critical step in the digital workflow is collecting accurate and reliable data. For this purpose, intraoral scanners, cone beam computed tomography (CBCT) systems, and digital photography systems are widely used in pediatric dentistry practices (Panwar et al., 2023; Siqueira et al., 2021).

3.1. Digital Radiography

Digital radiography is applied in indirect, semi-direct (phosphor plate/wireless), and direct systems. The main advantages are reduced radiation dose in pediatric patients, rapid image acquisition, the ability to edit images, and easy data sharing. The disadvantages are high cost, difficulty in using sensors, and difficulty in infection control (Brian et al., 2007; Soğur et al., 2011; Van Der, 2008).

3.2. Intraoral Scanners

Intraoral scanners enable repeatable, fast, and comfortable data acquisition by creating three-dimensional digital models of teeth and soft tissues (Raith et al., 2017). Taking impressions, especially before restorative, prosthetic, or space-maintaining procedures, can cause discomfort in pediatric patients; digital scanners significantly simplify this process (Cave et al., 2018). In sensitive cases such as cleft lip and palate, intraoral scanners reflect anatomical details more accurately than traditional methods and eliminate the risks of aspiration or airway obstruction (Mello et al., 2013; Patel et al., 2019).

3.2.1. Detection of Caries and Dental Plaque Analysis with Intraoral Scanners

Considering the disadvantages of caries diagnostic tools, intraoral scanners have been developed to increase diagnostic accuracy, particularly in the detection of early-stage caries lesions. The new generation of intraoral scanners enable the early detection and three-dimensional analysis of occlusal and approximal caries. (Litzenburger et al., 2022; Michou et al., 2022). The three commercially available intraoral scanners-Trios 4 and 5 (3Shape, Copenhagen, Denmark), iTero Element Five-Dimensional (Align Technology, San José, CA, USA) and Planmeca Emerald S (Planmeca, Helsinki, Finland) have been recommended for the detection of approximal and occlusal caries.

Among these devices, Trios 4 and 5 utilise fluorescence technology to distinguish between sound and decayed tooth tissue. In contrast, the iTero Element Five-Dimensional and Planmeca Emerald S systems employ near-infrared (NIR) technology. NIR imaging utilises differences in the scattering and absorption of infrared light based on the mineralisation level of dental tissues (Schlenz et al., 2022; Michou et al., 2022). In general, every intraoral scanner has its own advantages and limitations. To date, a universal intraoral scanner that is accepted as the gold standard for the diagnosis of both occlusal and approximal caries has not yet been identified (Lin et al., 2023).

In dental plaque analysis, intraoral scanners enable the digital quantitative assessment of plaque accumulation surface area and distribution. While traditional plaque indices (e.g., Silness-Löe, etc.) involve clinician-dependent subjective assessments, software-based analyses performed on 3D models obtained with IOS allow for the percentage calculation of the plaque-covered surface area (Gkavela et al., 2024). In the literature, it is reported that intraoral scanner images combined with plaque staining agents provide more objective and reproducible measurements when analysed using colour segmentation and surface area calculation methods (Guo et al., 2024; Yoshiga et al., 2024). A study conducted by Meşeli et al. indicated a positive and high correlation between the Turesky Modified Quigley-Hein Plaque Index and the plaque area measured using an intraoral scanner (Meşeli et al., 2025). In addition, previous planimetric studies have demonstrated that 3D scan images are compatible with intraoral camera data and can reliably track plaque accumulation changes (Yoshiga et al., 2024). It is noted that intraoral scanner-based plaque analysis, particularly in paediatric patients and individuals undergoing orthodontic treatment, provides motivational visual feedback and

contributes to the quantitative assessment of plaque changes before and after treatment in longitudinal studies.

Figure 1. An example of a digital model captured with an intraoral scanner



Figure 2. An example of plaque visualization on a digital model obtained using an intraoral scanner after the application of a plaque disclosing agent.



3.3. Cone Beam Computed Tomography (CBCT)

CBCT systems provide critical data for complex orthodontic cases, impacted teeth, trauma cases, and surgical planning by providing three-dimensional anatomical information. The CBCT data obtained can be integrated with intraoral scan data to enable comprehensive digital planning (Baraka et al., 2025; Mortazavi et al., 2025).

3.4. Digital Photography Systems

Digital imaging systems provide high-resolution, standardized images for pre-treatment assessment, planning, and post-treatment evaluation. They are also used as an effective tool for patient education and communication (Ali et al., 2024).

This digital infrastructure plays a critical role in increasing diagnostic accuracy in pediatric dentistry, shortening treatment times, supporting multidisciplinary approaches, and ensuring comfort and safety for pediatric patients. The combined use of intraoral scanners, CBCT, and digital photography systems in clinical practice significantly increases both treatment effectiveness and patient satisfaction.

Table 1. Applications of Digital Photography Systems

Area of Use	Description
Treatment planning	Detailed examination of the clinical condition
Post-treatment assessment	Visual monitoring of treatment effectiveness
Patient education	Patient and family information with visual support

3.5. Artificial Intelligence for Dental Caries Detection

Artificial intelligence-based tooth decay detection is an important technology that supports the process of early diagnosis and accurate diagnosis in dentistry. These systems typically analyze dental X-ray images to automatically identify areas where decay may occur. Models developed using Artificial Intelligence and Deep Learning methods, in particular, can detect even minor changes in dental images (Al-Khalifa et al., 2024). This makes it possible to detect early-stage cavities that dentists might otherwise miss. One of the most commonly used methods in this process is Convolutional Neural Networks (CNN) algorithms, which are highly effective in image processing (Anwar et al., 2018).

These applications have become an important tool supporting diagnosis and treatment processes, particularly in pediatric dentistry. Artificial intelligence systems can analyze X-ray images obtained from pediatric patients to assess the risk of decay and assist the dentist in decision-making. This shortens the diagnosis time and allows for more accurate treatment planning. In addition, early diagnosis enables the detection of cavities that are still in their initial stages, reducing the need for unnecessary invasive procedures and making the dental experience more comfortable for pediatric patients (Vishwanathaiah et al., 2023; Naeimi et al., 2024).

4. DIGITAL TREATMENT APPLICATIONS IN PEDIATRIC DENTISTRY

Following the digital data collection phase, the obtained data is analyzed using computer-aided design software, and treatment planning is carried out based on this data. Computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) technologies play an important role in pediatric dentistry in the design and production processes of restorations, appliances, and other dental devices (Akkuş et al., 2023).

4.1. CAD-CAM Applications

CAD/CAM technology was first used in dentistry in the 1970s by Duret and Preston, and has become increasingly popular today (Roychowdhury et al., 2023; Davidowitz et al., 2011). In these systems, three-dimensional (3D) digital images of intraoral tissues are obtained using intraoral scanners. 3D planning and design are performed on the digital data using CAD software, and the designs are transferred to CAM systems, enabling the rapid and precise production of 3D solid restorations within the digital workflow (Miyazaki et al., 2009). Additionally, CAD/CAM systems enable the production of more precise dental restorations

by reducing extensive laboratory stages and human error, offering fast, effective, and patient-friendly treatment options as alternatives to traditional treatments (Tokuc et al., 2022). Due to these advantages, the use of CAD/CAM technology in pediatric dentistry has become a current research topic in line with the need for effective treatment options that can be completed in a shorter time (Huang et al., 2024).

4.1.1. CAD/CAM-Supported Space Maintainers

A common result of untreated dental caries that is too damaged to repair is the early loss of primary teeth. This situation can lead to malocclusion in permanent teeth due to loss of space in the dental arch, tilting of adjacent teeth, and disruption of arch integrity (Malik et al., 2012). For this reason, space maintainers are used after extraction to ensure proper functional occlusion until permanent teeth erupt in children (Halal et al., 2017). With the increasing use of digital applications in pediatric dentistry, the digital production of space maintainers used after early primary tooth loss has emerged as an important innovation. These appliances, produced using modern and biocompatible materials via CAD/CAM systems or three-dimensional (3D) printers, are defined as digital space maintainers (Dhanotra et al., 2021). Due to the disadvantages of traditional retainers, such as corrosion, appliance breakage, and metal content, aesthetic, metal-free fiber-reinforced composite retainers and CAD/CAM-supported ceramic band-loop retainers have been developed (Soni et al., 2017). Digital space maintainer production materials offer significant advantages due to their strong mechanical properties, dimensional stability at high temperatures, biocompatibility, and safe use in patients with metal allergies (Maekawa et al., 2015). Furthermore, errors that may occur during the measurement stage in traditional methods, polymerization shrinkage related to the material, and technician-related accuracy issues are largely eliminated through digital planning and production processes;

this shortens treatment time and increases patient satisfaction (Guo et al., 2020).

4.1.2. CAD-CAM-Supported Restorative Applications

In pediatric dentistry, stainless steel crowns are traditionally used to treat primary molars with excessive crown decay. However, with increasing aesthetic expectations, zirconia crowns have emerged as an alternative for these restorations (Park et al., 2023). Although zirconia crowns offer advantages in terms of aesthetics and fit, they may prolong the procedure time and increase the risk of gingival trauma due to the need for excessive tooth reduction and subgingival preparation (Huang et al., 2024). For this reason, resin-based or hybrid pediatric zirconium crowns are preferred in pediatric patients to reduce wear on opposing teeth and provide a more conservative approach (Dursun et al., 2018). After cleaning the tooth to be crowned, preparing the resin core, and performing the appropriate preparation, digital planning based on quarter-arch scans taken with intraoral scanners enables CAD/CAM-supported resin or hybrid ceramic crowns to be produced quickly and accurately (Davidovich et al., 2020).

The literature reports that CAD/CAM restorations yield successful clinical results in pediatric patients, particularly in permanent teeth (Akarçay et al., 2021). The long-term marginal adaptation and structural integrity of CAD/CAM-produced full crown restorations in permanent first molars that have undergone endodontic treatment suggest that this approach is functionally reliable (Davidovich et al., 2020). In addition, the development of smaller composite blocks specific to primary teeth has shortened the restoration production time, facilitating clinical application in pediatric patients (Demirel et al., 2017; Elisabeth et al., 2018).

CAD/CAM-supported composite onlays and endocrown restorations are considered alternatives to traditional full crowns in deciduous molars with severe tissue loss. These restorations

offer a significant advantage in the restoration of endodontically treated teeth, as they require minimal invasive preparation and demonstrate high adaptation to the tooth (Einhorn et al., 2019; Bilgin et al., 2016). Current studies show that these CAD/CAM-produced restorations provide adequate aesthetic and functional performance in primary teeth (Demirel et al., 2017; Mourouzis et al., 2019).

The results reported in a study indicate that indirect resin composite onlays produced with CAD/CAM may be a clinically competitive alternative to stainless steel crowns (Mittal et al., 2026). In addition to higher cumulative survival rates, shorter treatment duration and increased aesthetic satisfaction are key factors contributing to the increased preference for these restorations among children and parents (Akarçay et al., 2021).

5. DIGITAL TECHNOLOGIES IN BEHAVIOR MANAGEMENT

Behavior management in pediatric dentistry is a key factor that directly impacts the success of the treatment process. In recent years, with the advancement of digital technologies, new approaches have emerged to reduce dental anxiety and fears in pediatric patients. Virtual reality (VR) glasses, augmented reality applications, mobile games, and interactive screens, in particular, help children have a more comfortable treatment experience by distracting them from dental procedures. These technologies are considered a digital extension of the distraction method and increase pediatric patients' compliance with dental treatment. (AAPD, 2023; Al-Halabi, 2018).

Technology-based distraction techniques are considered acceptable by both pediatric dentists and parents/caregivers, while their applicability varies depending on the costs and resources required for implementation. There is moderate

certainty of evidence supporting the use of VR headsets during restoration placement. However, recommendations for other technology-based approaches, such as audio songs and Audio video device (AVD)/3D glasses, are based on evidence with very low certainty.

Clinicians should ensure that any video or VR headset used meets the necessary standards for eye protection during dental treatment. Additionally, it may be appropriate to periodically monitor the child's eyes to see how they are responding to treatment and to check for any possible early signs related to health. In addition, care should be taken to ensure that hearing-impaired children can fully see their surroundings. Before implementing new behavior management techniques in their practices, pediatric dentists should use their clinical judgment, taking into account their own clinical experience, patient preferences, costs, and necessary resources (Dhar et al., 2023).

6. TELEDENTISTRY APPLICATIONS

Teledentistry is an approach that enables dental services to be provided remotely using telecommunications technologies, offering significant advantages in pediatric dentistry, particularly in terms of accessibility and monitoring. Accessing oral health services for children can be difficult due to anxiety levels, geographical barriers, and time constraints; teledentistry can improve access by reducing the number of clinic visits through remote consultation, screening, and oral hygiene education, and can provide parents with early feedback on their child's condition, thereby benefiting both preventive care and treatment planning (Suganya et al., 2024). Furthermore, systematic reviews have shown that teledentistry is considered an acceptable screening and follow-up tool for children when compared to conventional

examinations, indicating its potential benefits, particularly in school-based programs and long-term care in remote areas. (Suganya et al., 2024).

However, there are also limitations to the use of teledentistry in pediatric dentistry; factors such as the inability to completely replace physical examinations, the inability to perform radiographic evaluations, diagnostic difficulties due to image quality, infrastructure and technology deficiencies, and data security and privacy concerns constitute these limitations (Goswami et al., 2021; Kanani et al., 2024). For this reason, teledentistry should be viewed as a supportive and complementary tool in pediatric dentistry, applied only for specific services such as preliminary screening, consultation, and follow-up. In cases requiring serious diagnosis and treatment, it must be integrated with in-person clinical examination and intervention.

7. CONCLUSION

Digital technologies have fundamentally transformed the processes of diagnosis, treatment, and patient management in pediatric dentistry, providing significant advantages for both dentists and patients. Digital radiography, CBCT, intraoral scanners, and AI-assisted diagnostic systems enable early diagnosis by increasing diagnostic accuracy, while restorative and space-maintaining appliances produced with CAD/CAM technologies shorten treatment times and increase clinical accuracy. Additionally, virtual and augmented reality applications reduce dental anxiety in pediatric patients, thereby supporting their compliance with treatment.

Teledentistry applications facilitate access and provide support in preventive care, counseling, and follow-up processes, proving particularly beneficial for pediatric patients in remote

areas. However, limitations such as the inability to completely replace physical examinations and data security concerns should be taken into account. In general, digital transformation increases treatment effectiveness and patient satisfaction in pediatric dentistry, and in the future, artificial intelligence and personalized CAD/CAM applications will enable the spread of more standardized, safe, and patient-centered clinical approaches.

REFERENCES

- Abdulrahman, A.B., Martini, I., Mokeem, L., Alsaahfi, R., Majeed-Saidan, A., ... Hathal, H.A. (2023). Three-dimensional (3D) printing in dental practice: applications, areas of interest, and level of evidence. *Clin Oral Investig*, 27, 2465-2481.
- Akarçay, Ç., & Güzel, K.U. (2021). İnteraoral Tarayıcı ve Cad/Cam Sistemlerinin Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 11(1), 78-84.
- Akkuş, M. G., Ozdas, D. O., Küçükkılıç, D. S., & Kökat, A. M. (2023). Who says that CAD/CAM cannot be done for children?. *International Dental Journal*, 73, S34.
- Al-Halabi, M., Bshara, N., & AlNerabieah, Z. (2018). Effectiveness of audiovisual distraction using virtual reality eyeglasses versus tablet device in child behavioral management during dental treatment. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 42(3), 197–203.
- Ali, S. F. M., Jasim, A. A., & Muhsen, S. J. (2024). Assessment of Image Quality and Child Acceptance for DSLR, Bridge and Smartphone Cameras Used in Dental Photography (A Comparative Study). *Tikrit Journal for Dental Sciences*, 12(1), 58-68.
- Al-Khalifa, K.S., Ahmed, W.M., Azhari, A.A., Qaw, M., ... Alsheikh, R., Alqudaihi, F. (2024). The Use of Artificial Intelligence in Caries Detection: A Review. *Bioengineering*, 11(9), 936.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2023). Behavior Guidance for the Pediatric Dental Patient. *Pediatric Dentistry*, 45(6), 292-310.

- Anwar, S.M., Majid, M., Qayyum, A., Awais, M., Alnowami, M., Khan, M.K. (2018). Medical Image Analysis using Convolutional Neural Networks: A Review. *J Med Syst*, 42, 226.
- Baraka, M., Ghorab, H. M., Anter, E., & ElKersh, N. M. (2025). Indications and technical parameters of cone beam computed tomography in paediatric dentistry at Alexandria and Cairo universities: a retrospective study. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 1-9.
- Bilgin, M., Erdem, A., Tanrıver, M. (2016). CAD/CAM Endocrown fabrication from a polymer-infiltrated ceramic network block for primary molar: A Case Report. *J Clin Pediatr Dent*, 40, 264-268.
- Brian, J.N., Williamson, G.F. (2007). Digital radiography in dentistry: A survey of Indiana dentists. *Dentomaxillofacial Radiol*, 36, 18-23.
- Cave, V., Keys, W. (2018). Digital and conventional impressions have similar working times. *Evid Based Dent*, 19, 84-85.
- Davidovich, E., Dagon, S., Tamari, I., Etinger, M., Mijiritsky, E. (2020). An innovative treatment approach using digital workflow and CAD-CAM part 2: The restoration of molar incisor hypomineralization in children. *Int J Environ Res Public Health*, 17, 1499.
- Davidowitz, G., Kotick, P.G. (2011). The use of CAD/CAM in dentistry. *Dent Clin North Am*, 55(3), 559-570.
- Demirel, A., Bezgin, T., Akaltan, F., Sarı, S. (2017). Resin nanoceramic CAD/CAM restoration of the primary molar: 3-year follow-up study. *Case Rep Dent*, 3517187.
- Dhanotra, K.G.S., Bhatia, R. (2021). Digitainers-digital space maintainers: A review. *Int J Clin Pediatr Dent*, 14(S1), S66-S72.

- Dhar, V., Gosnell, E., Jayaraman, J., Law, C., Majstorović, M., Marghalani, A. A., ... Wedeward, R. (2023). Nonpharmacological behavior guidance for the pediatric dental patient. *Pediatric dentistry*, 45(5), 385-410.
- Dursun, E., Costa, A.M., Da Moussally, C. (2018). Chairside CAD/CAM composite onlays for the restoration of primary molars. *J Clin Pediatr Dent*, 42, 349-354.
- Einhorn DuVall, N., Wajdowicz, M., Brewster, J., Roberts, H. (2019). Preparation ferrule design effect on endocrown failure resistance. *J Prosthodont*, 28, 237-242.
- Elisabeth, D., Monnier-Da Costa, A., Moussally, C. (2018). Chairside CAD/CAM Composite Onlays for the Restoration Of Primary Molars. *J Clin Pediatr Dent*, 42, 349-354.
- Garcovich, D., Lipani, E., Aiuto, R., Alvarado Lorenzo, A., & Adobes Martin, M. (2024). Application of digital workflow and technologies in clinical paediatric dentistry: a scoping review. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 25(5), 731-766.
- Gkavela, G., Nørrisgaard, P.E., & Rahiotis, C. (2024). Level of agreement between plaque detection with clinical assessment and assessment on intraoral scanner. *Dentistry Journal*, 12(12), 395.
- Goswami, M., Nangia, T., Saxena, A., Chawla, S., Mushtaq, A., Singh, S.R., & Jaini P. (2021) Practical Applicability of Teledentistry in Pediatric Patients Amidst Pandemic : A Narrative Review. *Front Dent Med*, 2, 748089.
- Guo, H., Wang, Y., Zhao, Y., Liu, H. (2020). Computer-aided design of polyetheretherketone for application to removable pediatric space maintainers. *BMC Oral Health*, 20, 1-10.

- Guo, S., Chen, H., Zhang, Y., Gao, L., Wu, F., & Sun, Y. (2024). *Establishment and evaluation of a 3D quantitative analysis method for dental plaque based on an intraoral scanner technique. International Journal of Computer Dentistry, 27(2), 141–149.*
- Gülbahçe, E.K., Berber, E.Ş. & Yetkiner, A.A. (2022). Pedodontide Dijital Diş Hekimliği Uygulamaları. *Journal of Ege University School of Dentistry/Ege Üniversitesi Dis Hekimligi Fakültesi Dergisi, 43.*
- Halal, R., Nohra, J. & Akel, H. (2017). Conservative anterior treatment with CAD-CAM technology and polymer-infiltrated ceramic for a child with amelogenesis imperfect: A 2-year follow-up. *J Prosthet Dent, 3913(17), 30510-3.*
- Huang, H. Y., Yang, Y. T., Chuang, C. C., Shen, Y. K., Chen, M. H., & Lin, W. C. (2024). Evaluation of the clinical application of personalized 3D printing and CAD/CAM resin crowns to replace stainless steel crowns in paediatric dentistry. *International Journal of Paediatric Dentistry, 34(6), 811-821.*
- Jasinevicius, T.R., Landers, M., Nelson, S., & Urbankova, A. (2004). An evaluation of two dental simulation systems: virtual reality versus contemporary non-computer-assisted. *J Dent Educ, 68(11), 1151–62.*
- Joda, T., Gallucci, G.O., Wismeijer, D., & Zitzmann, N.U. (2019). Augmented and virtual reality in dental medicine: a systematic review. *Comput Biol Med, 108, 93-100.*
- Kanani, H., Khubchandani, M., Dangore-Khasbage, S., Pandey, R. (2024). Teledentistry: A Comprehensive Review and Its Application in Pediatric Dental Care. *Cureus, 16(1), e52685.*

- Lars, C. (2019). Digital Workflows In Contemporary Orthodontics. *APOS Trends Orthod*, 7 (1), 12-18.
- Lin, W.S., Alfaraj, A., Lippert, F., Yang, C.C. (2023). Performance of the caries diagnosis feature of intraoral scanners and near-infrared imaging technology-A narrative review. *J Prosthodont*, 32, 114-124.
- Litzenburger, F., Heck, K., Kaisarly, D., Kunzelmann, K.H. (2022). Diagnostic validity of early proximal caries detection using near-infrared imaging technology on 3D range data of posterior teeth. *Clin Oral Investig*, 26(1), 543-553.
- Maekawa, M., Kanno, Z., Wada, T., Hongo, T., Doi, H., Hanawa, T., ... & Uo, M. (2015). Mechanical properties of orthodontic wires made of super engineering plastic. *Dental Materials Journal*, 34(1), 114-119.
- Malik, K., Gadhia, K., Arkutu, N., McDonald, S., Blair, F. (2012). The interdisciplinary management of patients with amylogenesis imperfecta - restorative dentistry. *Brit Dent J*, 212(11), 537-42.
- Mello, B.Z.F., Fernandes, V.M., Carrara, C.F.C., Machado, M.A.A.M., Garib, D.G., Oliveira, T.M. (2013). Evaluation of the intercanine distance in newborns with cleft lip and palate using 3D digital casts. *J Appl Oral Sci*, 21, 437-442.
- Meşeli, S., Korkut, B., & Tağtekin, D. (2025). A Novel Approach to Dental Plaque Scoring: Digital Imaging Techniques. *Selcuk Dental Journal*, 12(2), 273-277.
- Michou, S., Vannahme, C., Bakhshandeh, A., Ekstrand, K.R., Benetti, A.R. (2022). Intraoral scanner featuring transillumination for proximal caries detection. An in

vitro validation study on permanent posterior teeth. *J Dent*, 16, 103841.

Mittal, H., Goyal, A., Gauba, K., Kapur, A. (2016). Clinical Performance of Indirect Composite Onlays as Esthetic Alternative to Stainless Steel Crowns for Rehabilitation of a Large Carious Primary Molar. *J Clin Pediatr Dent*, 40, 345–352.

Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., Tamaki, Y.A. (2009). Review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*, 28(1), 44-56.

Mortazavi, S., Sahebalam, R., Sadeghi, S., & Shiezhadeh, I. (2024). Cone-Beam Computed Tomography Prescriptions in Pediatric Dentistry. *Journal of Craniomaxillofacial Research*, 11(4).

Mourouzis, P., Arhakis, A., Tolidis, K. (2019). Computer-aided Design and Manufacturing Crown on Primary Molars: An Innovative Case Report. *Int J Clin Pediatr Dent*, 12, 76-79.

Naeimi, S.M., Darvish, S., Salman, B.N., Luchian, I. (2024). Artificial Intelligence in Adult and Pediatric Dentistry: A Narrative Review. *Bioengineering*, 11(5), 431.

Orhan, A. I., Bezgin, T., & Orhan, K. (2024). Digital dentistry applications in pediatric dentistry. In K. Orhan (Ed.), *Digital dentistry: An overview and future prospects* (pp. 199–220). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Özdoğan, L.A., Güven, Y., & Aktören, O. (2022). Mobile Applications in Dentistry: Traditional Review. *Turkiye Klin J Dent Sci*, 28, 450-458.

- Panwar, M., Gupta, S., Singh, U., Das, A., & Isha, S. (2023). Role of intraoral scanners in pediatric dentistry. *Int J Med Dent Sci*, 12(1), 2071-2076.
- Park, S., Cho, W.-T., Lee, H., Bae, J., Jeong, T., Huh, J., & Shin, J. (2023). Strength and Surface Characteristics of 3D-Printed Resin Crowns for the Primary Molars. *Polymers*, 15.
- Patel, J., Winters, J., Walters, M. (2019). Intraoral Digital Impression Technique for a Neonate With Bilateral Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate-Craniofacial J*, 56, 1120-1123.
- Peng, M., Li, C., Huang, C., Liang, S. (2021). Digital technologies to facilitate minimally invasive rehabilitation of a severely worn dentition. *J Prost Dent*, 126,167-72.
- Raith, S., Vogel, E. P., Anees, N., Keul, C., Güth, J. F., Edelhoff, D., & Fischer, H. (2017). Artificial Neural Networks as a powerful numerical tool to classify specific features of a tooth based on 3D scan data. *Computers in biology and medicine*, 80, 65-76.
- Rekow, E.D. (2020). Digital dentistry: The new state of the art-Is it disruptive or destructive. *Dent Mater*, 36(9), 9-24.
- Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., ... & Ducret, M. (2017). Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *Journal of healthcare engineering*, 2017(1), 8427595.
- Roychowdhury, S., Saha, N., Mandal, P., Biswas, D., & Nair, V. (2023). Application of 3D Printing in Pediatric Dentistry. *Journal of Research and Advancement in Dentistry*, 14, 1-5.

- Schlenz, M.A., Schupp, B., Schmidt, A., Wöstmann, B., ... Baresel, I., Krämer, N. (2022). New caries diagnostic tools in intraoral scanners: a comparative in vitro study to established methods in permanent and primary teeth. *Sensors (Basel)*, 22(6), 2156.
- Siqueira, R., Galli, M., Chen, Z., Mendonça, G., Meirelles, L., Wang, H.-L., & Chan, H. (2021). Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 25, 6517-6531.
- Soğur, E., Baksı, B.G. (2011). İnteraoral Dijital Görüntüleme Sistemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*, 21, 249-254.
- Soni, H.K. (2017). Application of CAD-CAM for fabrication of metal-free band and loop space maintainer. *J Clin Diagnostic Res*, 11(2), ZD14-ZD16.
- Suganya, M., Mali, S., & Rao, U. S. M. (2024). A Systematic Review on the use of Teledentistry in Pediatric Dentistry. *International Journal of Medical Research & Health Science*, 17, 24-31.
- Tokuc, M., & Yilmaz, H. (2022). Comparison of fit accuracy between conventional and CAD/CAM-fabricated band-loop space maintainers. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 32(5), 764-771.
- Van Der Stelt, P.F. (2008). Better imaging: The advantages of digital radiography. *J Am Dent Assoc*, 139, S7-S13.
- Vishwanathaiah, S., Fageeh, H.N., Khanagar, S.B., Maganur, P.C. (2023). Artificial Intelligence Its Uses and Application in Pediatric Dentistry: A Review. *Biomedicines*, 11(3), 788.
- Yoshiga, C., Kobatake, R., Doi, K., Oue, H., Kawagoe, M., & Tsuga, K. (2024). *Evaluation of blue and red two-tone*

colored staining solution for dental plaque imaging using an intraoral scanner. Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 16(7), e845–e850.

EVALUATION OF STRESS DISTRIBUTIONS CAUSED BY DIFFERENT SPLINT TYPES APPLIED TO TRAUMATIZED TEETH USING FINITE ELEMENT ANALYSIS

Yasemin Derya FİDANCIOĞLU¹

Emre KORKUT²

1. INTRODUCTION

Traumatic dental injuries are one of the most common oral health problems in childhood and adolescence, second only to dental caries. These injuries can lead to significant functional and esthetic problems, as well as long-lasting psychosocial effects [1]. A meta-analysis of 102 studies reported that the global average prevalence of dental trauma is 15.2%. Outside of cases involving physical violence, these injuries typically result from accidents or impacts and predominantly affect the anterior teeth [2,3].

Traumatic dental injuries are classified into various clinical types, including enamel infractions, uncomplicated and complicated crown fractures, root fractures, luxations (intrusion, extrusion, lateral luxation, subluxation), and avulsion. While the management of each type of trauma varies, the application of a splint is a cornerstone of treatment, especially in cases of displaced luxations and replanted avulsed teeth [4]. The primary objective of treatment is to restore the tooth to an acceptable level of function and appearance. Splinting plays a crucial role as

¹ Öğr. Gör. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Bölümü, ORCID: 0000-0002-0260-6458.

² Prof. Dr., Karabük Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0001-6976-3071.

periodontal healing primarily occurs within the first seven days following trauma [5].

The prognosis for healing is directly influenced by both the duration and the flexibility of the splint. Rigid and prolonged splinting has been shown to cause stress accumulation, which can increase the risk of complications such as ankylosis and replacement resorption [2,5]. In contrast, flexible splints that permit physiological tooth mobility are known to promote periodontal blood circulation and collagen production, thereby accelerating the healing process. A physiological mobility range of approximately 30–150µm is considered safe and beneficial for periodontal healing [6].

Several types of splints are currently used in clinical practice:

Composite-Wire Splint (CWS): Often used for luxation and simple root fracture cases, this splint's rigidity increases with wire thickness, particularly when it is 0.4 mm or greater, which can negatively affect healing.

Fiber-Ribbon Splint (FRS): An esthetic and flexible option, it is well-suited for anterior teeth, as it maintains physiological mobility and supports PDL healing.

Titanium Trauma Splint (TTS): This modern, minimally invasive splint allows for physiological mobility and is commonly used in cases of avulsion and severe luxations.

Composite Splint (CS): Although easy to apply, its rigid structure may lead to complications such as ankylosis and root resorption, especially with long-term use.

Fishing Line Splint (MS): A flexible material that has been suggested for pediatric cases, it is reported to mimic natural tooth mobility, offering an advantage for periodontal healing [7,8,9].

Given the high prevalence of dental trauma and the potential for long-term complications, the proper selection of a splint is a key determinant of clinical success. The aim of this study was to compare the biomechanical behavior of four commonly used splint types (fiber-reinforced composite, composite-wire, titanium trauma splint, and composite splint) in the stabilization of traumatized permanent teeth under vertical and oblique masticatory forces, using three-dimensional finite element analysis to identify the most favorable design for clinical healing and long-term success.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Ethical Approval and Patient Data

Approval for the study was obtained from the Ethics Committee for Non-Drug and Non-Medical Device Research at the Faculty of Dentistry, Necmettin Erbakan University, on December 13, 2018 (decision no: 2018/09). The study retrospectively reviewed DICOM-format computed tomography (CT) images from patients who had previously presented to the Department of Pediatric Dentistry at Necmettin Erbakan University for diagnosis and treatment. The CT scans were originally captured for diagnostic purposes using a Morita 3D Accuitomo 170 device at the Department of Oral and Maxillofacial Radiology. For inclusion, the images were required to show intact maxillary incisors and canines without impaction or absence. A dental CT image from an 11-year-old female patient in the mixed dentition period was ultimately selected for model creation. No new radiographic imaging was performed for the purposes of this research. The computed tomography image used for modeling is shown in Figure 1.

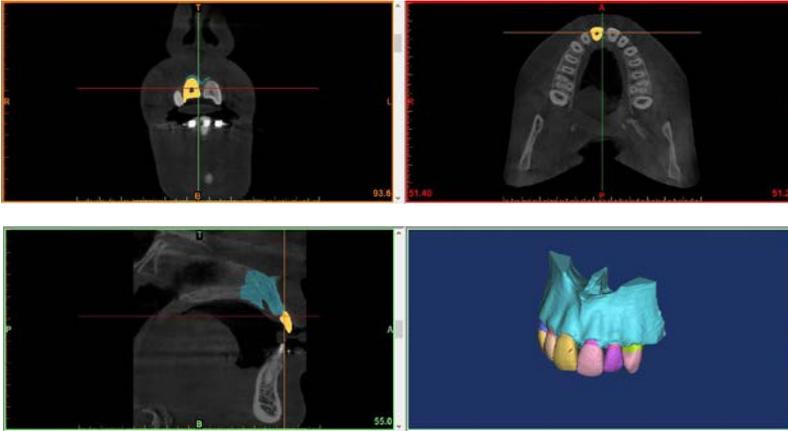


Figure 1.The computed tomography image used for modeling is shown

2.2. Image Processing and Model Creation

The selected DICOM-format CT image of the maxillary anterior region was imported into medical image processing software (Mimics 15.01, Materialise, Leuven, Belgium) to initiate three-dimensional modeling. Within Mimics, Hounsfield unit (HU) values were used to delineate tissue boundaries, allowing for the generation of a mesh model. The HU threshold values were set between 190 and 7020. Manual masking was then performed, followed by refinement of boundary errors and homogenization of point distribution across the model's surfaces. These steps resulted in the creation of distinct three-dimensional tissue models.

The tissue models from Mimics were then transferred as point clouds to the computer-aided design software SolidWorCS (SolidWorCS 2014 Premium, Concord, MA, USA). Using a reverse engineering method, the point clouds were converted into solid bodies representing the enamel, dentin, pulp, and periapical tissues, with scaling based on the thicknesses observed in the CT images. The surfaces of each solidified part were checked for geometric errors and corrected as needed.

As reported in the literature, a successful dentoalveolar trauma simulation requires modeling at least five tissues: enamel, dentin, pulp, periodontal ligament (PDL), and cortical bone. In this study, alveolar bone was also included in the model. The thicknesses of the supporting tissues were assigned based on average values from the literature, with the PDL thickness set at approximately 0.2 mm and the alveolar bone at 0.1 mm. The cementum layer was excluded due to its minimal thickness and similar mechanical properties to dentin [5]. The Young's modulus and Poisson's ratio of the dental and supporting tissues are shown in Table 1.

Tissue/Material	Young's Modulus (GPa)	Poisson's Ratio
Enamel	77.90	0.33
Dentin	16.60	0.31
Pulp	0.00689	0.45
Periodontal Ligament	0.05	0.45
Alveolar Bone	3.50	0.33
Cortical Bone	10.00	0.26
Composite Resin	10.00	0.24
Stainless Steel Wire	2.10	1.10
Titanium	120.00	0.32
Fiber (Ribbond)	23.60	0.32

Table 1. The Young's modulus and Poisson's ratio of the dental and supporting tissues are shown

2.3. Splint and Adhesive Material Modeling

After creating the dental tissue models, five different groups were defined, including a control group and four experimental groups based on the splint types used in the study:

- Control Group (KT): Teeth without splint application.
- Model 1 (FRS): Fiber-Ribbond Splint (Ribbond).
- Model 2 (CWS): Composite-Wire Splint (0.4 mm stainless steel wire).
- Model 3 (TTS): Titanium Trauma Splint (0.2 mm thick).
- Model 4 (CS): Composite Splint.

The splints were designed and manually drawn in SolidWorCS, referencing manufacturer-provided dimensions.

2.4. Finite Element Analysis

The SolidWorCS models were imported into the finite element analysis software for numerical processing. The Young's modulus and Poisson's ratio values for the dental tissues, splint materials, and adhesive materials were sourced from the literature and assigned to the models. All materials were assumed to be homogeneous, isotropic, and linearly elastic. The models were divided into a high-resolution mesh using tetrahedral and triangular elements, a choice suitable for complex geometries.

To simulate chewing forces, two different loads of 150 N were applied to each model:

- A vertical force (F1) applied at a 90° angle to the incisal edge of the tooth.(Figure 2)

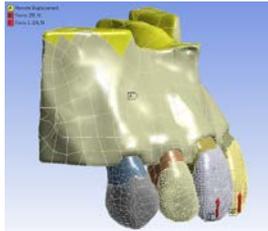


Figure 2. Direction of vertical force (applied at a 90° angle to a 0.99 mm² area located at the center of the incisal edge).

- An oblique force (F2) applied at a 45° angle to the long axis of the tooth's labial surface [10].(Figure 3)



Figure 3. Direction of oblique force (applied at a 45° angle to the long axis of the tooth on a 3.17 mm² area located at the center of the labial surface of the crown).

2.5. Output and Evaluation

The results were evaluated based on the Von Mises stress distribution and displacement values. The stress distributions were presented as color-coded maps, with a scale bar indicating the range of values in megapascals (MPa). Displacement was measured in millimeters (mm). (Figure 4)

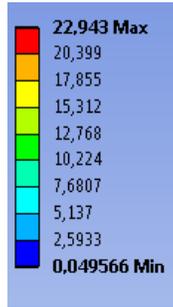


Figure 4. Color and value scale.

3. RESULTS

3.1. Von Mises Stress Values in Dental Tissues Under Applied Forces

3.1.1. Stress Values Resulting from Vertical Force Applications

A vertical load of 150 N was applied to the designated incisal points of the models. The maximum Von Mises stress

values generated in the dental tissues under this load were examined.

- Enamel: Under vertical loading, the highest Von Mises stress values in the enamel were concentrated at the incisal edge region where the force was applied. Although a similar distribution pattern was observed across all splint and control groups, numerical differences were evident between them. (Figure 5)

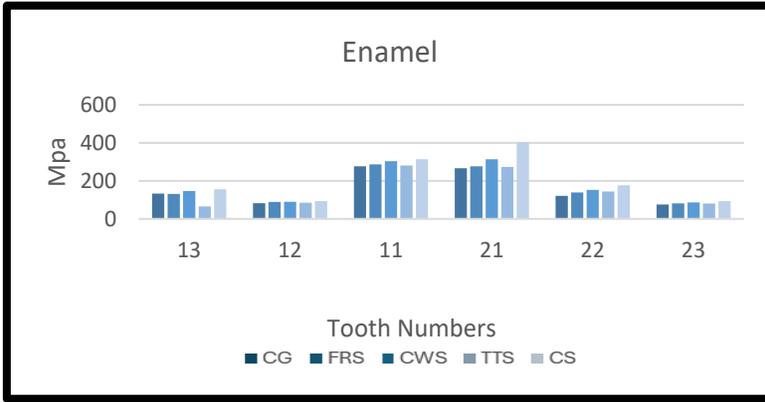


Figure 5. Von Mises Stress Values in Enamel According to Study Groups under Vertical Forces

- Dentin: In dentin, stress distribution extended from the enamel–dentin junction toward the pulp horns. Among the splinted groups, the highest stress values were recorded in the Composite Splint (CS) group, whereas the lowest values were observed in the Titanium Trauma Splint (TTS) group. This finding suggests that the rigid structure of CS transmitted the force more intensely to the dentin, while the more flexible TTS was more effective in dissipating the load. (Figure 6)

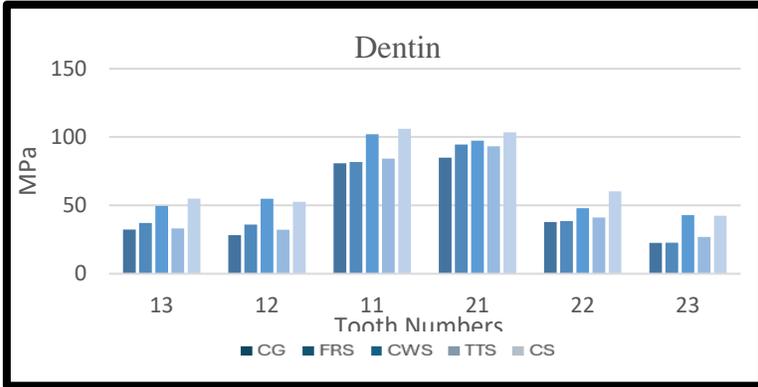


Figure 6. Von Mises stress values in dentin under vertical forces according to the study groups.

- Pulp: Stress values in the pulp tissue under vertical loading were low and comparable across all splint and control groups. None of the models exceeded the critical value for pulpal irritation reported in the literature (2.94 MPa). This finding supports that properly applied splinting does not pose a direct risk to pulp vitality. (Figure 7)

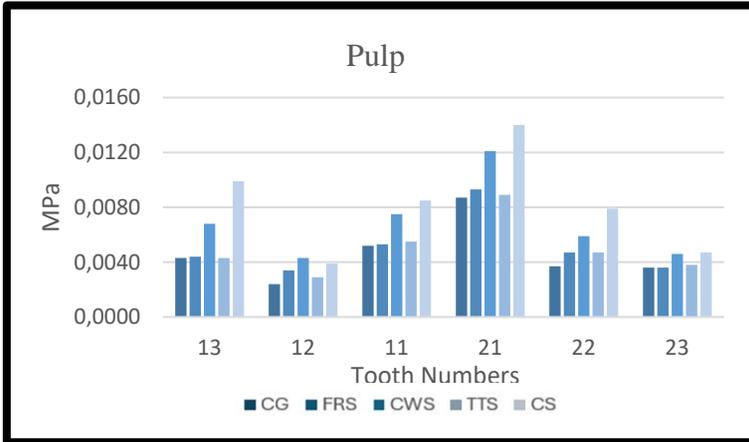


Figure 7. Von Mises stress values in pulp under vertical forces according to the study groups.

- Periodontal Ligament (PDL) and Alveolar Bone: Stress distributions and maximum values in the PDL and alveolar bone under vertical loading were similar across the splint and control groups. The highest stress concentrations were located in the cervical and apical regions of the tooth. These findings suggest that splint application did not create significant differences in the transmission of vertical forces to the supporting structures. Von Mises stress values in PDL and alveolar bone under vertical forces according to the study groups showed at figure 8 and 9.

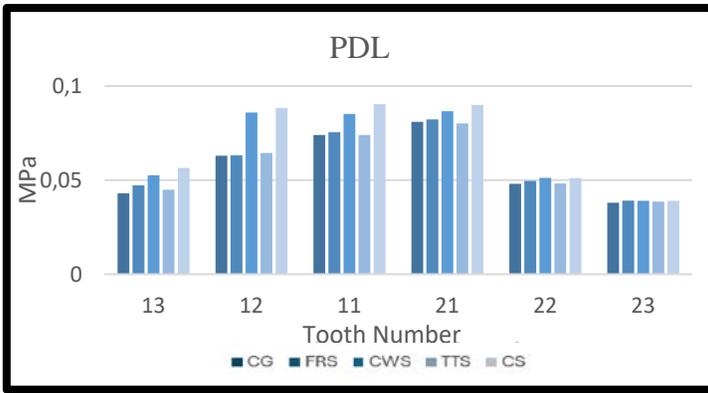


Figure 8. Von Mises stress values in PDL under vertical forces according to the study groups.

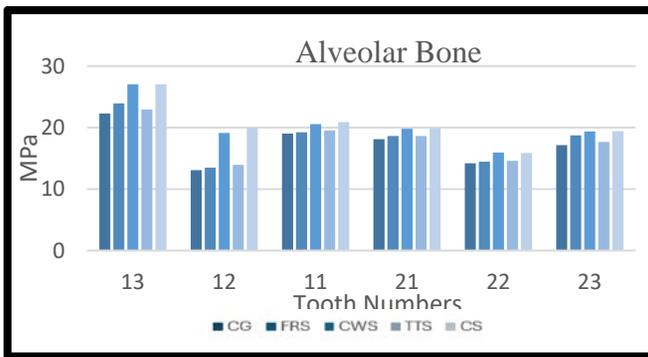


Figure 9. Von Mises stress values in alveolar bone under vertical forces according to the study groups.

Stress Values Resulting from Oblique Force Applications

When a 150 N force was applied at a 45° angle from the palatal aspect, the Von Mises stress values in the dental tissues were assessed.

- Enamel and Dentin: Oblique loading produced higher stress accumulation in all tissues compared with vertical loading. The highest stresses in enamel and dentin were located at the palatal surface where the load was applied and along the enamel–dentin junction. As with vertical loading, the CS group exhibited the highest stress values, while the TTS group demonstrated the lowest. These findings indicate that the rigid CS localized the forces, particularly under lateral loading, whereas the flexible splints distributed stresses over a broader area. Von Mises stress values in enamel and dentin under oblique forces according to the study groups showed at figure 10 and 11.

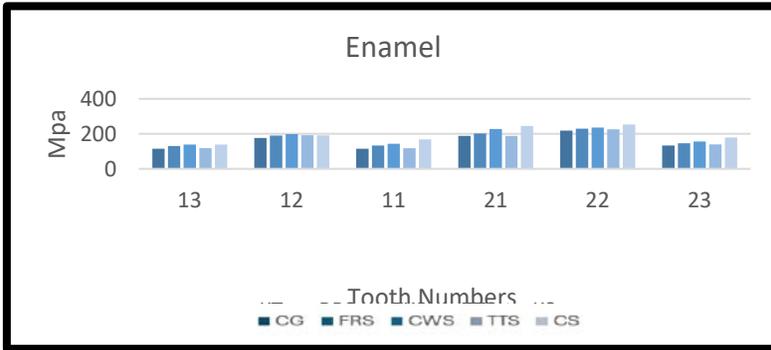


Figure 10. Von Mises stress values in enamel under oblique forces according to the study groups.

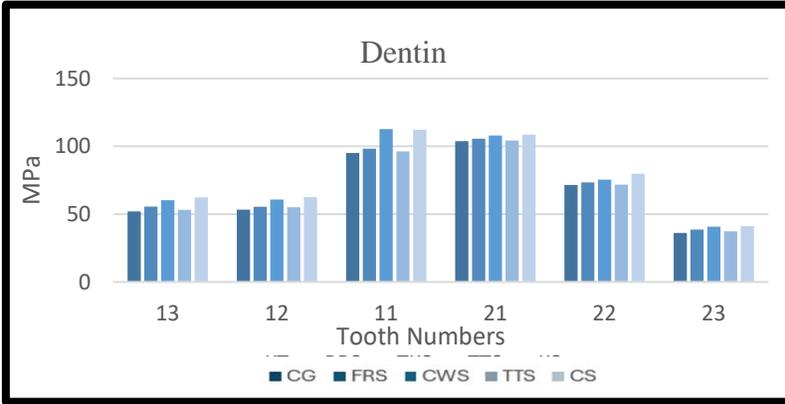


Figure 11. Von Mises stress values in dentin under oblique forces according to the study groups.

- Pulp: Stress levels in the pulp under oblique loading were low and similar across all groups. These results confirm that pulp tissue is preserved against physiological masticatory forces regardless of the splint type used.(Figure 12)

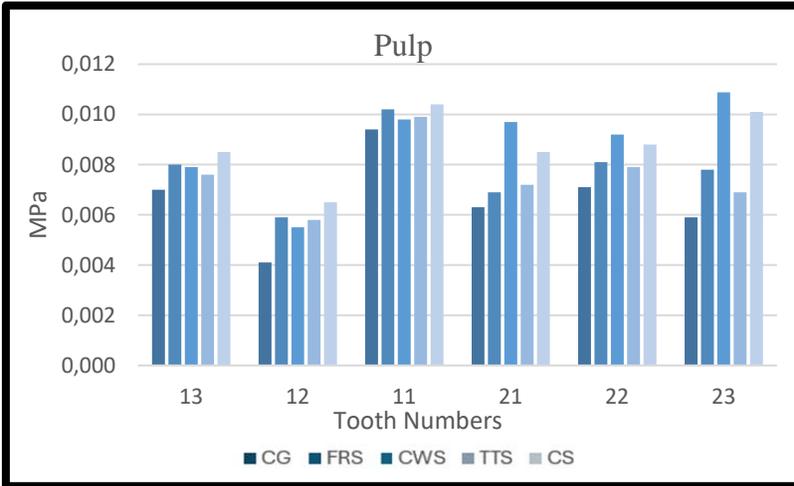


Figure 12. Von Mises stress values in pulp under oblique forces according to the study groups.

- PDL and Alveolar Bone: Stress levels in the PDL and alveolar bone under oblique forces were also similar between splint and control groups. However, differences in the stress distribution patterns between rigid (CS, CWS) and flexible (TTS, FRS) splints may hold clinical significance regarding the long-term biomechanical response of these tissues.

Von Mises stress values in PDL and alveolar bone under oblique forces according to the study groups presented in figure 13 and 14.

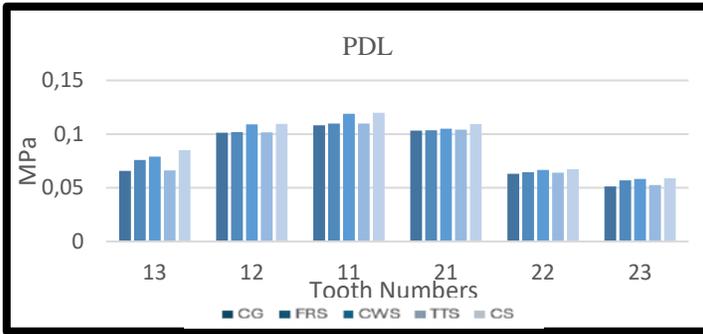


Figure 13. Von Mises stress values in PDL under oblique forces according to the study groups.

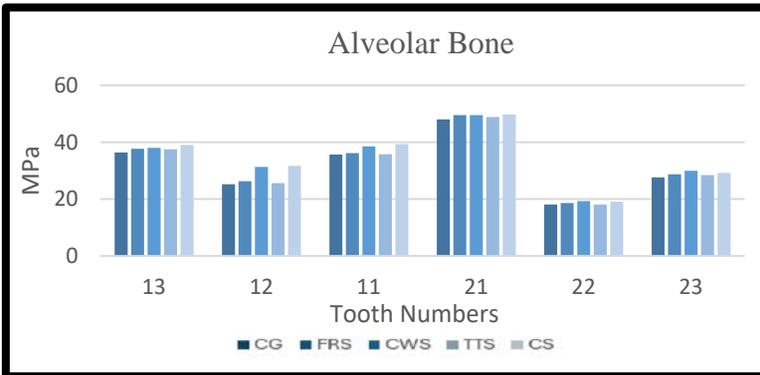


Figure 14. Von Mises stress values in alveolar bone under oblique forces according to the study groups.

Stress Values in Splint Materials and Adhesive Interfaces

- **Splint Materials:** Both vertical and oblique loading produced the highest Von Mises stress values in the CS group, particularly concentrated in the interdental regions. This indicates that due to its brittle and rigid structure, CS is more vulnerable to fracture in these areas finding consistent with clinical observations of interdental failure. In contrast, stresses in the FRS, CWS, and TTS groups were distributed more homogeneously across the splint structure. The Von Mises stress values generated in the splint materials under vertical and 45° oblique loading are presented in Figures 15A–18B.

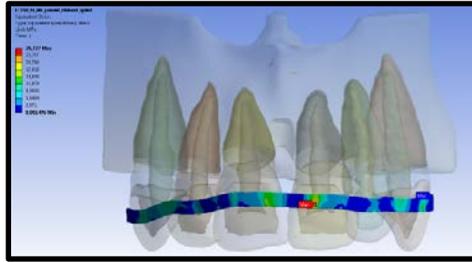


Figure 15.A. Von Mises stress distribution on the splint material of the tooth model with Fiber-Ribbon splint (FRS) under vertical loading.

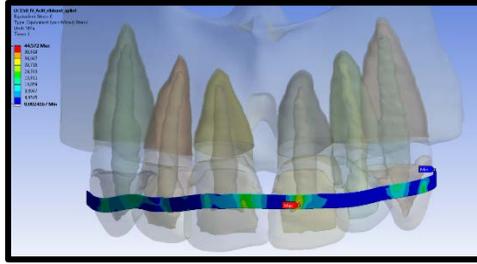


Figure 15.B. Von Mises stress distribution on the splint material of the tooth model with Fiber-Ribbon splint (FRS) under 45° oblique loading.

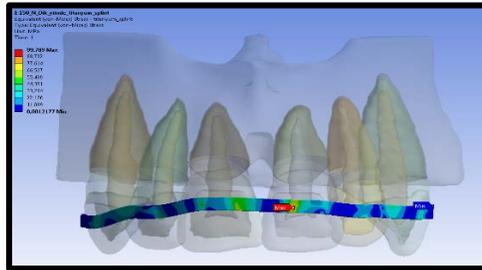


Figure 16.A. Von Mises stress distribution on the splint material of the tooth model with titanium trauma splint (TTS) under vertical loading.

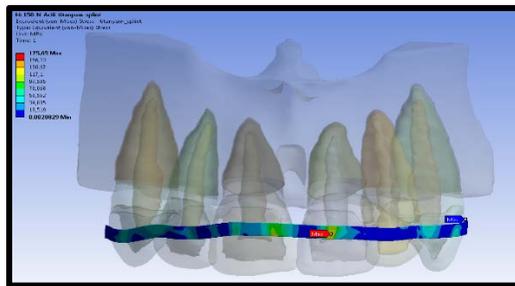


Figure 16.B. Von Mises stress distribution on the splint material of the tooth model with titanium trauma splint (TTS) under 45° oblique loading.

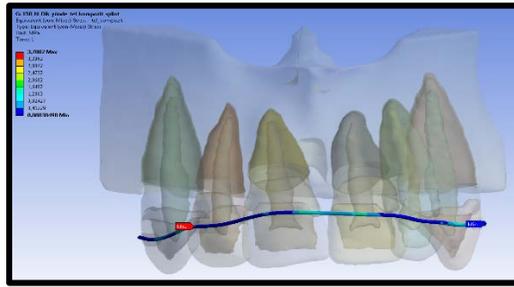


Figure 17.A. Von Mises stress distribution on the splint material of the tooth model with composite-wire splint (CWS) under vertical loading.

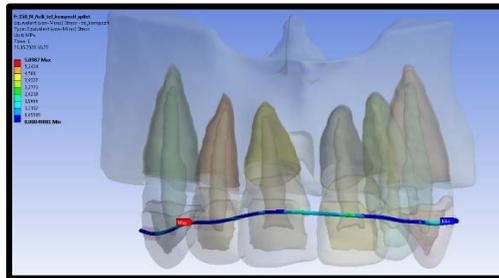


Figure 17.B. Von Mises stress distribution on the splint material of the tooth model with composite-wire splint (CWS) under 45° oblique loading.

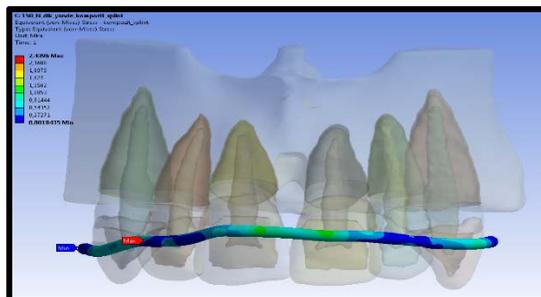


Figure 18.A. Von Mises stress distribution on the splint material of the tooth model with composite splint (CS) under vertical loading.

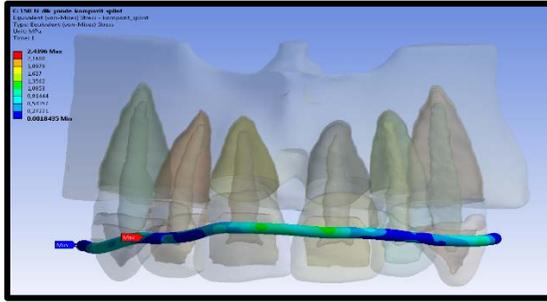


Figure 18.B. Von Mises stress distribution on the splint material of the tooth model with composite splint (CS) under 45° oblique loading.

- Adhesive Interface: The highest stress levels within the adhesive interface were also observed in the CS group. This suggests that the rigidity of CS transfers greater loads to the adhesive layer, increasing the risk of adhesive failure or interfacial debonding between enamel and splint. Conversely, in the CWS, FRS and TTS groups, stress values in the adhesive remained lower and more uniformly distributed. The Von Mises stress distribution in the adhesive materials under vertical and oblique loading is presented in Figures 19 and 20.

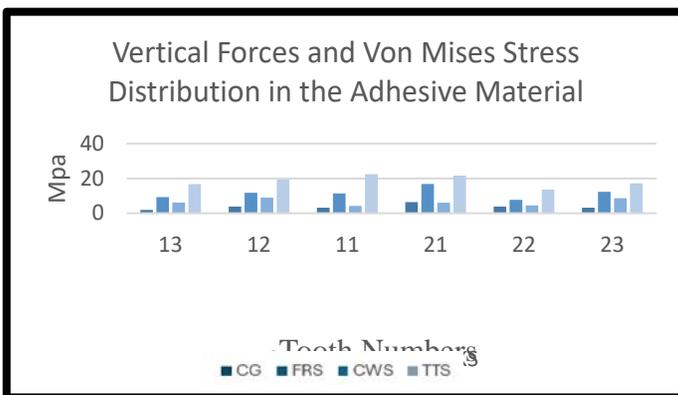


Figure 19. Vertical forces and Von Mises stress distribution in the adhesive material.

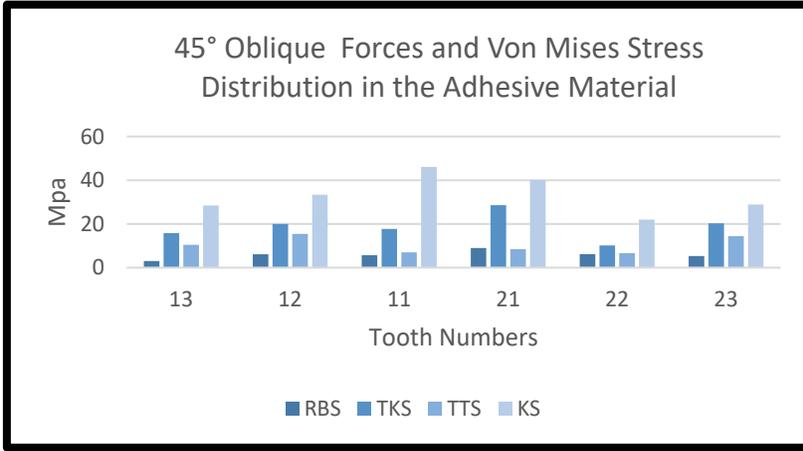


Figure 20. 45° oblique forces and Von Mises stress distribution in the adhesive material.

Tooth Displacement Values Under Applied Forces (Rigidity)

The displacement values of teeth reflect the rigidity of each splint: lower displacement indicates higher rigidity.

- **Most Rigid Splint:** Across both loading directions, the CS group exhibited the least displacement, confirming its high rigidity. This supports the initial hypothesis that CS restricts tooth mobility most strongly but creates an unfavorable biomechanical environment for periodontal healing.
- **Most Flexible Splint:** The greatest displacement was observed in the TTS group, demonstrating that TTS allows for the highest degree of physiological mobility.
- **Intermediate Splints:** The FRS showed flexibility values close to those of TTS, while the Composite-Wire Splint (CWS) presented an intermediate profile between rigid and flexible designs.

The displacement values occurring in the teeth as a result of vertical and 45° oblique loading in all groups are presented in Figures 21A–25B.

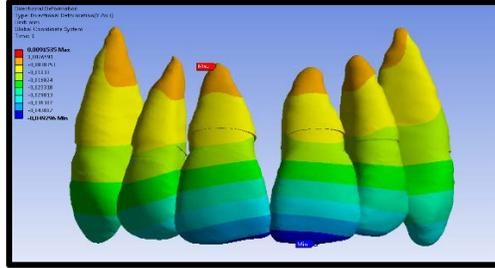


Figure 21.A. Mean displacement values in the Y-direction on the teeth of the natural tooth model (CG) under vertical loading.

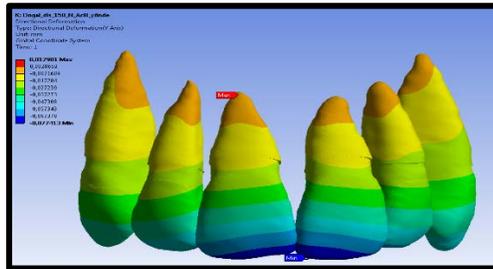


Figure 21.B. Mean displacement values in the Y-direction on the teeth of the natural tooth model (CG) under 45° oblique loading.

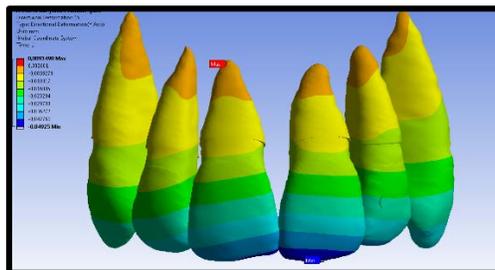


Figure 22.A. Mean displacement values in the Y-direction on the teeth of the Fiber Ribbond Splint (FRS) under vertical loading.

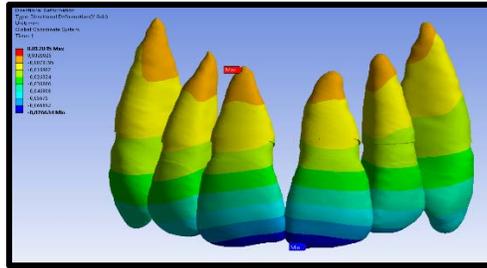


Figure 22.B. Mean displacement values in the Y-direction on the teeth of the natural tooth model (CG) under 45° oblique loading.

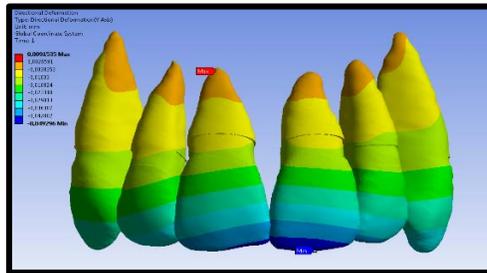


Figure 23.A. Mean displacement values in the Y-direction on the teeth of the composite-wire splint (CWS) under vertical loading.

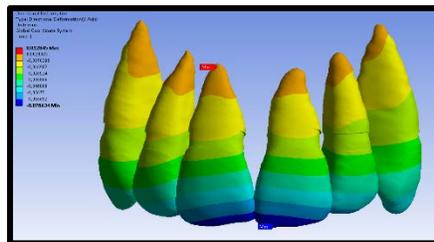


Figure 23.B. Mean displacement values in the Y-direction on the teeth of the composite-wire splint (CWS) under 45° oblique loading.

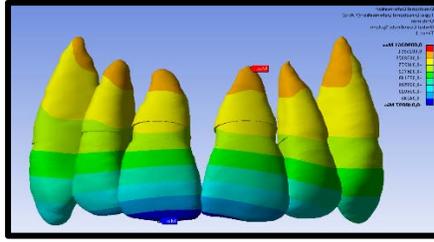


Figure 24.A. Mean displacement values in the Y-direction on the teeth of the composite splint (CS) under vertical loading.

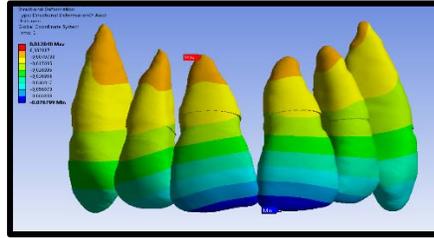


Figure 24.B. Mean displacement values in the Y-direction on the teeth of the composite splint (CS) under 45° oblique loading.

These findings clearly demonstrate that the elastic properties of different splint materials significantly influence the biomechanical response of both dental and supporting tissues. Flexible splints appear to better preserve periodontal health by permitting the micro-movements necessary for post-traumatic healing.

4. DISCUSSION

Traumatic dental injuries are common among children and adolescents, particularly during the growth and developmental period, and represent a significant public health problem that adversely affects the quality of life[6]. These injuries not only result in functional and esthetic impairments but also cause psychosocial distress for both the child and the parents. Early

intervention plays a critical role in determining prognosis, while treatments are often complex, costly, and require long-term follow-up[11].

One of the most important steps in the management of traumatic dental injuries is splint application. The type, rigidity, and duration of splinting directly influence the healing process. Literature indicates that prolonged and rigid splints increase the risk of root resorption, ankylosis, and tooth loss; whereas flexible and short-term splints promote periodontal blood circulation, collagen synthesis, and revascularization, thereby accelerating healing. The safe mobility range for periodontal healing has been reported to be between 30–150 μm [12,13].

From a historical perspective, until the 1970s, splinting methods for traumatized teeth often relied on materials used in jaw fracture management, such as arch bars and ligature wires. However, these rigid materials did not contribute effectively to healing. With the introduction of adhesive techniques into dental practice, splints that allow physiological mobility were developed, and fiber-reinforced systems as well as titanium trauma splints emerged as valuable alternatives[14].

Various methods have been employed to evaluate the biomechanical effects of splints. Devices such as the Periotest and the Mühlemann periodontometer were designed to measure tooth mobility, while strain gauges, photoelastic stress analysis, and brittle coating techniques have also been utilized in research [13]. Nevertheless, these methods are limited by their invasive nature or their inability to fully replicate complex anatomical structures[12,13].

In contrast, finite element analysis (FEA) has become the preferred method for assessing the biomechanical consequences of dental trauma. FEA enables detailed and quantitative evaluation of stress and displacement in complex geometries by

constructing accurate computer-generated models of biological structures. Consequently, it is widely regarded as a reliable tool for comparing different splinting techniques[6].

In our study, masticatory forces that may occur following trauma were simulated by applying 150 N of vertical load and oblique loads at a 45° angle, as frequently reported in the literature. Previous studies have indicated that the forces acting on the anterior region during function typically fall within this range. The analyses demonstrated that oblique forces generated higher stress concentrations compared with vertical forces in all models. This finding is consistent with reports that oblique loading exerts more detrimental effects on periodontal tissues[5,6].

5. ENAMEL AND DENTIN FINDINGS

Under both vertical and oblique loading, the highest stress values were observed in the composite splint (CS) group, whereas the lowest values were recorded in the titanium trauma splint (TTS) group. The elevated stress levels in the CS group can be attributed to its rigid structure, which prevents adequate force absorption. Similarly, previous studies have reported that rigid splints result in excessive stress accumulation in enamel and dentin, predisposing to microcracks and root resorption. In contrast, the Ribbond fiber splint (FRS) and TTS demonstrated more homogeneous stress distribution and provided a protective effect on dental hard tissues[14].

According to the Von Mises criterion, the stress values observed in enamel and dentin remained below their tensile strength thresholds. Therefore, fractures in these tissues are not expected under the applied loading conditions. This finding is consistent with previously reported ranges of mechanical resistance[13].

6. PULPAL FINDINGS

Stress values within the pulp tissue were low across all groups and remained below the critical threshold of 2.94 MPa reported in the literature. These results indicate that the tested splint types do not impose additional risCS on pulpal health. Thus, the findings support the view that traumatic stresses of this magnitude do not compromise pulpal healing[15].

Periodontal Ligament and Alveolar Bone

Stress levels in the periodontal ligament (PDL) and alveolar bone showed no major intergroup differences. However, the TTS and FRS groups demonstrated stress distributions within more physiologic limits. This supports existing evidence suggesting that flexible splints enhance periodontal circulation, collagen synthesis, and overall healing potential[14,15].

7. ADHESIVE MATERIAL FINDINGS

When examining the adhesive interfaces of splints, localized stress concentrations were identified in the CS group, whereas stress distribution was more homogeneous in the FRS and TTS groups. This suggests that flexible splints not only protect dental structures but also contribute to the long-term durability of adhesive interfaces. Similarly, Lopes et al. (2021) emphasized that homogeneous stress distribution is crucial for the clinical success of adhesive systems[10].

8. DISPLACEMENT FINDINGS

Evaluation of tooth displacement revealed that the CS group exhibited the least displacement, while the TTS group exhibited the greatest displacement. These results reflect the relative rigidity of each splint design: CS being the most rigid,

TTS the most flexible, FRS showing values close to TTS, and composite-wire splint (CWS) presenting an intermediate profile. Consistent with our findings, Zaim and Kahvecioğlu (2025) reported TTS and Ribbond as the most flexible splints, while composite splints were the most rigid[16].

9. COMPARISON WITH LITERATURE

- Ding QW, et al: Reported the highest stress values with CS and the lowest with FRS using photoelastic analysis. In our study, the lowest values were observed in TTS, with FRS showing similarly favorable results. Despite methodological differences, the general trends are consistent[17].
- Deeb JG, et al : Found the best outcomes with FRS and the least favorable with CWS under vertical loading. Our results also showed higher stresses in the CWS group, while TTS and FRS performed better under oblique forces[18].
- Meier A, et al. : Identified composite splints as the most rigid and TTS/FRS as the most flexible. Our results support these findings[19].
- Rovira-Wilde A, et al: Demonstrated that composite splints restricted both vertical and horizontal mobility the most, while TTS allowed more physiological movement. This trend was confirmed by our results[20].

10. CLINICAL IMPLICATIONS

Taken together, these findings indicate that rigid splints may promote stress accumulation in periodontal tissues, negatively affecting healing, whereas flexible splints not only

support periodontal recovery but also enhance adhesive interface performance. From a clinical perspective, TTS and FRS appear to be the most suitable options for managing traumatic dental injuries[18,20].

11. CONCLUSION

This finite element analysis demonstrated that splint design plays a decisive role in the biomechanical response of traumatized permanent teeth. Among the tested models, composite splints exhibited the highest stress concentrations in enamel, dentin, and adhesive interfaces, reflecting their rigid behavior and limited suitability for promoting periodontal healing. In contrast, titanium trauma splints (TTS) and fiber-reinforced Ribbond splints (FRS) distributed stresses more homogeneously, preserved physiological mobility, and allowed for favorable displacement patterns. These findings highlight that flexible splints not only protect dental hard tissues but also support periodontal ligament health and adhesive longevity.

Clinically, the results suggest that TTS and FRS should be considered preferable splinting strategies in the management of luxation and avulsion injuries, whereas the routine use of rigid composite splints may predispose to complications such as stress concentration, adhesive failure, and compromised healing. Future studies integrating dynamic loading, patient-specific modeling, and long-term biological responses are required to validate these biomechanical outcomes and optimize clinical protocols.

REFERENCES

1. Correa-Faria P, Paiva SM, Pordeus IA, Ramos-Jorge ML. Influence of clinical and socioeconomic indicators on dental trauma in preschool children. *Braz Oral Res.* 2015;29:1-7.
2. Kramer PF, Onetto J, Flores MT, Borges TS, Feldens CA. Traumatic dental injuries in the primary dentition: a 15-year bibliometric analysis of *Dental Traumatology*. *Dent Traumatol.* 2016;32(5):341-347.
3. Lam R. Epidemiology and outcomes of traumatic dental injuries: a review of the literature. *Aust Dent J.* 2016;61(1):4-20.
4. Rivera EM, Walton RE. Longitudinal tooth crackCS and fractures: an update and review. *Endod Top.* 2015;33(1):14-42.
5. Prabhakar AR, Yavagal CM, Chakraborty A, Sugandhan S. Finite element stress analysis of stainless steel crowns. *J Clin Pediatr Dent.* 2015;39(2):183-189.
6. Prabhakar AR, Chakraborty A, Nadig B, Yavagal C. Finite element stress analysis of restored primary teeth: zirconia vs stainless steel crowns. *Int J Oral Health Sci.* 2017;7:10-15.
7. Tuzuner T, Yahyaoglu G, Tosun E, Taskesen F, Kusgoz A. Alveolar process fracture in mandibular immature permanent incisors region. *J Pak Med Assoc.* 2016;66(10):1334-1336.
8. Bourguignon C, Andersson L, DiAngelis AJ, et al. International Association of Dental Traumatology (IADT) guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth.

- Dent Traumatol. 2020;36(4):314-330.
doi:10.1111/edt.12578
9. Fouad AF, Abbott PV, Tsilingaridis G, et al. IADT guidelines: 2. Avulsion of permanent teeth. Dent Traumatol. 2020;36(4):331-342. doi:10.1111/edt.12573
 10. Lopes MB, Pithon MM, Moreira TP, et al. Photoelastic stress analysis of different anterior dental trauma splints (fiberglass, semi-rigid, nylon, wire). Dent Traumatol. 2021;37(6):735-742. doi:10.1111/edt.12662
 11. Vilela ABF, et al. Dental trauma splints for the mixed dentition—finite element analysis of material and extension. Dent Traumatol. 2022;38(5):342-352. doi:10.1111/edt.12777
 12. Zafar S, et al. Dental trauma simulation training using four splinting models. Eur J Dent Educ. 2022;26(4):628-635.
 13. Philip N. Critical appraisal of the 2020 IADT Guidelines. Dent Traumatol. 2023;39(5):589-597. doi:10.1111/edt.12858
 14. Atif M, et al. Methods and applications of finite element analysis in dental traumatology: a contemporary review. Dent Traumatol. 2024;40(3):e12933. doi:10.1111/edt.12933
 15. Sulijaya B, et al. Periodontal status in periodontitis patients with temporary periodontal splints. Open Dent J. 2024;18:e18742106313216.
 16. Zaim SB, Kahvecioğlu F. Evaluation of dental trauma splints in early permanent dentition through finite element analysis. Appl Sci. 2025;15(19):10307. doi:10.3390/app151910307

17. Ding QW, et al. Stress distribution in traumatized teeth splinted with fiber localized on incisal/cervical positions: 3D finite element analysis. *Dent Traumatol.* 2025;41(1):e13005.
18. Deeb JG, et al. Maintenance of periodontally compromised teeth using splints: outcomes and factors. *J Prosthodont.* 2025;34.
19. Meier A, et al. Dental trauma splint color preference of adults; overview includes titanium trauma splint (TTS). *Swiss Dent J.* 2021;131:437-445.
20. Rovira-Wilde A, et al. Management of severe traumatic intrusion in the permanent dentition: short-term options including flexible trauma splint. *Br Dent J.* 2021;230:455-461

**ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ALANINDA BİLİMSEL
ARAŞTIRMALAR**

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