

Editörler

Prof. Dr. Emin Caner TÜMEN

Prof. Dr. Ebru HAZAR BODRUMLU

gece
kitaplığı

Çocuk Diş Hekimliği Alanında Uluslararası Araştırmalar ve Değerlendirmeler

Ekim
2025

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı

Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2025

ISBN • 978-625-388-776-6

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Gece Kitaplığı. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Kitaplığı

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 0312 384 80 40

web: www.gecekitapligi.com

e-mail: gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 42488

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ
ALANINDA
ULUSLARARASI
ARAŞTIRMALAR VE
DEĞERLENDİRMELER

EDİTÖRLER

PROF. DR. EMİN CANER TÜMEN
PROF. DR. EBRU HAZAR BODRURLU

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

PEDİATRİK DİŞ HEKİMLİĞİNDE RENKLİ KOMPOZİT DOLGULAR: KLİNİK PERFORMANS VE HASTA MOTİVASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ

Ebru AKLEYİN- 1

Bölüm 2

ADOLESAN HASTALARDA DİŞ BEYAZLATMA UYGULAMALARINDA AJANLARIN ETKİSİ, ENDİKASYONLAR VE ETİK KISITLAMALAR

Ruşen DEMİR, Buket AYNA- 9

Bölüm 3

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLER

Esra ERGÜN, Canan BAYRAKTAR NAHİR- 25

Bölüm 4

PEDODONTİDE FLORÜR KULLANIMI: ETKİNLİK, GÜVENLİK VE GÜNCEL TARTIŞMALAR

İlknur HAZAR, İzzet YAVUZ- 51

Bölüm 1

PEDİATRİK DİŞ HEKİMLİĞİNDE RENKLİ KOMPOZİT DOLGULAR: KLİNİK PERFORMANS VE HASTA MOTİVASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ

Ebru AKLEYİN¹

¹ Doç. Dr. Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği A.D. ORCID: 0000-0003-4302-6561

Giriş

Çocuklarda görülen diş çürükleri, dünya genelinde en yaygın kronik hastalıklardan biridir. Erken yaşta ortaya çıkan diş kayıpları, çiğneme fonksiyonlarının bozulmasına, konuşma problemlerine ve önemli **estetik kaygılara** yol açabilir. Geleneksel olarak, çocuk diş hekimliğinde diş restorasyonları için amalgam veya cam iyonomer dolgular kullanılmıştır. Ancak, amalgamın civa içeriği ve estetik olmayan görünümü, cam iyonomerlerin ise mekanik dayanıklılığının sınırlı olması, daha iyi alternatiflerin arayışını hızlandırmıştır (Almuhaisen, Alfariş, & Aljalahma, 2020).

Diş hekimi korkusu ve kaygısı (dental fobi), özellikle çocuk hastalarda tedavi uyumunu ciddi şekilde olumsuz etkileyen önemli bir engeldir. Tedavi prosedürlerinin hastaya daha çekici ve kabul edilebilir hale getirilmesi, **davranış yönetimi** stratejilerinin temel bir parçasıdır.

Son yıllarda, özellikle çocuk hastaların tedaviye olan uyumunu ve kooperasyonunu artırmak amacıyla **renkli kompozit dolgular** geliştirilmiştir. Bu dolgular, restorasyonun fonksiyonel amacını yerine getirirken, çocukların ilgisini çeken canlı renkleriyle tedavi sürecini bir oyuna dönüştürmeyi amaçlamaktadır (Çetin, Şimşek, & Aladağ, 2021).

Renkli dolgular, klasik restoratif gereksinimleri karşılamanın ötesinde, çocuk merkezli bir tedavi felsefesinin ürünü olarak pediatrik diş hekimliğindeki yerini sağlamlaştırmaktadır. Çocuk diş hekimliği, çocukların oral sağlığını koruma ve restore etmeyi amaçlamanın yanı sıra, tedavi deneyimlerini **olumlu hale getirmeyi** hedeflemektedir. Bu sebeple son yıllarda geleneksel dolgu materyalleri yerine **renkli kompozit dolgular** popülerlik kazanmıştır. Çocuk diş hekimliğinde renkli dolgular, hem restoratif hem de **psikolojik faydalar** sunan yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu derleme; renkli dolguların kimyasal kompozisyonunu, pediatrik diş hekimliğindeki klinik avantajlarını, hasta motivasyonu üzerindeki etkisini, klinik başarılarını ve kısıtlılıklarını ele alarak bu materyallerin güncel literatürdeki yerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Renkli Dolguların Tarihçesi

Renkli dolguların tarihi, direkt olarak **diş rengindeki (kompozit) dolgu materyallerinin** evrimi ve bununla eş zamanlı olarak gelişen pediatrik diş hekimliği alanındaki davranış yönetimi ihtiyacı ile iç içe geçmiştir. Renkli dolgular, geleneksel beyaz kompozitlerin çocuklara özel bir adaptasyonu olduğundan, gelişimini iki ana aşamaya ayırmak mümkündür:

Temel Materyalin Yükselişi: Renkli dolguların temelini oluşturan modern kompozit rezinler, eski estetik dolgu materyallerinin zayıf mekanik özelliklerine bir yanıt olarak ortaya çıktı. Modern kompozitlerin dönüm noktası, Dr. Rafael Bowen'ın Bis-GMA monomerini geliştirmesi oldu. Bu yeni rezin matrisi, inorganik dolgu partikülleri ile birleştirilerek ilk dayanıklı kompozitleri oluşturdu (Bowen, 1963). Asitle pürüzlendirme (acid-etch) tekniği ile kompozitlerin dişe bağlanma gücünün artması ve görünür ışıkla sertleşen (light-cured) sistemlere geçilmesi, materyalin klinik kullanımını yaygınlaştırdı (Buonocore, 1975).

Pediatric Adaptasyon: Beyaz kompozitler yetişkin diş hekimliğinde standartlaşırken, pediatrik diş hekimliği, çocukların kaygısını azaltmak için yeni yaklaşımlar arıyordu. Renkli dolguların piyasaya sürülmesinde öncü olan materyaller, kompozitler ve cam iyonomerlerin özelliklerini birleştiren **kompozitler** oldu (Twinky Star® gibi ürünler). Bu materyaller, **biyouyumlu pigmentler** eklenerek canlı renklere kavuşturuldu (Dahl & Fava, 2019). Bu yeniliğin temel amacı, sadece restorasyon yapmak değil, diş tedavisi korkusu olan çocukların kooperasyonu artırmaktı. Materyal, böylece diş hekimliğinde bir davranış yönetimi aracı olarak yerini sağlamlaştırdı (Guelmann & Fava, 2018).

Renkli Dolguların Kimyasal ve Yapısal Bileşenleri

Diş hekimliğindeki materyal bilimi, estetik ve fonksiyonel ihtiyaçların yanı sıra hasta psikolojisi gibi faktörleri de kapsayacak şekilde evrim geçirmektedir. Geleneksel beyaz kompozit rezinlerin yerini alan renkli kompozitler, özellikle çocuk hastaların tedavisinde önemli bir yenilik olarak öne çıkmaktadır.

Temel Kompozisyon: Renkli kompozitler, temel olarak beyaz kompozit rezinlerle aynı ana bileşenlere sahiptir. Bu materyaller, **organik bir reçineli matris** (genellikle Bis-GMA, UDMA veya TEGDMA) ve bu matrisin içine dağılmış, mekanik direnç sağlayan **inorganik dolgu partiküllerinden** (kuvars, silika, zirkonyum gibi) oluşur (Bayne & Mount, 2017; Powers & Sakaguchi, 2017).

Renklendirici Pigmentler: Renkli dolguları benzersiz kılan ise, polimerizasyon sırasında materyale homojen bir şekilde karıştırılan **biyouyumlu ve monomer bazlı renk pigmentleridir**. Bu pigmentler, genellikle gıda boyalarında da kullanılan, dolgunun mekanik veya fiziksel özelliklerini olumsuz etkilemeyen, kalıcı ve canlı renkler elde edilmesini sağlar (Dahl & Fava, 2019). Polimerizasyon sırasında materyal içine eklenen bu

biyoyumlu pigmentler, materyalin klinik performansını veya biyoyumluluğunu olumsuz etkilemeden, dolguya mavi, yeşil, pembe, mor gibi canlı renkler kazandırır. Bu yenilik, kompozit rezinlerin **adeziv ve mekanik özelliklerinden** ödün vermeden psikososyal bir fayda sağlamaktadır.

Renkli Dolguların Pediatrik Diş Hekimliğinde Klinik Avantajları ve Hasta Uyumuna Etkileri

Renkli dolguların en belirgin avantajı, çocukların diş hekimi **kaygısı ve korkusunu azaltma** potansiyelidir. Çocuğun renkli bir dolgu seçme süreci, tedaviye aktif katılımı teşvik ederek çocukların endişesini azaltır, hekimle olan iş birliğini artırır ve bu deneyimi daha eğlenceli hale getirir. Araştırmalar, renkli dolgu kullanımının özellikle küçük yaş grubundaki çocuklarda **pozitif bir deneyim** yarattığını ve tedavi sürecinin daha sorunsuz ilerlemesine yardımcı olduğunu göstermektedir (Guelmann & Fava, 2018).

Renkli kompozitler, fonksiyonel ve estetik restoratif ihtiyaçların yanı sıra, çocuk hastaların psikolojik ihtiyaçlarını da karşılayan değerli birer materyaldir. Doğru endikasyonlarla kullanıldığında, bu dolguların en önemli avantajları şöyledir:

- **Biyoyumluluk:** Renkli dolguların içerdiği pigmentlerin biyoyumlu olduğu ve oral dokulara herhangi bir toksik etki göstermediği bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır.
- **Tedavi Motivasyonu:** Birçok çalışma, renkli dolguların çocukların tedaviye olan **kooperasyonunu önemli ölçüde artırdığını** göstermektedir. Bu, diş hekiminin işini kolaylaştırır ve daha başarılı bir tedavi süreci sağlar.
- **Mekanik Özellikler:** Yapılan *in-vitro* çalışmalar, renkli kompozit dolguların, geleneksel kompozit dolgularla **benzer eğilme dayanımı ve sıkıştırma dayanımı** gösterdiğini ortaya koymuştur (Shobha & Manjula, 2022).
- **Aşınma Direnci:** Uzun süreli klinik takipler, renkli dolguların aşınma direncinin, özellikle daimi dişlerin sürmesiyle düşen süt dişlerinde yeterli olduğunu göstermektedir.
- **Klinik Takip Kolaylığı:** Özellikle süt dişlerinde, canlı renkli dolguların varlığı, hekimlerin ve ebeveynlerin **restorasyonların bütünlüğünü** ve yerinde olup olmadığını **kolayca takip etmesi-**

ne olarak tanır.

- **Ebeveyn Memnuniyeti:** Ebeveynler, çocuklarının tedaviyi daha kolay kabul ettiğini gördüklerinde bu duruma olumlu tepki vermektedir. Ayrıca, renkli dolguların daha estetik bir alternatif olması, ebeveynler için çekici bir faktördür (Kolawole ve ark., 2020).
- **İkincil Çürük Tespiti:** Renkli dolgular, restorasyonun kenarında oluşabilecek ikincil çürüklerin gözlemlenmesini kolaylaştırabilir (Bortolotto ve ark., 2021).

Dezavantajlar ve Klinik Başarı

Renkli dolgular, tüm avantajlarına rağmen bazı **klinik kısıtlılıklara** sahiptir. Renkli kompozitler, genellikle **süt dişlerindeki** çürük restorasyonlarında, özellikle Sınıf I ve Sınıf II kavitelerde kullanılır. Estetik kaygılar nedeniyle **kalıcı dişlerdeki** restorasyonlarda kullanımı yaygın değildir. Mekanik özellikleri açısından bazı ilk jenerasyon ürünlerde aşınma direncinde düşüşler gözlemlenmiş olsa da, güncel materyal teknolojileriyle bu sorun büyük ölçüde giderilmiştir. Son yıllarda geliştirilen materyallerle bu sorun büyük ölçüde giderilmiş olsa da, çiğneme kuvvetlerinin yüksek olduğu posterior dişlerde standart kompozit rezinler kadar **uzun ömürlü olmayabilecekleri** halen tartışılmaktadır (Garcia et al., 2020). Ayrıca, materyalin içerdiği pigmentlerin zamanla renk stabilitesi ve ağız içi sıvılara karşı dayanıklılığı, uzun dönem başarı için kritik öneme sahiptir. Renkli dolguların klinik avantaj ve dezavantajları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Renkli Kompozit Dolguların Pediatrik Diş Hekimliğinde Avantaj ve Dezavantajları

	Avantajları	Dezavantajları	
Davranış Yönetimi	Çocukların diş hekimi kaygısını ve korkusunu azaltır. Tedaviye kooperasyonu ve katılımı artırır. Tedaviyi eğlenceli hale getirir.	Kalıcı dişlerde estetik kaygılar nedeniyle kullanımı yaygın değildir.	Çetin, Şimşek, & Aladağ (2021)

	Avantajları	Dezavantajları	
Restoratif Performans	Geleneksel kompozitlerle benzer mekanik dayanım (eğilme, sıkıştırma) gösterir ve biyolojik olarak uyumludur.	Yüksek çiğneme kuvvetlerinin olduğu bölgelerde uzun ömürlülük açısından klasik kompozitlerle kıyaslandığında tartışmalar mevcuttur.	Gültekin & Bayrak (2023)
Klinik ve Takip Kolaylığı	Restorasyonun bütünlüğü ve yerinde olup olmadığı hekim ve ebeveyn tarafından kolayca takip edilebilir. İkincil çürük tespiti kolaylaştırabilir.	Kullanım endikasyonları büyük ölçüde süt dişleri ile sınırlıdır.	Almuhaisen, Alfariş, & Aljalahma (2020)
Hasta/ Ebeveyn Memnuniyeti	Yüksek ebeveyn memnuniyeti sağlar ve çocuklar için motivasyon kaynağıdır.		Almuhaisen, Alfariş, & Aljalahma (2020)

Klinik Takip ve Başarı

Renkli dolguların klinik başarısı üzerine yapılan çalışmalar, bu materyallerin **süt dişlerinde güvenle kullanılabileceğini** desteklemektedir. Birçok çalışma, geleneksel kompozit rezin dolgularla renkli dolguların klinik başarı oranlarını karşılaştırmıştır.

- Bir sistematik derleme ve meta-analiz, renkli kompozit dolguların süt dişlerindeki klinik başarısının, geleneksel kompozitlerle **benzer oranlarda** olduğunu bildirmiştir (Gültekin ve Bayrak, 2023). Çalışma, özellikle oklüzal restorasyonlarda, kenar uyumunun ve bütünlüğünün tatmin edici olduğunu belirtmiştir.
- Farklı bir klinik çalışma, renkli dolguların **2 yıllık takibinde**, özellikle süt molar dişlerdeki dayanıklılığının yüksek olduğunu ve renk stabilizasyonunun iyi olduğunu göstermiştir (Nair ve

ark., 2022).

- Randomize klinik çalışmalar da, renkli kompozitlerin geleneksel kompozitler ile karşılaştırıldığında benzer klinik performansı sergilediğini, ancak **hasta ve ebeveyn memnuniyetinin** renkli dolgulara daha yüksek olduğunu göstermiştir (Almuhaisen, Alfariş, & Aljalahma, 2020).

Sonuç ve Öneriler

Renkli diş dolguları, pediatrik diş hekimliğinde hem **restoratif hem de psikolojik faydalar** sunan yenilikçi materyallerdir. İçerdikleri biyouyumlu pigmentler sayesinde standart kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini koruyarak çocuklara tedavi sürecini daha keyifli hale getirme potansiyeline sahiptirler. **Tedavi kooperasyonunu artırarak** hem çocuk hem de hekim için daha az stresli bir tedavi ortamı yaratırlar.

Mevcut literatür, bu materyallerin süt dişleri için güvenli, etkili ve eğlenceli bir restorasyon seçeneği olduğunu açıkça göstermektedir. Pediatrik diş hekimlerinin, çocuk dostu bir klinik ortam yaratmak ve tedavi deneyimini iyileştirmek için renkli dolguları tedavi portföylerine eklemeleri şiddetle tavsiye edilmektedir.

Gelecek çalışmalar, renkli dolguların **uzun vade klinik başarısını**, farklı yaş gruplarındaki çocukların motivasyonuna olan etkisini ve diğer restoratif materyallerle olan **maliyet-etkinlik analizlerini** daha detaylı incelemelidir.

KAYNAKÇA

- Almuhaisen, A., Alfaris, K. S., & Aljalahma, F. (2020). Clinical performance and parental satisfaction of colored versus non-colored resin composites in primary molar restorations: A randomized clinical trial. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 44(4), 213–219.
- Bayne, S. C., & Mount, G. J. (2017). *Dental materials*. Elsevier.
- Bortolotto, T., et al. (2021). A one-year follow-up of a new colorful resin-based composite versus a conventional composite for the restoration of primary molars. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 45(4), 251–256.
- Bowen, R. L. (1963). Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *Journal of the American Dental Association*, 66(5), 57–64.
- Buonocore, M. G. (1975). *The Use of Adhesives in Dentistry* (pp. 219-231). Charles C Thomas.
- Çetin, A. N., Şimşek, S., & Aladağ, Y. (2021). The effects of colored composite restorations on the anxiety and behavior of pediatric patients during dental treatment. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 22(1), 101–107.
- Dahl, K., & Fava, G. (2019). The use of colored composite resins in pediatric dentistry: A case series. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 43(3), 195–200.
- Garcia, R., Chen, L., & Kim, S. (2020). The mechanical properties of colored vs. uncolored composite resins. *Dental Materials Journal*, 39(6), 987–995.
- Guelmann, M., & Fava, G. (2018). Pediatric dentists' and parents' perspectives on the use of colored restorative materials. *Journal of Dentistry for Children*, 85(1), 16–21.
- Gültekin, M. A., & Bayrak, S. (2023). Clinical performance of colored composite resin restorations in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 24(1), 1–8.
- Kolawole, S. A., et al. (2020). Parents' perception and acceptance of colored resin composites in pediatric dentistry. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 21(5), 521–525.
- Nair, S., et al. (2022). Two-year clinical performance of a colored composite resin in primary molars. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 14(3), e228–e234.
- Powers, J. M., & Sakaguchi, R. L. (2017). *Craig's restorative dental materials*. Elsevier.
- Shobha, V., & Manjula, M. (2022). Comparative evaluation of compressive and flexural strength of colored flowable composites and conventional flowable composites: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 33(3), 325–329.

Bölüm 2

ADOLESAN HASTALARDA DIŞ BEYAZLATMA UYGULAMALARINDA AJANLARIN ETKİSİ, ENDİKASYONLAR VE ETİK KISITLAMALAR

Uzm. Dt. Ruşen DEMİR¹, . Dr. Buket AYNA²

1 Uzm. Dt. Ruşen DEMİR Dentplus Kids Çocuk Diş Polikliniği, Batman Mail: rusendmr@icloud.com ORCID ID: 0009-0001-3551-8315

2 Prof. Dr. Buket AYNA Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Ana-bilim Dalı Mail: buketayna@hotmail.com ORCID ID: 0000-0003-1963-8568

Adolesan Hastalarda Diş Beyazlatma Uygulamalarında Ajanların Etkisi, Endikasyonlar ve Etik Kısıtlamalar

Dişlerde meydana gelen renk değişiklikleri ile ilgili çalışmalar çok eski yıllara dayanmaktadır. 1800'lü yıllardan itibaren pek çok diş hekimi diş renklenmeleri gidermek için çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Aynı zamanda iyi birer kimyacı da olan diş hekimleri, bu dönemde çeşitli materyal ve karışımları bu amaçla kullanmışlardır. Denenen materyallerden bir kısmı iyi sonuçları itibarı ile günümüzde de kullanılmaktadırlar. Ancak, bir kısmı toksik etkileri, yan etkileri ya da beyazlatmada başarısız olmaları nedeni ile terk edilmişlerdir. Örneğin, metalik renklenmelerin giderilmesinde iyi sonuçlar veren potasyum siyanid aslında etkili bir zehirdir. Zaman içerisinde Hidrojen Peroksit (HP) içerikli materyallerin kullanılması ağırlık kazanmıştır. 1900'lü yıllardan itibaren beyazlatma ile ilgili çalışmalarda duraksama gözlenmiştir. Bunun nedeni, 1.ve 2. Dünya Savaşı sebebiyle yaşanan sosyolojik olaylardır. 1989 yılından itibaren Heymann ve Haywood isimli araştırmacılar %10'luk Karbamid Peroksiti (KP) kullanarak jel tekniklerini diş hekimliğinin kullanımına sunmuşlardır (Howell, 1980).

Günümüzde estetik kaygıların artması ile birlikte, hastaların diş renklenmeleri şikayetiyle diş hekimine başvurma sıklığı da artmıştır. Diş beyazlatma tedavisi diğer restoratif tedavilerle kıyaslandığında daha konservatif bir yaklaşım olmak ile birlikte, beyazlatma tedavisinin başarısını, süresini öngörebilmek, beyazlatmanın hangi teknikle uygulanacağını belirleyebilmek için renklenmenin kaynağını anlamak çok önemlidir (Özduman & Çelik, 2017).

Diş renklenmeleri iç ve dış kaynaklı renklenmeler olmak üzere ikiye ayrılır:

1. Dış Kaynaklı Renklenmeler

Dış çevresel faktörlerin etkisiyle diş yüzeyinde oluşan renklenmelerdir. Dış kaynaklı diş renklenmeleri belirli yiyecek, içecek, tütün ürünlerine, kötü ağız hijyenine ve bazı ağız hijyen ürünlerine bağlı olabilir (Watts & Addy, 2001).

Nedenleri:

- **Nasmyth zarı:** Dişin sürme döneminde oluşan geçici mine örtüsü; zamanla renklenebilir.

- **Kötü ağız hijyeni:** Plak ve bakteri birikimi nedeniyle renk değişikliği meydana gelebilir.
- **Eski restorasyonlar:** Renk uyumsuzluğu ya da restorasyon materyalinin zamanla renk değiştirmesi dişlerde renklenmeye neden olabilir.
- **Diş eti kanaması:** Kan ürünlerinin mine yüzeyine tutunması sonucu koyu renklenme meydana gelebilir.
- **Plak birikimi:** Plak içerisindeki bakteriler, yiyecek artıkları ile birlikte renk oluşturabilir.
- **Yemek alışkanlığı:** Kahve, çay, şarap, baharatlı yiyecekler gibi boyayıcı gıdalar dişlerde renklenmeye neden olabilir.
- **Kromojenik mikroorganizmalar:** Özellikle çocuklarda diş yüzeyinde yeşilimsi-siyah renklenmelere neden olabilir.
- **Metal işlerinde çalışma:** Bakır, nikel gibi metallerin buharları ya da tozları mineye yapışabilir.
- **İlaç kullanımı:** Demir içeren ilaçlar (şuruplar vs.) renklenmelere neden olabilir.

2. İç Kaynaklı Renklenmeler

Dişin iç yapısında (dentin veya pulpa) meydana gelen değişikliklerden kaynaklanır. Genellikle daha kalıcıdır ve estetik tedavi (ör. beyazlatma, kompozit kaplama, porselen veneer) gerektirebilir.

Nedenleri:

- **Yaşlanma:** Tersiyer dentin oluşumu ve tübüllerdeki değişiklikler nedeniyle dişlerin rengi koyulaşabilir (gri veya sarı tonlar).
- **Amelogenezis imperfekta:** Mine gelişiminde genetik bozukluk, opak ya da renkli görünüme sebep olabilir.
- **Dentinogenezis imperfekta:** Dentin yapısındaki genetik bozukluk; dişler mavi-gri veya kahverengimsi olabilir.
- **Florozis:** Aşırı flor alımına bağlı olarak mine gelişimi bozulur; beyaz opak lekeler veya kahverengi renklenmeler oluşabilir.
- **Hematolojik hastalıklar:** Özellikle neonatal dönem hastalıkları

diş rengini etkileyebilir.

- **Amalgama bağlı renklenmeler:** Özellikle eski amalgam dolgularda dişlerde gri-mavi renklenmeler meydana gelebilir.
- **Endodontik simanlara bağlı renklenmeler:** Kanal tedavisinde kullanılan malzemelerin dentin içine difüzyonu dişlerde renklenmeye neden olabilir.
- **Sistemik hastalıklar:** Doğumsal veya metabolik bozukluklar mine ve dentin yapısını etkileyerek renklenmeye yol açabilir.
- **Tetrasiklinler:** Diş gelişim döneminde alınan antibiyotikler sarı-gri bant tarzı renklenmelere neden olabilir.
- **Pulpa yaralanmaları:** Travma sonrası pulpa nekrozu veya iç kanama sonucu dişin rengi değişebilir (genellikle gri/siyah tonlar).

Renk oluşturan maddeler 'kromofor' olarak adlandırılan çeşitli tek ve çift bağ içeren, yapısında sıklıkla heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları bulunduran uzun zincirli organik bileşiklerdir (Yılmaz Atalı, Tarçın, Dokumacıgil & Korkut, 2020).

Beyazlatma, bir kromofordaki çift bağların açılması, zincirin kırılması veya zincirin bazı kısımlarının oksidasyonu yoluyla gerçekleşebilir (Oktay, 2006). Günümüzde diş beyazlatmada HP bazlı aktif materyaller kullanılmaktadır. HP tek başına uygulanabilir. Ayrıca Sodyum Perborat (SP) veya KP'in kimyasal reaksiyonu sonucu olarak da ortaya çıkabilir.

Beyazlatma ajanlarının yapısı ve özellikleri

Güncel beyazlatma ajanları aktif ve inaktif içeriklere sahiptir. Aktif içerikler; HP, KP, ve SP' tır. İnaktif içerikler ise; kalınlaştırıcı ajan, taşıyıcı, sürfaktan (yüzey aktif madde), pigment, aroma ve koruyucudan oluşur (Algahtani, 2014).

Hidrojen Peroksit

Serbest radikallerin, reaktif oksijen molekülleri ve HP anyonlarının oluşumu sayesinde güçlü bir okside edici ajan olarak rol oynamaktadır. Bu reaktif moleküller koyu renkli, uzun zincirli kromofor moleküllerini daha küçük moleküllere parçalayarak daha az renkli ve difüzyona daha uygun hale getirir (Seghi & Denry, 1992).

Karbamit Peroksit

KP jeli kararlı bir yapıda değildir. KP parçalandığında, HP ve üre açığa çıkar ve bunlar bir sonraki aşamada amonyak ve karbondioksit ayrışmaktadır. KP ile beyazlatma sırasında ne kadar amonyak açığa çıktığı tam olarak bilinmemektedir.

Amonyakın yüksek pH' sı sayesinde beyazlatma işlemi kolaylaşmaktadır. Bunun nedeni, bazik solüsyonda HP' ten serbest radikallerin oluşumu için gerekli aktivasyon enerjisinin düşük ve reaksiyon oranının yüksek olmasıdır. Böylece, asidik ortama göre daha fazla beyazlatma sağlanmış olur (Oddera, 2012).

Sodyum Perborat

SP beyaz bir tozdur. Suda çözündüğünde sodyum metaborat ve HP' e ayrışır. Taze olan SP %95 oranında perborat içerirken, açığa çıkan serbest oksijen miktarı %9.9'dur. SP kuru toz halinde stabildir. Ayrıca asit, ılık hava veya su ile temas ettiğinde sodyum metaborat, HP ve serbest oksijene parçalanır. Monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat formları bulunmaktadır. Bu form maddenin açığa çıkardığı serbest oksijen miktarını etkilemektedir (Rotstein, 1993; Arı & Üngör, 2002).

Kalınlaştırıcı ajan

Sıklıkla kullanılan kalınlaştırıcı ajan olan karbopolün konsantrasyonu genellikle 0.5% ile 1.5% arasındadır. Karbopol; beyazlatma ajanlarının viskozitesini artırır böylece jel daha iyi tutunabilir ayrıca aktif oksijen salınım zamanını dört kadar kadar yükseltir (Rodrigues, Oliveira & Amaral, 2007).

Taşıyıcı

En sık kullanılan taşıyıcılar gliserin ve propilen glikoldür. Taşıyıcı nem içermeli ve diğer maddelerin içerisinde çözünmesine izin vermelidir (Algahtani, 2014).

Surfaktan ve Pigment

Yüzey nemlendirici madde olarak görev alan Surfaktan, beyazlatma ajanının yayılmasına yardımcı olur ve pigmentlerin süspansiyonda kalmasına yardımcı olur. Potasyum florid ve nitrat diş hassasiyetini azaltmak için kullanılırken potasyum hidroksit beyazlatma ajanının pH'sını ayarlamak için kullanılır (Borges, Vale, Afonso & Assunção, 2014).

Koruyucu

Metil, propylparaben ve sodyum benzoat çoğunlukla kullanılan koruyucu maddeler; bakteriyel büyümeyi önlerler. Ayrıca, demir, bakır ve magnezyum gibi metaller salarak hidrojen peroksitin yıkımını hızlandırır (Algahtani, 2014).

Tatlandırıcı

Hastanın beyazlatma ajanının tadını kolay kabullenebilmesini sağlar. Nane şekeri, nane, kış yeşili, sakkarin ve anason gibi tatlandırıcılar beyazlatma ajanları içerisinde bulunan tatlandırıcılardandır (Algahtani, 2014).

Beyazlatma ajanlarının etki mekanizması

Diş beyazlatma ajanlarının etken maddesi HP olup, güçlü bir oksitleyici madde olarak serbest radikallerin ve reaktif oksijen moleküllerinin oluşumuna neden olur. Bu oluşumlar pigment moleküllerini daha küçük parçalara ayırarak dişin dış yüzeyine yayılmalarını veya daha az ışık absorbe etmesini sağlayarak daha açık görünmelerini sağlar. HP dişin organik ve inorganik içeriğinde veya kristal yapısında önemli bir farklılık oluşturmaz, ancak organik matriksi okside eder (Dahl & Pallesen, 2003).

Çalışmalar, diş renginin bozulmasının içsel organik kromoforlardan kaynaklandığını ve HP'nin bu uzun zincirli pigmentli molekülleri daha yarı saydam moleküllere dönüştürerek beyazlatma sağladığını göstermiştir. Pigmentli moleküller, kimyasal yapılarında çift bağlar bulunan uzun zincirli organik bileşikler ve metal içeren bileşiklerdir. HP ile organik bileşiklerin beyazlatılması, çift bağların oksidasyonunu içerir. Bu, daha basit moleküllerin daha fazla ışığı yansıtmasına ve böylece koyu alanların daha açık hale gelmesine neden olur (Carey, 2014).

18 yaş altı hastalar için diş beyazlatma

Diş beyazlatma tedavisi, minimal invaziv estetik diş hekimliğinin temel taşlarından biri olmaya devam etmektedir. Daha önce 18 yaşından büyük hastalarla sınırlı olan kullanımı, adolesan hastalarda iyi estetik sonuçlar, minimum yan etkiler ve minimum güvenlik endişeleri sağlayabilir. Buna rağmen, doğru endikasyon ile elde edilecek etkili diş beyazlatma sonuçları, hastaların özgüvenini arttırabilir ve renk değişikliği ile ilişkili önemli psikososyal sorunların önlenmesine yardımcı olabilir (Greenwall-Cohen ve ark., 2018).

Dişlerdeki renk değişikliğinin hastalık sınıflandırmasına girmeyebileceği düşünülse de renk değişikliği ile ilişkili psikolojik ve psikososyal etkiler ve renk değişikliğinin gecikmiş tedavisinin çocuk üzerindeki etkisi kaçınılmazdır. Renksiz bir diş veya dişlerden kaynaklanan olumsuz benlik imajı, adolesan hastalar üzerinde ciddi sonuçlar doğurabilir (Arseneault, Bowes, & Sha-koor, 2010).

Diş beyazlatmak isteyen hasta ve ebeveynlere, tedavi olma-seçeneği de dahil olmak üzere tüm tedavi seçeneklerinin sunulması önemlidir. Beyazlatma ile ilgili tüm riskler ve faydalar, tedaviye başlamadan önce tartışılmalı ve uygun şekilde onay alınmalıdır. Büyük mine yüzey kusurlarının mevcut olduğu durumlarda, örneğin mikroabrazyon, rezin infiltrasyonu ve kompozit bağlama gibi ağartma sonrası daha fazla restoratif tedavinin gerekli olabileceği ifade edilmelidir (Wallace & Deery, 2015).

Adolesan hastalarda daha büyük pulpa kompleksleri nedeniyle diş beyazlatma tedavisi sırasında diş hassasiyetinin daha yaygın olacağı varsayılmıştır (Matis, 2003). Adolesan hastalarda, erişkin hastalara göre beyazlatma başarısının ve beyazlatma oranının daha fazla olabileceği yönünde varsayımlarda bulunulmuştur. Bunun nedeni; adolesan hastalarda dentin ve minenin geçirgenliğinin fazla olmasıdır. Bu durum daha geçirgen bir yapıdan dolayı beyazlatma ajanının difüzyon akışının hızlı olmasını sağlamaktadır (Camps, De Franceschi, Idir, & Roland, 2007).

Pediyatrik hastalarda diş beyazlatma, travma, endodontik tedavi veya mine ve dentin kusurları nedeniyle dişlerdeki renk bozulmalarını gidermek için kullanılabilir. Bununla birlikte, minimal invaziv ve başarılı bir tedavi olmasına rağmen, beyazlatma ürünlerinin çocuklarda ve gençlerde kullanımı tartışmalıdır (Wood, 2022).

2011 yılında Avrupa Birliği, diş beyazlatmayı tartışan bir Kozmetik Direktifi çıkarmıştır ve %0,1'in üzerinde HP konsantrasyonuna sahip ürünlerin 18 yaşın altındaki hiç kimsede kullanılamayacağını açıklamışlardır. Bu direktifi takiben Genel Diş Hekimliği Konseyi (GDC), tamamen hastalığı tedavi etmek veya önlemek amacıyla 18 yaşın altındaki çocuklara diş beyazlatma yapılabileceğini belirten bir bildiri yayınlamıştır (General Dental Council, 2019).

Birleşik Krallık'ta pediatrik diş hekimleri tarafından diş beyazlatma kullanımı, hem kişisel hem de güven çapında tazminat kapsamı endişeleri nedeniyle durdurulmuştur. Kuzey İngiltere'de 16 yaşın altındaki çocuklara diş beyazlatma sağlayan pediatrik diş hekimliği bölümleri bulunmamaktadır (Walshaw, Kandiah & Rodd, 2019).

2012 Kozmetik Ürün Güvenliği Değişikliği Yönetmeliği'ne göre, diş beyazlatma işleminin diş hekimleri ve onların eğitimli ekipleri tarafından %6'dan az HP içeren diş beyazlatma materyali kullanılarak yapılması yasal hale gelmiştir. Bununla birlikte, 18 yaş altı beyazlatma sınırlaması devam etmiştir ve bu hasta grubu için beyazlatma tedavisinin kullanımını %0,1'den az HP ile sınırlandırmışlardır. Bu durum diş hekimlerini, beyazlatmanın endike olduğu, ancak yasal olarak sağlanamadığı klinik durumlar açısından zor bir duruma sokmuştur. Bu konu ile ilgili GDC'nin web sitesinde '%0.1 ile %6 arasında HP içeren, tamamen hastalığı tedavi etme veya önleme amacına yönelik olduğu durumlar dışında, 18 yaşın altındaki herhangi bir kişi üzerinde kullanılamaz' şeklinde bir bildiri yayımlanmıştır (Greenwall-Cohen ve ark., 2018).

Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD), çocuk ve ergen bireylerde meydana gelen diş renklemelerinin giderilmesine yönelik olarak, güvenliği ve etkinliği bilimsel araştırmalarla kanıtlanmış beyazlatma prosedürlerinin uygulanmasını desteklemektedir. Beyazlatıcı ajanların kullanımı, diş estetiğini iyileştirme ve bireyin öz güvenini artırma potansiyeline sahip olsa da, AAPD bu tür uygulamaların, klinik kanıtlar ve en iyi uygulama kılavuzları doğrultusunda belirlenen güvenlik ve etkinlik standartlarına uygun şekilde gerçekleştirilmesini önermektedir. Bu doğrultuda, diş beyazlatma tedavilerinin kişiye özel, kapsamlı ve aşamalı bir tedavi planı çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (AAPD, 2018).

KP, 18 yaş altı hastalar için önerilen beyazlatma ajanıdır. Bunun nedeni, antibakteriyel etkiye sahip olmasıdır. Ayrıca %10 KP içerisinde bulunan karbopol, yavaş oksijen salma özelliğine sahiptir. Bu durum beyazlatmanın kontrollü bir şekilde olmasını sağlar (Matis, 2003).

18 yaş altı hastalarda beyazlatma endikasyonları:

- Şiddetli ve orta derecede renk değişikliği
- Mine defektleri
- Beyaz nokta lezyonları, beyaz lekeler
- Kahverengi, turuncu ve sarı lekelenme
- Koronal defektler
- Molar keser hipomineralizasyonu (MIH)
- Kalıtsal faktörler
- Travmatize/devital renklenmiş ön diş/dişler
- Diş etkileri olan sistemik hastalıklar (karaciğer, böbrek veya hemorajik hastalıklar)
- **Şiddetli ve orta derecede renk değişikliği**

Florozis, aşağıda görüldüğü gibi etkili bir şekilde beyazlatılabilir. Beyazlatma en çok florozis diş yüzeyi indeksinin 1-3 arası sınıflarında etkilidir. Bu nedenle şiddetli florozisi olan hastalar için alternatif tedaviler gerekebilir (Loyola-Rodriguez ve ark., 2004).

- **Mine defektleri**

Travma sonrası opasiteler, idiyopatik opasiteler, hipomineralizasyon, mine maturasyonu sırasında meydana gelen çizgilenmeler ve beyaz lekelenmeler gibi mine defektleri renk değişikliğine neden olur ve beyazlatma ile etkili bir şekilde tedavi edilebilir (Greenwall-Cohen ve ark., 2018).

- **Beyaz nokta lezyonları**

Beyazlatıcı ajan, beyaz nokta lezyonun çevresindeki veya arka planındaki mineyi beyazlatır ve şekilde görüldüğü gibi lezyonun kontrastını azaltır. Ayrıca KP uygulamasını takiben tükürük pH ve akış hızlarının yükselmesinin, remineralizasyonu teşvik ederek beyaz lezyonun kırılma indeksini değiştirilebileceği öne sürülmüştür (Leonard, Bentley & Haywood, 1994).

- **Kahverengi ve sarı lekelenme**

İzole sarı ve kahverengi lekeler çok sayıda etyolojiden kaynaklanır. Kahverengi lekeler tek başına beyazlatma tedavisi ile %80 oranında tedavi

edilebilir. Bu nedenle bu tür durumlar için ilk tedavi seçeneği olmalıdır. Beyazlatmanın kahverengi lekeleri tamamen ortadan kaldırmadığı durumlarda ek mikro aşındırma ve bonding prosedürleri kullanılmalıdır (Haywood & Leonard, 1998).

- **Koronal defektler**

Koronal defektler diş şekli, boyutu, konumu, oranı, rengi ve sayısında farklılıklar olarak ortaya çıkabilir. Beyazlatma genellikle estetiğin yönetiminde tamamlayıcı bir parça oluşturur ve bu tür vakaların yönetiminde invaziv restorasyonlara olan ihtiyacı azaltabilir. Ayrıca, diş tonunu hafifletmek için beyazlatma kullanımı, renk değişikliğini maskelemek için dolaylı restorasyonlar için gereken aşırı küçültme gereksinimini azaltabilir (Haywood, & Parker, 1999).

Beyazlatmanın tamamlanmasını takiben en az 2 hafta daha restoratif tedavi ertelenmelidir. Beyazlatma sonrasında kompozite bağlanma gücü %25-50 oranında azalır, ancak iki hafta sonra normale döner. Bu durum, beyazlatma ajanı nedeniyle minedeki oksijenden kaynaklanır ve asitli minede bağlanma etiketleri setini inhibe eder. İki haftalık bir sürede oksijen mineden dağılır ve bağlanma gücü normale döner (Cvitko ve ark., 1991).

- **Molar keser hipomineralizasyonu (MIH)**

MIH'lı çocukların dişlerinin görünümü nedeniyle gülümsemede isteksizlik veya güven eksikliği yaşayabileceği ve bu nedenle erken tedavi gerektirebileceği bildirilmiştir. Beyazlatmanın MIH hastalarında, özellikle sarı kahverengi renkleşme defektlerinde bir miktar iyileşme sağladığı bildirilmiştir.

MIH'dan etkilenen dişler, pulpa içinde inflamatuvar değişiklikler gösterir ve sonuç olarak, bu hasta grubunda hassasiyet daha yaygındır. Bu nedenle, beyazlatma tedavisine başlamadan önce yeterli hassasiyetin önlenmesi gereklidir (Fayle, 2003; Rodd ve ark., 2011; Rodd, Boissonade, & Day, 2007).

- **Kalıtsal faktörler**

Beyazlatmanın, kalıtsal durumlarda özellikle amelogenezis imperfekta ve dentinogenezis imperfektanın minimal invaziv tedavisinde başarılı olduğu gösterilmiştir. Mevcut minenin korunması bu gibi durumlarda çok önemli olduğundan, beyazlatma bu hastalar için faydalıdır. Hassasiyet, bu tip hastalar için de bir sorun olabilir ve hassasiyetin önlenmesi gereklidir (Croll, 1995; Nathwani & Kelleher, 2010).

- **Travmatize/devital dişler**

Pulpa kanaması travma sonrası renk değişikliğinin en yaygın nedenidir. Kan, dentin tübüllerine girer ve hemosiderin, hemin, hematin ve hematoidin gibi kromojenik kan bozunma ürünlerinin birikmesine yol açar. Kromojenik kan bozunma ürünleri pulpa nekrozundan kaynaklanır (Arens, 1989).

Kalsifik metamorfoz da renk değişikliğine neden olabilir. Kök kanal boşluğu içerisinde sert dokunun birikmesi ve klinik kronun sarı renk değişikliği ile karakterizedir. Genellikle travmatik diş yaralanmasından 3 ay sonra görülür (Amir, Gutmann & Witherspoon, 2001).

Devital dişin tedavisini takiben giriş kavitesi hazırlığında pulpa ve pulpa boynuzlarının kalıntıları, giriş kavitesinde gutta perka kalıntıları, sodyum hipoklorit ve klorheksidin irrigasyonlarının birleştirilmesi (kahverengimsi-kırmızı çökelti) gibi iyatrojenik kaynaklı nedenlerden dolayı renklenme meydana gelebilir (Zimmerli, Jeger & Lussi, 2010; Basrani, Manek, Sodhi, Fillery & Manzur, 2007).

- **Sistemik hastalıklar**

Erken doğum ve düşük doğum ağırlığı, kan hastalıkları, yeni doğan sarılığı, yeni doğan böbrek ve karaciğer hastalığı gibi çok sayıda sistemik hastalık dişlerde renk değişikliğine neden olabilir.

Tetrasiklin, gibi sistemik enfeksiyonları tedavi etmek için kullanılan antibiyotikler de renk değişikliğine yol açabilir. Sarımsı ve kahverengi tetrasiklin renklenmeleri, gri ve mavimsi renklenmelere oranla beyazlatma tedavisine daha iyi yanıt verir (Greenwall-Cohen ve ark., 2018).

SONUÇ

Adolesan bireylerde diş beyazlatma uygulamaları, estetik beklentilerin ve özgüven ihtiyacının artmasıyla birlikte pedodonti pratiğinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Renklenmelerin etyolojisi, beyazlatma ajanlarının kimyasal yapısı ve etki mekanizmaları göz önünde bulundurularak bireyselleştirilmiş tedavi planları oluşturulmalıdır. Diş beyazlatma, minimal invaziv olması nedeniyle birçok renklenme olgusunda etkili bir ilk tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir. Özellikle florozis, travmaya bağlı devital renklenmeler, beyaz nokta lezyonları, MIH ve kalıtsal mine/dentin bozukluklarında başarıyla uygulanabilmektedir.

Bununla birlikte, adolesan bireylerdeki pulpa yapısının daha geniş olması, artan dentin geçirgenliği gibi fizyolojik farklılıklar nedeniyle hassasiyet gibi olası yan etkiler dikkatle izlenmelidir. Diş beyazlatma işlemleri

öncesinde hasta ve ebeveynlere tedavi seçenekleri, riskler ve alternatifler açık şekilde sunulmalı, gerekli durumlarda bilgilendirilmiş onam alınmalıdır. Ayrıca beyazlatma sonrası restoratif işlemlerde iki haftalık bekleme süresi gibi biyolojik sınırlamalar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Mevcut yasal düzenlemeler, özellikle hidrojen peroksit içeriği ile ilgili kısıtlamalar nedeniyle, 18 yaş altı hastalarda beyazlatma işlemini karmaşık hale getirir de, tedavinin amacı hastalık önleme veya tedavi olarak tanımlandığında bu işlemlere izin verilebilmektedir. Bu bağlamda, klinik karar süreci hem etik hem de yasal sorumluluklar açısından dikkatle yürütülmelidir.

Sonuç olarak, adolesan bireylerde diş beyazlatma; uygun endikasyon, dikkatli hasta seçimi ve bilimsel kanıtlara dayalı uygulamalarla yapıldığında hem estetik hem de psikososyal açıdan tatmin edici sonuçlar sağlayabilen güvenli ve etkili bir tedavi seçeneğidir.

KAYNAKÇA

- Algahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 26(2), 33–46.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2018). Policy on the use of dental bleaching for child and adolescent patients. *Pediatric Dentistry*, 40(6), 92–94.
- Amir, F. A., Gutmann, J. L., & Witherspoon, D. E. (2001). Calcific metamorphosis: A challenge in endodontic diagnosis and treatment. *Quintessence International*, 32, 447–455.
- Arens D. The role of bleaching in Esthetics. *Dent Clin North Am* 1989; 33: 319–36.
- Arı, H., & Üngör, M. (2002). In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. *International Endodontic Journal*, 35(5), 433–436.
- Arseneault, L., Bowes, L., & Shakoor, S. (2010). Bullying victimization in youths and mental health problems: ‘Much ado about nothing’? *Psychological Medicine*, 40, 717–729.
- Basrani, B. R., Manek, S., Sodhi, R. N., Fillery, E., & Manzur, A. (2007). Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Journal of Endodontics*, 33, 966–969.
- Borges, B., Vale, M., Afonso, F., & Assunção, I. (2014). Can enhanced peroxides decrease the side effects of tooth bleaching? A systematic review. *International Journal of Experimental Dental Science*, 3(2), 84–91.
- Camps, J., De Franceschi, H., Idir, F., & Roland, C. (2007). Time-course diffusion of hydrogen peroxide through human dentine: Clinical significance for young human dentin. *Journal of Endodontics*, 33, 455–459.
- Carey, C. M. (2014). Tooth whitening: What we now know. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 14(Suppl), 70–76.
- Croll, T. P. (1995). Carbamide peroxide bleaching of teeth with dentinogenesis imperfecta: A case report. *Quintessence International*, 26, 683–686.
- Cvitko E, Denehy G E, Swift E J, Jr., Pires J A. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent* 1991; 3: 100–102.
- Dahl, J. E., & Pallesen, U. (2003). Tooth bleaching – A critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4), 292–304.
- Fayle, S. A. (2003). Molar incisor hypomineralisation: Restorative management. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 4, 121–126.
- General Dental Council. (2019). *Tooth whitening and illegal practice*.
- Greenwall-Cohen, J., et al. (2018). Tooth whitening for the under-18-year-old patient. *British Dental Journal*, 225(1), 19–26.
- Haywood V B, Leonard R H, Nelson C F, Brunson W D. Effectiveness, side effects

- and long term status of nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc* 1994; 125:219–1226.
- Haywood, V. B., & Leonard, R. H. (1998). Nightguard vital bleaching removes brown discoloration for 7 years: A case report. *Quintessence International*, 29, 450–451.
- Haywood, V. B., & Parker, M. H. (1999). Nightguard vital bleaching beneath existing porcelain veneers: A case report. *Quintessence International*, 30, 743–747.
- Howell, R. A. (1980). Bleaching discoloured root-filled teeth. *British Dental Journal*, 148(6), 159–162.
- Leonard, R. H. Jr., Bentley, C. D., & Haywood, V. B. (1994). Salivary pH changes during 10% carbamide peroxide bleaching. *Quintessence International*, 25, 547–550.
- Loyola-Rodriguez J P, de Jesus Pozos-Guillen A, Hernandez-Hernandez F, Berumen-Maldonado R, Patiño-Marin N. Effectiveness of treatment with carbamide peroxide and hydrogen peroxide in subjects affected by dental fluorosis: a clinical trial. *J Clin Paediatr Dent* 2004; 28:63–67.
- Matis, B. A. (2003). Tray whitening: What the evidence shows. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 24, 354–362.
- Nathwani, N. S., & Kelleher, M. (2010). Minimally destructive management of amelogenesis imperfecta and hypodontia with bleaching and bonding. *Dental Update*, 37, 170–179.
- Oddera, M. (2012). Bleaching Techniques. In F. Brenna (Ed.), *Restorative Dentistry* (pp. 245–292). Missouri: Elsevier.
- Oktay, E. K. (2006). Farklı vital beyazlatma sistemlerinin diş rengi üzerine etkilerinin klinik olarak karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi).
- Özduman, Z. C., & Çelik, Ç. (2017). Diş renkleşmeleri ve beyazlatma tedavileri. *Yeditepe Journal of Dental Sciences*, 13(1), 37–44.
- Rodd, H. D., Boissonade, F. M., & Day, P. F. (2007). Pulpal status of hypomineralized permanent molars. *Paediatric Dentistry*, 29, 514–520.
- Rodd, H., et al. (2011). Seeking children's perspectives in the management of visible enamel defects. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 21, 89–95.
- Rodrigues, J. A., Oliveira, G. P. F., & Amaral, C. M. I. (2007). Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Brazilian Oral Research*, 21(2), 170–172.
- Rotstein, I. (1993). Role of catalase in the elimination of residual hydrogen peroxide following tooth bleaching. *Journal of Endodontics*, 19(11), 567–569.
- Seghi, R. R., & Denry, I. (1992). Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *Journal of Dental Research*, 71(6), 1340–1344.

- Wallace, A., & Deery, C. (2015). Management of opacities in children and adolescents. *Dental Update*, 42, 951–958.
- Walshaw, E. G., Kandiah, P., & Rodd, H. (2019). A trilogy of tragedies – Paediatric dental tooth whitening. *British Dental Journal*, 227(11), 959–960.
- Watts, A., & Addy, M. (2001). Tooth discoloration and staining: A review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309–316.
- Wood, K., et al. (2022). Patient-reported outcome measures for children and adolescents having dental bleaching in the UK. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 23(4), 579–586.
- Yılmaz Atalı, P., Tarçın, B., Dokumacıgil, G., & Korkut, B. (2020). Diş Beyazlatma Teknikleri. In *Diş Hekimliğinde Estetik Uygulamalar* (pp. 291–315).
- Zimmerli, B., Jeger, F., & Lussi, A. (2010). Bleaching of nonvital teeth: A clinically relevant literature review. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, 120, 306–320.

Bölüm 3

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLER

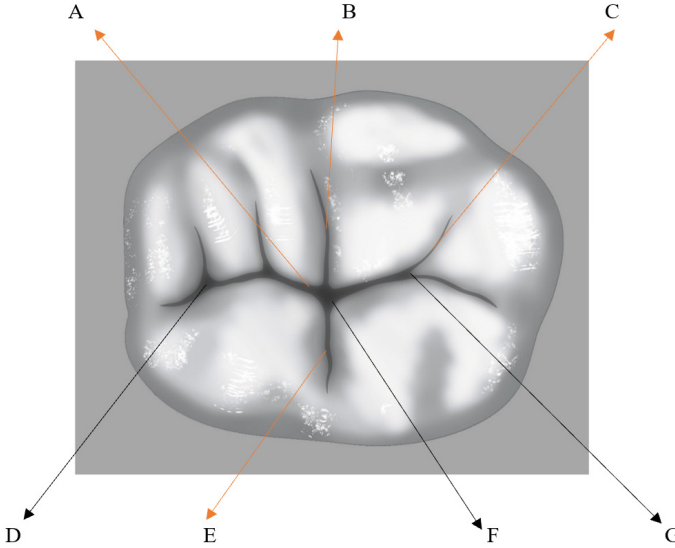
Esra ERGÜN¹ Canan BAYRAKTAR NAHİR²

1 Arş. Gör. Esra ERGÜN, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti A.D., Orcid ID:0009-0007-3772-4976

2 Doç. Dr. Canan BAYRAKTAR NAHİR, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti A.D., Orcid ID:0000-0003-1388-1778

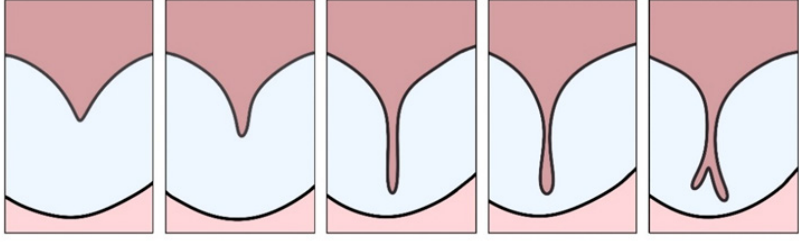
GİRİŞ

Diş çürüğü, diyet ile alınan karbonhidratların oral mikroorganizmalar tarafından fermente edilmesi sonucu oluşan asidik yan ürünlerin, mine ve dentin gibi hassas diş yüzeylerinde oluşturduğu demineralizasyonla karakterize edilen progresif bir doku yıkımı olarak tanımlanmaktadır (Fejerskov, 2003). Bu yıkım süreci, özellikle bazı anatomik bölgelerde daha belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Daimi azı dişlerinin oklüzal yüzeyleri belirgin pit ve fissür morfolojileri nedeniyle mikroorganizma kolonizasyonu ve gıda artıklarının retansiyonuna yatkınlık göstermektedir. Bu özellikleri nedeniyle söz konusu yüzeyler çürük gelişimine en duyarlı ve çürükten en çok etkilenen bölgeler arasında yer almaktadır (Beauchamp ve ark., 2009; Çehreli ve ark., 2006). Bu yüksek çürük riskinin temel nedeni, pit ve fissürlerin kompleks anatomik yapılarından kaynaklanmaktadır. Bu morfolojik yapılar yalnızca bireyler arasında değil, aynı bireyin farklı dişleri arasında bile belirgin farklılıklar gösterebilmektedir. Literatürde, pitler genellikle gelişimsel olukların kesişim noktalarında veya uçlarında yer alan küçük çöküntüler olarak tanımlanırken (Satish ve ark., 2007), fissürler bitişik kasplar arasında uzanan derin yarıklar şeklinde tanımlanmaktadır (Khan, 1994) (**Şekil 1**). Fissürlerin şekli (V, U, I, IK, Y tipi) ve derinliği ise çürük gelişimi üzerinde doğrudan etkili olan başlıca morfolojik parametreler arasında yer almaktadır (Nagano, 1960) (**Şekil 2**).



Şekil 1. Alt Daimi 1. Büyük Azı Dişinin Oklüzal Yüzeyinde Bulunan Pit ve Fissürlerin Morfolojileri (A): Santral fissür, (B): Meziobukkal fissür, (C): Distobukkal fissür, (D): Mezial pit, (E): Lingual fissür, (F): Santral pit, (G):

Distal pit



Şekil 2. Anatomik Özelliklerine Göre Fissür Tipleri (A): V tipi fissür; (B): U tipi fissür; (C): I tipi fissür; (D): IK tipi fissür; (E): Y tipi fissür

Çürük sürecinin geri döndürülebileceğinin anlaşılması üzerine, teşhis ve tedavi alanında değişiklikler yaşanmış ve koruyucu diş hekimliği uygulamaları önem kazanmıştır (Zhang ve ark., 2017). Koruyucu diş hekimliği ağız ve diş sağlığını korumak, çürüklerin ortaya çıkmasını önlemek ya da erken aşamada durdurmak amacıyla yapılan planlı ve bütüncül yaklaşımların toplamıdır. Bu kavram yalnızca tedaviye değil; çürük oluşmadan önce, risk faktörlerini ortadan kaldırmaya, davranışsal değişiklikler yaratmaya, önleyici bir takım yöntemler uygulamaya odaklanmaktadır (Gerrie, 1969). Bu uygulamalar arasında yer alan içme sularının florlanması, bireysel ve topikal flor tedavisi, plak kontrolü ve diyet düzenlemesi gibi çürük önleme yaklaşımlarının kullanımının düz yüzeylerdeki çürük lezyonlarının önlenmesinde büyük bir etkiye sahip olduğu kabul edilmekteyken (Naaman ve ark., 2017); pit ve fissür örtücüler, flor uygulaması ve mekanik plak kontrolü gibi tedavi yaklaşımlarına dirençli ve çürüğe eğilimli oklüzal yüzeylere uygulanabilen alternatif bir tedavi seçeneğidir (Wright ve ark., 2016).

Pit ve fissür örtücü “dişlerin pit ve fissür bölgelerine yerleştirilen, böylece plak ve bakteri retansiyonunu engelleyerek bu bölgelerde çürük oluşumunu önleyen bir uygulama” olarak tanımlanmaktadır (Anaz ve ark., 2022). Bu tedavi yaklaşımı, yiyecek artıklarının birikmesi ve bakteri kolonizasyonu için ideal bir alan sağlayan fissürlerin, kolayca temizlenebilen pürüzsüz yüzeylere dönüştürülmesini amaçlamaktadır (Oong ve ark., 2008). Bu yönüyle, pit ve fissür örtücü uygulaması, çocuk ve genç bireylerde çürüğün önlenmesinde en etkili koruyucu stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir. Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA) ve Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD) kılavuzları, çürük riski taşıyan bireylerde pit ve fissür örtücülerinin uygulanmasını önermekte, bu uygulamaların etkinliğini bilimsel olarak desteklemektedir (Wright ve ark., 2016).

Bu kitap bölümü, geçmişten günümüze pit ve fissür örtücü materyallerin gelişimini, etki mekanizmalarını, klinik uygulama esaslarını ve pediatrik diş hekimliği pratiğindeki yerini güncel literatür ışığında ele almayı amaçlamaktadır.

PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

On sekizinci yüzyılın başlarında azı dişlerinde olası çürük lezyonlarının önüne geçebilmek için fissür içeren yüzeylerin uygun bir materyal ile örtülmesi düşünülmüştür (Hunter, 1778). İlk tedavi yaklaşımı 1895 yılında Wilson tarafından fissürlerin çinko fosfat siman ile kapatılmasıyla başlamıştır (Wilson, 1895). Daha sonraki dönemde ise 1923 yılında Hyatt tarafından geliştirilen ve oldukça agresif bir yöntem olan, çürük riski yüksek pit ve fissürlerin mekanik olarak aşındırıldığı ve oluşturulan sınıf 1 kavitelerin amalgam ile doldurulduğu “profilaktik odontomi” tekniği geliştirilmiştir (Hyatt, 1924). Bodecker 1929’da pit ve fissürleri sonla temizleyip, oksifosfat siman ile örtülenmesini savunmuştur (Gillings, 1961). 1942 yılında ise, Kline ve Knutson fissürler için gümüş nitrat kullanımından ve kimyasal tedaviden bahsetmişler ancak başarısız olmuşlardır (Knutson ve ark., 1938; Simonsen, 2002). Pit ve fissür örtücüler Michael C. Buonocore tarafından yapılan bir çalışma sonucu ortaya çıkmıştır. Buonocore 1955’te yaptığı bir çalışmada minenin asitlenmesinden ve fosforik asit kullanımından bahsetmiştir. Siyanoakrilatların kullanımıyla pit ve fissür örtücüler ilk defa klinik uygulamalarda yerini almıştır (Cueto, 1967). 1960’ların sonunda yapılan çok sayıda deney sonucunda Bisfenol-Glisidil Metakrilat (Bis-GMA) rezinler geliştirilmiştir. Bunun üzerine ADA 1983 yılında minenin asitlenmesini takiben güçlü bir şekilde mineye tutunabilen ve fissürlere iyi penetre olabilen Bis-GMA rezinlerin pit ve fissür örtücü olarak kullanımına onay vermiştir (Pinkham ve ark., 2009).

PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜ OLARAK KULLANILAN MATERİYALLER

SİYANOAKRİLATLAR

Pit ve fissür örtücü olarak kullanılan ilk materyaller metil metakrilat veya siyanoakrilat simanlardır. Siyanoakrilatlar; polimerizasyonunu su ya da nem varlığında gerçekleştiren hemostatik ve bakteriyostatik bir likit olarak bilinmektedir (Ripa, 1993). Cilt ve ağız mukozasına toksik etkisi, uygulama zorluğu, ağız sıvılarında çözünmesi, bağlanma kuvvetinin düşük olması gibi olumsuz özelliklerinden dolayı fazla ilgi görmemişler ve zamanla kullanımından vazgeçilmiştir (Cueto, 1967; Ripa, 1993)

POLİÜRETAN VE POLİKARBOKSİLAT SİMAN

Poliüretanlar, yüksek aşınma direnci ve sertlik gibi özellikleri nedeniyle bir dönem pit ve fissür örtücü olarak kullanım potansiyeliyle değerlendirilmiş; ancak toksisitelerinin yüksek olması ve kimyasal stabilitelerinin yetersiz bulunması nedeniyle klinik uygulamada tercih edilmemiştir (Babu ve ark., 2014).

Polikarboksilat siman, çinko poliakrilat olarak da bilinmektedir ve geçmişte pit ve fissür örtücü olarak kullanımı önerilmiştir. Simanın likit kısmını poliakrilik asit, toz kısmını ise çinko oksit oluşturmaktadır. Diş dokularına fizikokimyasal olarak bağlanmaktadır ve akışkanlıkları oldukça düşüktür. Aşınma direncinin yeterli olmaması sebebiyle çinko poliakrilatlar pit ve fissür örtücü materyali olarak fazla ilgi görmemiştir (Branco, 1983; Simonsen, 2002).

CAM İYONOMERLER

Cam iyonomer simanlar, Londra'daki Devlet Kimyagerler Laboratuvarı'nda yürütülen araştırmalar sonucunda geliştirilmiş ve ilk olarak Wilson ve Kent tarafından klinik kullanıma sunulmuştur (Wilson ve Kent, 1971). Bu materyaller, floroalüminosilikat cam tozu ile poliakrilik asit çözeltisi arasında gerçekleşen asit-baz reaksiyonu yoluyla oluşmakta ve mine ile dentine kimyasal olarak bağlanabilmektedir (Wright ve ark., 2016). Ancak erken sertleşme evresinde neme, geç evrede ise kurumaya karşı duyarlılıkları ile birlikte manipülasyonlarının zor olması, kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır (Mount, 1993). Buna rağmen cam iyonomer simanlar, pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde kullanılmaları gibi pek çok ilgi çekici klinik özellikleriyle tanınmaktadır (Ulus ve ark., 2019).

Boksman ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada geleneksel rezin esaslı bir pit ve fissür örtücü ile cam iyonomer esaslı pit ve fissür örtücü materyallerinin retansiyon düzeyleri karşılaştırılmış ve retansiyon oranları sırasıyla %92 ve %2 olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu bulgular doğrultusunda cam iyonomer esaslı materyallerin pit ve fissür örtücü olarak rutin klinik kullanımının güvenilir olmadığını bildirmiştir (Boksman ve ark., 1987).

Rezin esaslı, biyoaktif ve cam iyonomer esaslı pit ve fissür örtücülerin retansiyonlarının karşılaştırıldığı 12 aylık bir başka çalışmada ise rezin esaslı materyalin 6. ayda %85, 12. ayda ise %75 retansiyon sağladığı, buna karşın cam iyonomer esaslı materyallerin 6. ayda %70 ve 12. ayda %60 retansiyon oranı gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada, cam

iyonomerlerin mekanik dayanıklılığının düşük olması nedeniyle rezin esaslı materyallere kıyasla daha hızlı aşındıkları ve bu durumun retansiyon performansını olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Alwafi, 2025).

Cam iyonomer simanların ana limitasyonu, görece düşük mekanik dayanıklılıkları ve aşınma dirençlerinin zayıf olmasıdır. Bu özellikleri nedeniyle kırılğan yapıdadırlar ve bütünsel kırılmaya eğilimlidirler (Attin ve ark., 1996). Resin esaslı ve cam iyonomer esaslı pit ve fissür örtücülerin seçimi, büyük ölçüde klinikte sağlanabilen nem kontrolünün yeterliliğine bağlıdır. Yeni sürmekte olan ya da tamamen sürmemiş dişlerde, eğer nem kontrolü sağlanabiliyorsa, yüksek dayanıklılıkları nedeniyle resin esaslı materyaller tercih edilmelidir. Ancak nem kontrolünün güç olduğu klinik durumlarda cam iyonomer esaslı örtücüler uygun bir alternatif sunar. Bu tür durumlarda, cam iyonomerler kalıcı bir örtücü materyalden ziyade, geçici bir çözüm veya flor salınımı sağlayan destekleyici bir ajan olarak değerlendirilmektedir (Welbury ve ark., 2004).

REZİN ESASLI PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLER

Resin esaslı materyaller, organik bir resin matrisi, inorganik doldurucular ve bu iki fazı birbirine bağlayan ara fazdan oluşmaktadır. Resin matrisinde en sık tercih edilen monomerler arasında Bis-GMA, üretan dimetakrilat (UDMA), trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) ve hidroksietil metakrilat (HEMA) yer almaktadır (Roberson ve ark., 2001). İlk resin monomer olan Bis-GMA, Bowen tarafından geliştirilmiş olup, günümüzde kullanılan birçok çağdaş resin sisteminin temel yapıtaşını oluşturmaya devam etmektedir (Bowen, 1982).

1990'lı yılların ortalarında Bisfenol-A (BPA) ve Bisfenol-A dimetakrilat (BPA-DMA)'ın pit ve fissür örtücülerden sızarak olası östrojenik etkilere yol açabileceğine dair bazı güvenlik endişeleri ortaya atılmıştır. Ancak Söderholm ve Mariotti (1999), BPA bazlı resinlerin kullanıldığı tedavilerde kısa vadeli östrojenik etkinin klinik olarak anlamlı olmadığı sonucuna varmıştır (Söderholm ve Mariotti, 1999). Benzer şekilde, Schönfelder ve arkadaşları (2002), pit ve fissür örtücülerden salınan BPA'nın ya sistemik dolaşıma geçmediğini ya da ölçülemeyecek kadar düşük seviyelerde bulunduğunu rapor etmiştir (Schönfelder ve ark., 2002).

Bu materyallerin güvenli kullanımına ilişkin değerlendirmelerin yanı sıra, etkin bir koruma sağlayabilmeleri için dişe güçlü bir şekilde bağlanmaları da büyük önem taşımaktadır. Resin esaslı pit ve fissür örtücüler, asitle pürüzlendirme (etching) tekniği ile mine yüzeyine mikromekanik olarak bağlanmakta ve böylece mikroorganizmaların ve besin

artıklarının dişin derin yapısına ulaşmasını engelleyen etkili bir sızdırmazlık sağlamaktadır (Welbury ve ark., 2004). Zaman içinde bu materyallerin hem estetik hem de fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla, içeriklerine kuvars gibi sert partiküller eklenerek aşınma dirençlerinin artırıldığı bildirilmektedir (Bowen ve Marjenhoff, 1992).

Rezin Esaslı Pit ve Fissür Örtücülerin Doldurucu Tiplerine Göre Sınıflandırılması

Rezin esaslı pit ve fissür örtücüler doldurucu tiplerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Ripa, 1993):

- Doldurucusuz pit ve fissür örtücüler
- Yarı dolduruculu pit ve fissür örtücüler
- Dolduruculu pit ve fissür örtücüler

Doldurucu içeren pit ve fissür örtücüler daha yüksek aşınma direnci sunmalarına rağmen fissürlere nüfuz etme kapasiteleri sınırlı olabilmektedir. Ayrıca bu tür materyallerin oklüzal yüzeye adaptasyon için şekillendirme (uyumlama) gerektirmesi, uygulama sürecini uzatmaktadır. Öte yandan, doldurucu içermeyen pit ve fissür örtücüler düşük viskoziteleri sayesinde pit ve fissürlere daha iyi penetre olabilmekte ve genellikle daha yüksek retansiyon sağlamaktadır (Reddy ve ark., 2015). Bu bağlamda, farklı formülasyonlara sahip örtücü materyallerin performansını karşılaştıran bir çalışmada; doldurucu içermeyen, doldurucu içeren ve hem flor hem de doldurucu içeren pit ve fissür örtücüler mikrosızıntı açısından benzer sonuçlar vermiştir. Ancak, doldurucu içeren materyallerin, doldurucu içermeyenlere kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek makaslama bağlanma dayanımı sergilediği bildirilmiştir (Park ve ark., 1993).

Rezin Esaslı Pit ve Fissür Örtücülerin Polimerizasyon Tiplerine Göre Sınıflandırılması

Birinci jenerasyon: Ultraviyole ışık ile polimerize olmaktadır. Stabilizasyonunun zor olması ve retinaya zararlı etkilerinden dolayı bu jenerasyon artık neredeyse kullanılmamaktadır (Dean ve ark., 2015; Pinkham, 2009).

İkinci jenerasyon: Otopolimerize edici rezin esaslı pit ve fissür örtücüler veya bir diğer adıyla kimyasal olarak sertleşen pit ve fissür örtücü materyaller olarak bilinmektedir (Colombo ve Beretta, 2018).

Üçüncü jenerasyon: Görünür ışıkla polimerize olan rezin esaslı pit ve fissür örtücülerde yaklaşık 470 nm dalga boyundaki mavi ışığa duyarlı fotobaşlatıcılar bulunmakta ve görünür ışıkla aktive edilmektedirler. Polimerizasyon yaklaşık 10-20 sn kadar bir sürede gerçekleşmektedir (Colombo ve Beretta, 2018).

Otopolimerize ve ultraviyole ışıkla polimerize olan pit ve fissür örtücülerin iki yıllık retansiyonlarının değerlendirildiği bir çalışmada, otopolimerize rezinler %84 retansiyon oranı göstermiş ve bu oran ile %75 retansiyon oranı gösteren ultraviyole ışıkla polimerize olan pit ve fissür örtücülerden daha iyi retansiyon sağlamıştır (Handelman ve ark., 1987). Görünür ışıkla polimerize edilen ve otopolimerize pit ve fissür örtücülerin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise 31 ay boyunca retansiyon oranlarında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Shapira ve ark., 1990).

Kolay uygulanabilir olup karıştırma gerektirmeyen ve daha homojen bir yapıya sahip olan üçüncü jenerasyon görünür ışıkla polimerize olan pit ve fissür örtücülerin kullanımı tercih edilmiş, zamanla ikinci jenerasyon pit ve fissür örtücüler popülerliğini yitirmiştir (Pinkham 2009; Simonsen, 2002).

Rezin Esaslı Pit ve Fissür Örtücülerin Renklerine Göre Sınıflandırılması

Rezin esaslı pit ve fissür örtücüler renklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Simonsen ve Neal, 2011):

- Şeffaf
- Renkli
- Opak

Opak pit ve fissür örtücüler, uygulama sırasında ve kontrol randevularında dişlerde görülebilmesi gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca renkli pit

ve fissür örtücüler çocukların dişinde açıkça görülebildiğinden, diş üzerinden kaybedildiği takdirde kolaylıkla fark edilebileceği için ebeveynler kendilerini daha güvende hissetmektedirler. Pit ve fissür örtücü varlığının diş her bakıldığında görülebilir olmasının hasta ve ebeveynin motivasyonunu arttıracakı düşünülmüştür. Transparan pit ve fissür örtücülerin ise çürük oluşumunu değerlendirmede faydalı olduğu rapor edilmiştir (Babu ve ark., 2014; Simonsen, 2002). Yapılan bir çalışmada şeffaf, opak ve renkli olarak nitelendirilebilen hiçbir pit ve fissür örtücünün birbirlerine daha üstün bir retansiyon göstermediği bildirilmiştir (Waggoner ve Siegal, 1996).

Flor İçeren Rezin Esaslı Pit ve Fissür Örtücüler

Flor içeren rezin esaslı pit ve fissür örtücüler, çürük önleyici etkinliği artırmak amacıyla geliştirilmiş materyal formlarındandır. Bu amaçla, önceki jenerasyon ürünlere flor salan partiküller eklenmiş ve böylece örtücünün sadece mekanik bir bariyer değil, aynı zamanda kimyasal koruma sağlayan bir ajan haline gelmesi hedeflenmiştir (Simonsen, 2002). Pit ve fissür örtücülerin geliştirilme sürecinde, florun doğrudan materyale veya uygulama öncesinde diş minesine eklenmesinin, çürük oluşumuna karşı koruyucu etki gösterebileceği fark edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, flor içeren pit ve fissür örtücülerle tedavi edilen bölgelerde mine demineralizasyonunun azaldığı gösterilmiştir (Swartz ve ark., 1976). Flor salımının amacı başlangıç aşamasındaki demineralize minenin remineralizasyonuna yardımcı olmak, olası bir pit ve fissür örtücü kaybı halinde bile flor sayesinde çürüğe direnç kazanmış bir mine formasyonu oluşturmaktır (Ulu ve Dörter, 2008).

Flor içeren ve içermeyen pit ve fissür örtücülerin karşılaştırıldığı in vitro bir çalışmada materyallerin pit ve fissürlere nüfuz etme kapasiteleri mikroskobik olarak değerlendirilmiş ve mikrosızıntıya karşı dirençleri analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, her iki materyal arasında fissürlere nüfuz etme açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Flor içeren materyalin mikrosızıntıya neden olabileceği gözlemlenmiş olsa da, flor salma yeteneği göz önünde bulundurulduğunda bu sızıntının klinik açıdan anlamlı olmayabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca bu materyalde ilk iki gün boyunca gözlenen yüksek düzeyde flor salımı, ardından gelen günlerde daha düşük ama devam eden bir salımla karakterize edilen “patlama etkisi” ile tanımlanmıştır (Cooley ve McCourt, 1990).

Hidrofilik Yapıdaki Rezin Esaslı Pit ve Fissür Örtücüler

Tükürük kontaminasyonu, pit ve fissür örtücü kaybının ana nedenlerinden biri olup, özellikle izolasyonun zor olduğu durumlarda retansiyonu olumsuz etkilemektedir (Gawali ve ark., 2016). Geleneksel hidro-

fobik pit ve fissür örtücülerin tükürük ile kontamine olmuş yüzeylerde kullanıldığında mikrosızıntı riskinin arttığı ve bağlanma kuvvetinin azaldığı bildirilmiştir. Son zamanlarda nemi tolere edebilen hidrofilik pit ve fissür örtücüler piyasaya sürülmüştür (Priscilla ve ark., 2022). Hidrofilik pit ve fissür örtücü materyallerin önemli bir özelliği, iyonları ağız ortamından diş yüzeyine taşıyabilme yetenekleridir. İyonik aktivite materyale biyoaktif özellikler sağlamakta ve bu iyon alışverişi remineralizasyonla sonuçlanmaktadır. İşlem su gerektirdiği için hidrofilik, nem dostu materyaller bu konuda avantaj sağlamaktadır. Taşıma mekanizması iyonların konsantrasyon gradyanlarına ve rezin matriksin geçirgenliğine bağlı gerçekleşen pasif bir olaydır (Cannon ve Comisi, 2013).

Hidrofilik bir pit ve fissür örtücü ile geleneksel rezin esaslı bir pit ve fissür örtücü retansiyon, sızdırmazlık ve çürük oluşumu açısından 12 ay boyunca klinik olarak incelenmiştir. Çalışmanın sonunda hidrofilik pit ve fissür örtücü **açıkça daha düşük** retansiyon ve yüzey **özellikleri göstermiştir**. Sonuç olarak araştırmacılara göre **özellikle düşük uyumluluğa sahip çocuklar için iyi bir alternatif olamayabilmektedir** (Schlueter ve ark., 2013).

Başka bir çalışmada ise hidrofobik bir pit ve fissür örtücü ile hidrofilik pit ve fissür örtücü 24 ay boyunca takip edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda ise tam aksine hidrofilik pit ve fissür **örtücülerin özellikle çürük riski yüksek olan, aşırı tükürük salgılayan, zihinsel ve fiziksel engelli** ya da çok küçük işbirliği yapmayan çocuklarda ve kısmi sürmüş azı dişlerinde etkili bir pit ve fissür örtücü olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Ratnaditya ve ark., 2015).

Akışkan Kompozitler

Akışkan rezinler ilk olarak 1972 yılında servikal erozyonların onarılmasında kullanılmak amacıyla geliştirilmiştir (Ibsen, 1972). Akışkan kompozitlerin doldurucu içeriği ağırlıkça %45 ile %75 arasında değişmektedir (Feilzer, 1989; Jaarda, 1997). Formülasyonları geleneksel rezin esaslı pit ve fissür örtücülere oldukça benzer olan akışkan kompozitlerin, fiziksel ve mekanik özelliklerinin daha üstün olması beklentisiyle pit ve fissür örtücü olarak da kullanılabilecekleri düşünülmüştür (Beun ve ark., 2012).

Akışkan kompozit ile geleneksel rezin esaslı bir pit ve fissür örtücünün karşılaştırıldığı klinik bir çalışmada 24 ayın sonunda total-etch adeziv ile birlikte uygulanan akışkan kompozitin, geleneksel rezin esaslı pit ve fissür örtücüye nazaran istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha iyi retansiyon gösterdiği tespit edilmiştir. Her iki materyal de benzer çü-

rük önleme etkileri göstermiştir. Çalışma sonucunda, total-etch adeziv ile birlikte uygulanan akıcı kompozitlerin pit ve fissür örtücü olarak kullanımının başarılı bir tedavi alternatifi olabileceği bulgusuna ulaşılmıştır (Erdemir ve ark., 2014).

HİBRİT İYONOMERLER

Cam iyonomerleri ve rezinleri birleştiren hibrit materyaller geleneksel cam iyonomerlerin dezavantajlarının üstesinden gelmeye ve klinik avantajlarını korumaya yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu hibrit materyaller rezin modifiye cam iyonomerler ve kompomerlerdir. Kompomerler, poliasit modifiye kompozit rezinler olarak tanımlanmaktadır (Hatrack, 2015). Son zamanlarda yeni bir hibrit materyal olarak ortaya çıkan Giomerler ise stabil bir cam iyonomer fazı oluşturmak için önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer (PRG) teknolojisini kullanmaktadır (Gonzalez ve ark., 2004).

Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS), az miktarda suda çözüneabilen, polimerize olabilen rezin bileşeni içeren cam iyonomer simanlardır. Polialkenoik asidin, foto başlatıcıların etkisiyle ışıkla polimerize olabilen yan zincirlerle modifiye edilmesi sonucunda daha karmaşık yapıda bu materyaller geliştirilmiştir. Rezin içeriğine rağmen, asit-baz reaksiyonu ile sertleşme özelliklerini korudukları için cam iyonomer simanlar sınıfında değerlendirilmektedirler (Sidhu ve Watson, 1995).

Yapılan bir çalışmada rezin esaslı bir pit ve fissür örtücü ile RMCİS'lerin retansiyon, yüzey özellikleri ve çürük önleyici özelliklerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda 12 aylık takip sonrası RMCİS retansiyonunun, aşınma direncinin ve çürük önleyici özelliklerinin rezin esaslı pit ve fissür örtücü kadar iyi olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle RMCİS'lerin, rezin esaslı pit ve fissür örtücülere bir alternatif olabileceği düşünülmektedir (Oliveira ve ark., 2008).

Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler

Poliasit modifiye kompozit rezinler, 1994 yılının başında tanıtılan, kompozitler ve cam iyonomer simanların özellikleri arasında özellikler sergileyen, kimyasal açıdan kompozitlere daha yakın olan materyallerdir. Flor içeren bu materyal, kompozit ve cam iyonomer kelimelerinin birleştirilmesiyle 'kompomer' olarak da adlandırılmaktadır. Geliştirilmelerindeki amaç, ışıkla sertleşen kompozitlerin ve cam iyonomer simanların pozitif özelliklerini bir araya getirmektir (Hickel ve ark., 1998; Krejci ve ark., 1999).

Poliasit modifiye rezin esaslı pit ve fissür örtücüler, kompozit rezinlerin estetik özelliklerini, cam iyonomer simanların flor salınımı ve kimyasal bağlanma özellikleriyle birleştirmektedir. Cam iyonomer esaslı pit ve fissür örtücülere göre suda daha az çözünmekte ve rezin esaslı pit ve fissür örtücülere göre teknik hassasiyeti daha azdır. Bunun yanı sıra, mine ve dentine üstün bağlanma özelliklerine sahiptir. Fiziksel özellikleri kompozitlere yakın olmakla beraber kompozitlere nazaran daha fazla aşınmaktadırlar ve kırılma dirençleri kompozitlere göre daha düşüktür (Puppın-Rontani ve ark., 2006; Ünlügenç ve Bolgöl, 2020).-

Geleneksel rezin esaslı pit ve fissür örtücü ile poliasit modifiye pit ve fissür örtücü kullanılarak yapılan 24 aylık takipli klinik çalışma sonunda poliasit modifiye pit ve fissür örtücünün retansiyon oranlarının takip süresinde önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Geleneksel rezin esaslı pit ve fissür örtücünün retansiyonu ise daha başarılı bulunmuştur (Yakut ve Sönmez, 2006).

Giomerler

Giomerler, rezin matrise önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer (S-PRG) dolgu maddeleri eklenmesiyle oluşturulan hibrit materyaldir. Kompozit rezinlerin ve cam iyonomer simanların temel bileşenlerini içermektedir (Mungara ve ark., 2013). Kompomerlerden farklı olarak flor-alümino silikat cam, rezine dahil edilmeden önce poliakrilik asit ile reaksiyona sokulmaktadır. Üreticinin iddiaları arasında flor salınımı, flor reşarjı, biyouyumluluk, pürüzsüz yüzey kalitesi, mükemmel estetik ve klinik stabilite yer almaktadır. Kompomerler gibi giomerler de ışıqla polimerize edilmekte ve diş yapısına tutunmak için bonding sistemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir (Gonzalez ve ark., 2004).

Hibrit kompozitlerle giomerleri karşılaştıran bir çalışmada gruplar arasında suda çözünürlük değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiş ve giomerlerin su emilim değerleri test edilen diğer nanohibrit kompozitlere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Gonulol ve ark., 2015).

Yapılan diğer bir çalışmada ise giomer esaslı bir pit ve fissür örtücü olan ile flor içeren geleneksel rezin esaslı pit ve fissür örtücünün iyon salımları ölçülmüştür. Giomer esaslı pit ve fissür örtücünün silikon (Si), stronsiyum (Sr), alüminyum (Al), boron (B), sodyum (Na) ve flor salımları daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonucunda giomerlerin mine demineralizasyonunu inhibe etme yeteneğinin diğer materyallere göre daha başarılı olabileceği bildirilmiştir (Kaga ve ark., 2014).

ORGANİK OLARAK DEĞİŞTİRİLMİŞ SERAMİKLER (ORMOSERLER)

Organik olarak değiştirilmiş seramikler (ormoserler) 1998 yılında kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerini geliştirmek ve polimerizasyon büzülmesini en aza indirmek amacıyla piyasaya sürülmüştür (Monsar-rat ve ark., 2017). Ormoserler, üzerine karbon-karbon çift bağı içeren yan zincirlerin eklendiği uzun bir silikon omurgadan oluşmaktadır. Gelenek-sel fotobaşlatıcılar kullanılarak polimerizasyon sağlanmaktadır (Botten-berg ve ark., 2009). Ormoserler, aşınmayı ve BPA salınımını azaltabilecek büyük monomer molekülleri içermektedir (Arenholt-Bindslev ve ark., 1999). Geleneksel monomerler (UDMA, Bis-GMA) yerine çapraz bağlı organik inorganik kopolimerler içermesi, polimerizasyon büzülmesinin kompozit rezinlere göre daha düşük olmasını sağlamaktadır (Tauböck ve ark., 2019).

Cam iyonomer ve ormoser esaslı pit ve fissür örtücüleri karşılaştıran bir çalışmada retansiyon, marjinal bütünlük ve sekonder çürük oluşumu-nu değerlendirilmiştir. Yapılan 24 aylık klinik takip sonucunda retansi-yon ve marjinal bütünlük açısından cam iyonomer ve ormoser esaslı pit ve fissür örtücüler arasında anlamlı bir farklılık görülmezken, cam iyo-nomer esaslı pit ve fissür örtücünün çürük önleyici etkisinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Güler ve Yılmaz, 2013). Başka bir çalış-mada ise, rezin esaslı pit ve fissür örtücü, kompomer esaslı pit ve fissür örtücü ve ormoser esaslı pit ve fissür örtücüler karşılaştırılmış ve çalışma sonucunda ormoserlerin klinik başarısı kompomere göre daha yüksek bulunmuş ancak materyaller arasında çürük önleyici etki açısından bir farklılık bildirilmemiştir (Yılmaz ve ark., 2010).

CAM KARBOMERLER

Cam karbomerler, karbonize nanopartiküller içermektedir. Bu nano boyuttaki toz partiküller ve içeriğindeki floroapatit sebebiyle cam kar-bomerler, cam iyonomer simanlardan ayrılmaktadır. Nanopartiküllerin cam iyonomer simanların içerisine ilave edildiğinde materyale aşınma direnci kazandırdığı görülmüş ayrıca mekanik bazı özelliklere katkı sağladığı, materyalin dayanıklılığını arttırdığı tespit edilmiştir (Zainud-din ve ark., 2012).

Ek bir karbon zincirine sahip cam bazlı bir materyal olan cam kar-bomerin sıvısı poliakrilik asittir. Bu materyalin önemli bir avantajı, neme dayanıklı olması sayesinde çocuk hastalar için uygulama kolaylığı taşımasıdır. Cam karbomerler, restoratif dolgu materyali, kuronların ve ortodontik bantların simantasyonu için kullanılabilir (Subrama-

niam ve ark., 2015). Ayrıca remineralizasyon sağlamak üzere pit ve fissür örtücü olarak da kullanımı mevcuttur. Glass Carbomer® ticari olarak temin edilebilen nispeten yeni bir pit ve fissür örtücüdür (Beresescu ve ark., 2022).

Cam karbomer pit ve fissür örtücünün çözünürlüğünü ve mikrosızıntısını değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışma sonucunda cam karbomerlerin çözünürlüğü geleneksel cam iyonomerlere göre daha az bulunmuş ve mikrosızıntı konusunda ise anlamlı bir fark saptanamamıştır. Cam karbomerlerin neme dayanıklı olduğundan özellikle kısmen sürmüş dişleri olan ve nem kontrolünün sağlanmasının zor olduğu küçük çocuklarda, alternatif bir pit ve fissür örtücü materyali olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır (Subramaniam ve ark., 2015).

BIYOAKTİF İÇERİKLİ FISSÜR ÖRTÜCÜLER

Diş hekimliğinde, “biyoaktif” terimi, belirli sürelerle vücut sıvısı içinde bekletildiğinde yüzeylerinde apatit benzeri bir yapı oluşturabilme kapasitesini ifade etmektedir (White, 2018). Biyoaktif materyaller, uygulandıkları dokularla spesifik yüzey reaksiyonlarına girerek biyolojik aktiviteyi artıran materyaller olarak tanımlanmaktadır (Kokubo ve Takadama, 2006). Mevcut çürük önleyici materyallerin en önemli sınırlılığı, mine dokusunun yeniden mineralizasyonunu destekleme kapasitelerinin, tükürükte bulunan düşük Ca ve PO_4^{3-} iyon konsantrasyonu nedeniyle yetersiz kalmasıdır. Bu durum, remineralizasyon sürecine aktif katkı sağlayabilecek yeni nesil materyallerin geliştirilmesini gündeme getirmiştir. Son yıllarda, hem çürük önleyici etkinlik gösteren hem de biyolojik etkileşimi ve remineralizasyon kapasitesi yüksek olan materyallerin klinik performanslarının değerlendirilmesi, güncel araştırmaların öncelikli konularından biri hâline gelmiştir. Bu kapsamda geliştirilen materyallerden biri olan BioCoat™, hem laboratuvar hem de klinik verilerle dikkat çeken biyoaktif bir pit ve fissür örtücü olarak öne çıkmaktadır (White, 2018).

Biyoaktif rezin esaslı pit ve fissür örtücü ile rezin esaslı bir pit ve fissür örtücünün klinik performansını değerlendirmek amacıyla yapılmış bir çalışmada her iki materyal grubu 6 ay sonunda benzer klinik başarılar göstermiş ancak biyoaktif pit ve fissür örtücü olan BioCoat™'in 12 ay sonra çürük inhibisyon gücü daha yüksek bulunmuştur (Abdelsalam ve ark., 2022). Premier Dental tarafından geliştirilen BioCoat™ adlı biyoaktif pit ve fissür örtücü, yüksek flor salınımı, remineralizasyonu destekleyen bileşenleri ve güçlü retansiyon özelliğiyle öne çıkmaktadır (Snyder, 2021). Üretici firmanın teknik dokümanına göre, flor salınım konvansiyonel bir pit ve fissür örtücüye kıyasla daha yüksek makaslama bağlanma dayanı-

mı göstermekte ve bu durum mikrokapsül teknolojisinin sağladığı küçük partikül boyutlarına bağlanmaktadır (Anonim, 2017).

Ancak, Kılınç ve ark., (2022) tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, biyoaktif rezin esaslı örtücülerin diğer gruplarla karşılaştırıldığında daha düşük bağlanma dayanımı sergilediği bildirilmiştir. Öte yandan, AlQahtani ve ark., (2022a), BioCoat™ gibi biyoaktif örtücülerin daimi dişlerde daha üstün bağlanma dayanımı sunduğunu ve yaşlanmaya karşı daha dirençli olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Wafia ve ark., (2023)'nın gerçekleştirdiği çalışmada, bu örtücülerin demineralize mine üzerinde yüksek remineralizasyon potansiyeli sergilediği gösterilmiştir.

Rezende (2024) tarafından yürütülen bir başka in vitro çalışmada ise biyoaktif örtücülerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin konvansiyonel rezin esaslı örtücülerle benzer olduğu ve flor salınımının cam iyonomer simanlara benzediği gösterilmiştir.

Biyoaktif pit ve fissür örtücülerinin bağlanma arayüzü morfolojisini inceleyen çalışmalarda ise bazı çelişkili sonuçlara rastlanmıştır. AlQahtani ve ark., (2022b), bu materyallerin konvansiyonel örtücüler kadar iyi bağlanma arayüzü oluşturmadığını belirtirken; Anaz ve ark., (2022) biyoaktif pit ve fissür örtücünün daha uzun rezin tag uzunluğuna sahip olduğunu ve daha yüksek retansiyon ile karyostatik etki sunduğunu göstermiştir.

Salma ve Abdelfatah (2022), biyoaktif örtücülerin flor içerikli geleneksel örtüclere kıyasla demineralize mineye kalsiyum kazandırmada daha etkin olduğunu ve bu nedenle diş yapısını güçlendirerek restoratif işlemlere olan ihtiyacı azaltabileceğini ifade etmiştir. Benzer şekilde, İbrahim ve ark., (2021), bu materyallerin remineralizasyon kapasitesi ve mekanik dayanım açısından geleneksel örtüclere üstünlük sağladığını vurgulamıştır.

Rezin esaslı pit ve fissür örtücü, cam iyonomer esaslı pit ve fissür örtücüler ve biyoaktif bir pit ve fissür örtücülerin retansiyonlarının karşılaştırıldığı çalışma sonucunda üç farklı örtücü tipi de çürük önleme açısından fayda sağlamış olsa da, rezin esaslı ve biyoaktif örtücüler zamanla daha iyi retansiyon ve etkinlik sergilemiştir. Çocuklara yönelik koruyucu programlarda, uzun vadeli çürük önleme başarısı için bu materyallerin önceliklendirilmesi önerilmektedir (Alwafi, 2025).

Tüm bu bulgular, biyoaktif pit ve fissür örtücülerinin klinik ve biyolojik avantajlarını ortaya koymakla birlikte, bu alandaki materyal çeşitliliğinin giderek arttığını göstermektedir. Bu bağlamda, yalnızca flor salan geleneksel ajanların ötesine geçerek, farklı etki mekanizmaları su-

nan yenilikçi materyallerin geliştirilmesi dikkat çekmektedir. Araştırılan yenilikçi materyaller arasında amorf kalsiyum fosfat (ACP) ve biyoaktif camlar da yer almaktadır (Mehta ve ark., 2014).

Amorf Kalsiyum Fosfat (ACP) İçerikli Pit ve Fissür Örtücüler

Amorf kalsiyum fosfat (ACP) içeren biyoaktif materyaller, özellikle asidik ortamlarda diş yüzeyinde bulunan Ca ve PO_4^{-3} iyonlarının konsantrasyonunu artırarak mineralizasyon sürecini desteklemektedir. Bu artış, ağız sıvılarındaki doğal iyon seviyelerinin üzerine çıkarak, termodinamik olarak apatit oluşumunu destekleyen aşırı doymuş bir ortam yaratmaktadır. ACP'nin bu aşırı doyma koşullarını uzun süre sürdürbildiği bildirilmiştir (Langhorst et al., 2009). Üreticiler, ACP içeren içeren pit ve fissür örtücülerin doğal onarım mekanizmasını güçlendirerek Ca ve PO_4^{-3} iyonları salınımı sayesinde remineralizasyon sağladığını iddia etmektedir (Zawaideh ve ark., 2016).

ACP ve flor içeren pit ve fissür örtücülerin remineralizasyon kapasitesinin değerlendirildiği bir çalışma sonucunda flor içeren pit ve fissür örtücülerin üzerinde oluşan biyofilmin, flor, Ca ve PO_4^{-3} açısından daha zengin olsa da her iki materyal grubunun da yüksek bir remineralizasyon potansiyeli taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır (Ferreira ve ark., 2013).

Biyoaktif Cam İçerikli Pit ve Fissür Örtücüler

Kemik dokusundaki hızlı kemik oluşumunu stimüle eden biyoaktif camlar, 1969 yılında keşfedilmiştir ve birçok araştırmacıyı diş sert dokuları üzerindeki etkilerini araştırmaya teşvik etmiştir (Hench, 2006). Tıpta osteokondüktif özellikte olduğu bilinen biyoaktif camların diş dokularında da mineralizasyon sağlayabilecekleri tahmin edilerek, diş hekimliği alanında kullanılmaları konusunda çalışmalar yapılmıştır (Hench, 2006). Ayrıca restoratif materyallerin yapısına katılarak, remineralizasyona fayda sağlayabileceği düşünülmüştür. Daha sonra biyoaktif camların çocuk diş hekimliği alanında çok büyük yeri olan pit ve fissür örtücülerin yapısına katılması düşüncesi tartışılmaya başlanmıştır (Yli-Urpo ve ark., 2003).

İlk üretilen biyoaktif camlar %45 silisyum dioksit (SiO_2), %24,5 sodyum oksit (Na_2O), %24,5 kalsiyum oksit (CaO) ve %6 fosfat penta oksit (P_2O_5) bileşiklerinden oluşmaktadır. Ağırlıkça %45 silika içermesi ve CaO ve P_2O_5 'in molce oranının 5 olmasından dolayı '45S5 Biyoaktif' olarak isimlendirilmektedir (Hench, 2006). Antikaryojenik özelliklere sahip biyoaktif mikrokapsüllerin fissür örtücü materyale dahil edilmesiyle,

kalsiyum, flor ve fosfat iyonlarının sürekli salınımını sağlayarak remineralizasyon kapasitesi kazandırılması, fissür örtücüler için yararlı bir özellik olarak değerlendirilmektedir (Wafia ve ark., 2023).

Sunulan literatür verileri doğrultusunda, günümüzde klinik kullanıma sunulmuş pit ve fissür örtücü materyallerin türleri ve özellikleri, sistematik olarak Tablo 1’de özetlenmiştir.

SONUÇ

Oklüzal yüzeylerde çürük oluşumunu önlemede etkili bir yöntem olarak kabul edilen pit ve fissür örtücü uygulamaları, fissürlerin plak birikimine elverişli morfolojilerini daha kolay temizlenebilir yüzeyler hâline getirerek geçmişten günümüze uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bölümde bahsedildiği üzere 18.yy’da atılan adımlarla başlayan bu uygulamalar, zamanla geliştirilen materyaller sayesinde farklı içerik ve özelliklere sahip olmuş ve kendine çocuk diş hekimliğinde çok büyük bir yer edinmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte materyallerin içerikleri modifiye edilmiş ve yeni nesil pit ve fissür örtücüler piyasada yerini almıştır. Bütün bu bilgiler ışığında diş hekimlerinin her hastayı bireysel risk faktörleriyle birlikte değerlendirerek uygulanacak pit ve fissür örtücü materyalini bilimsel kanıtlar ve klinik koşullar çerçevesinde seçebilecek bilgi ve donanıma sahip olmaları büyük önem taşımaktadır.

Tablo 1. Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Pit ve Fissür Örtücü Materyaller

Pit ve Fissür Örtücü Sınıfı	Adı	Üretici Firma
Cam İyonomer Esash Pit ve Fissür Örtücüler	Fuji tip VII	GC, Singapur
	Fuji Triage	GC, Japonya
Rezin Esash Pit ve Fissür Örtücüler	Climpro™	3M™ ESPE™, ABD
	Grandio Seal	Voco, Almanya
	Fissurit Fx	Voco, Almanya
	UltraSeal XT plus®	Ultradent, ABD
	Prevent Seal	İtena, ABD
	Teethmate F1	Kuraray, Japonya
	Helioseal®	Vivadent, Almanya
	FluroShield®	Dentsply, ABD
	I-seal LC	İ-Dental, Litvanya
	Embrace WetBond	Pulpdent, ABD
	Fissured Nova	İmicrly, Türkiye
	Control Seal	Voco, Almanya
	Delton	Dentsply, Almanya
	Dentonics, ABD	Dentonics
	Ruby	Rubydent, Türkiye
	Spident Seal-it	Spident, Güney Kore
	Nexobio TranSeal F	Nexobio, Güney Kore

Akışkan Kompozitler	Tetric Evo Flow	Ivoclar, Lihtenştayn
	Filtek Z350 XT Flow	3M™ ESPE™, ABD
Giomerler	Vertise Flow	Kerr, ABD
	Beautiful II	Shofu, Japonya
	Beautiful Flow Plus	Shofu, Japonya
Poliasit Modifiye Kompozit Resinler	Beautisealant	Shofu, Japonya
	Dyract Seal	Dentsply, Almanya
Rezine Modifiye Cam İyonomer Esalı Pit ve Fissür Örtücüler	Ionoseal	Voco, Almanya
	Fuji II LC	GC, Japonya
	Vitro Seal	DFL, Brezilya
Organik olarak değıştirilmiş seramikler (Ormocerler)	Admira Seal	Voco, Almanya
Cam Karbomer Pit ve Fissür Örtücüler	Glass Seal	GCP, ABD
Amorf Kalsiyum Fosfat (ACP) İçerikli Pit ve Fissür Örtücüler	Aegis	Bosworth, ABD
	PF Seal	Prevest, ABD
Biyoaktif Pit ve Fissür Örtücüler	Biocoat™	Premier Dental, ABD
	Champ®	Centrix, ABD
	Activa Bioactive	Pulpdent, ABD

KAYNAKLAR

- Abdelsalam, A. F., Haridy, M. F., Hamza, H. S. E., Farid, M. R., Shaalan, O. O., 2022. Clinical evaluation of bioactive resin based pits and fissures sealants versus conventional resin based pits and fissures sealants in caries susceptible fissures in permanent molars: a randomized controlled. *International Journal of Health Sciences*, 6 (7), 2745-2759.
- AlQahtani, A., Al-Dlaigan, Y. H., Almahdy, A., 2022b. Interface morphology of bioactive pit and fissure sealants bonded to primary and permanent teeth. *Journal of Biomaterials and Tissue Engineering*, 12 (11), 2180-2186.
- AlQahtani, A., Al-Dlaigan, Y., Almahdy, A., 2022a. Microtensile bond strength of bioactive pit and fissure sealants bonded to primary and permanent teeth. *Materials*, 15 (4), 1369.
- Alwafi, A. A., (2025). Evaluation of Different Pit and Fissure Sealants for Caries Prevention in Community Settings. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 17(2), 1761-1763.
- Anaz, R., Khosla, E., Abraham, K. K., James, A. R., & Thenumkal, E., 2022, Comparative evaluation of the length of resin tags of three different types of pit and fissure sealants-An in vitro scanning electron microscopic study. *International Journal of Dental Sciences*, 4 (1), 44-49.
- Anonim, 2017. *Premier BioCoat Broşürü* https://www.premierdentalco.com/wpcontent/uploads/2017/04/BioCoat_Brochure.pdf- (11.06.2025).
- Arenholt-Bindslev, D., Breinholt, V., Preiss, A., Schmalz, G., 1999. Time-related bisphenol-A content and estrogenic activity in saliva samples collected in relation to placement of fissure sealants. *Clinical Oral Investigations*, 3 (3), 120-125.
- Attin, T., Vataschki, M., Hellwig, E., 1996. Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. *Quintessence International*, 27 (3), 203-209.
- Babu, G., Mallikarjun, S., Wilson, B., Premkumar, C., 2014. Pit and fissure sealants in pediatric dentistry. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 5 (4), 253-257.
- Beauchamp, J., Caufield, P. W., Crall, J. J., Donly, K., Feigal, R., Gooch, B., Ismail, A., Kohn, W., Siegal, M., Simonsen, R., 2008. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit- and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*, 139 (3), 257-268.
- Beresescu, L., Kovacs, M., Vlasa, A., Stoica, A. M., Benedek, C., Pop, M., Bungardean, D., Eşian, D., 2022. Retention ability of a glass carbomer pit and fissure sealant. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (4), 1966.
- Beun, S., Bailly, C., Devaux, J., Leloup, G., 2012. Physical, mechanical and rheological characterization of resin-based pit and fissure sealants compared to flowable resin composites. *Dental Materials*, 28 (4),

349-359.

- Boksman, L., Gratton, D. R., McCutcheon, E., Plotzke, O. B., 1987. Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealant. *Quintessence International*, 18 (10), 707-709.
- Bottenberg, P., Jacquet, W., Alaerts, M., Keulemans, F., 2009. A prospective randomized clinical trial of one bis-GMA-based and two ormocer-based composite restorative systems in class II cavities: Five-year results. *Journal of Dentistry*, 37 (3), 198-203.
- Bowen R. L., 1962. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bis phenol and glycidyl acrylate. United States of Patent Office, <https://lens.org/137-653-810-158-800-> (11.06.2025)
- Bowen, R. L., ve Marjenhoff, W. A., 1992. Dental composites/Glass Ionomers: the materials. *Advances in Dent Research*, 6 (1), 44-49.
- Branco, H., T., 1983. Physical properties of some zinc phosphate and polycarboxylate cements. *Acta Odontologica Scandinavia*, 41 (6), 349-353.
- Cannon, M. L., ve Comisi, J. C., 2013. Bioactive and therapeutic preventive approach to dental pit and fissure sealants. *Compend Contin Educ Dent*, 34 (8), 642-645.
- Chandra, S., Chandra, S. S., Krishna, V. (2010). *Textbook of operative dentistry* (2nd ed.). Jaypee Brothers Medical Publishers. 544, Hindistan.
- Colombo, S., ve Beretta, M., 2018. Dental sealants Part 3: Which material? Efficiency and effectiveness. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 19 (3), 247-249.
- Cooley, R. L., ve McCourt, J. W., 1990. Evaluation of by SEM, microleakage, and fluoride release. *Pediatric Dentistry*, 12 (1), 39.
- Cueto, E. I., ve Buonocore, M. G., 1967. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *The Journal of the American Dental Association*, 75 (1), 121-128.
- Dean, J., Jones, J., Walker Vinson, L., 2015. McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent, *Elsevier*, 704, ABD.
- Erdemir, U., Sancakli, H. S., Yaman, B. C., Ozel, S., Yucel, T., Yildiz, E., 2014. Clinical comparison of a flowable composite and fissure sealant: a 24-month split-mouth, randomized, and controlled study. *Journal of Dentistry*, 42 (2), 149-157.
- Feilzer, A. J., De Gee, A. J., Davidson, C. L., 1989. Increased wall-to-wall curing contraction in thin bonded resin layers. *Journal of Dental Research*, 68 (1), 48-50.
- Fejerskov, O. K., 2003. Dental caries: the disease and its clinical management, *Blackwell*, 480p, ABD.
- Ferreira, L., Pedrini, D., Okamoto, A. C., EG, J. J., Henriques, T. A., Cannon, M., Delbem, A., 2013. Biochemicaabdell and microbiological characteristics of in situ biofilm formed on materials containing fluoride or amorphous

- calcium phosphate. *American Journal of Dentistry*, 26 (4), 207-213.
- Gawali, P. N., Chaugule, V. B., Panse, A. M., 2016. Comparison of microleakage and penetration depth between hydrophilic and hydrophobic sealants in primary second molar. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9 (4), 291-295.
- Gerrie, N. F., (1969). A definition of preventive dentistry. *Journal of Public Health Dentistry*, 29 (1), 60.
- Gillings, B., ve Buonocore, M., 1961. Thickness of enamel at the base of pits and fissures in human molars and bicuspids. *Journal of Dental Research*, 40 (1), 119-133.
- Gonulol, N., Ozer, S., Sen Tunc, E., 2015. Water Sorption, Solubility, and Color Stability of Giomer Restoratives. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27 (5), 300-306.
- Gonzalez E. H., Yap, A. U., Hsu, S. C., 2004. Demineralization inhibition of direct tooth-colored restorative materials. *Operative Dentistry*, 29 (5), 578-585.
- Güler, C., ve Yılmaz, Y., 2013. A two-year clinical evaluation of glass ionomer and ormocer based fissure sealants. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 37 (3), 263-267.
- Handelman, S. L., Leverett, D. H., Espeland, M., Curzon, J., 1987. Retention of sealants over carious and sound tooth surfaces. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 15 (1), 1-5.
- Hatrick, C. D., 2015. Clinical Applications For Dental Assistants And Dental Hygienists, *Dental Materials*, 512, ABD.
- Hench, L. L., 2006. The story of Bioglass. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 17 (11), 967-978.
- Hickel, R., Dasch, W., Janda, R., Tyas, M., Anusavice, K., 1998. New direct restorative materials. *International Dental Journal* , 48 (1), 3-16.
- Hunter, J., 1778. Dentistry Early works to 1800, Tooth anatomy and histology, Tooth growth and development, Tooth physiology, Tooth Diseases, Dentistry, *Wellcome Collection*, <https://wellcomecollection.org/works/q3es7gtp/items?canvas=130-> (11.06.2025).
- Hyatt, T. P., 1924. Prophylactic odontotomy: an operative procedure for the prevention of decay. *Journal of Dental Research*, 6 (4), 389-426.
- Ibsen, R. L., 1972. Non-operative treatment for gingival erosion. *Dental Survey*, 48 (3), 22-24.
- İbrahim, M. S., Alabbas, M. S., Alsomaly, K. U., AlMansour, A. A., Aljouie, A. A., Alzahrani, M. M., Asseri, A. A., AlHumaid, J., 2021. Flexural strength, elastic modulus and remineralizing abilities of bioactive resin-based dental sealants. *Polymers (Basel)*, 14 (1), 1-13.
- Jaarda, M. J., Wang, R. F., Lang, B. R., 1997. A regression analysis of filler particle content to predict composite wear. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 77 (1), 57-67.

- Kaga, M., Kakuda, S., Ida, Y., Toshima, H., Hashimoto, M., Endo, K., Sano, H., 2014. Inhibition of enamel demineralization by buffering effect of S-PRG filler-containing dental sealant. *European Journal of Oral Sciences*, 122 (1), 78-83.
- Khan, A. A., 1994. The permanent first molar as an indicator for predicting caries activity. *International Dental Journal*, 44 (6), 623-627.
- Knutson, J. W., Klein, H., Palmer, C. E., 1938. Studies on dental caries. VIII. relative incidence of caries in the different permanent teeth. *Journal of the American Dental Association and the Dental Cosmos*, 25 (12), 1923-1934.
- Kokubo, T., ve Takadama, H., 2006. How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity?. *Biomaterials*, 27 (15), 2907-2915.
- Krejci, I., Albert, P., Lutz, F., 1999. The influence of antagonist standardization on wear. *J Dent Research*, 78(2), 713-719.
- Kılınç, Z., Kavrik, F., Küçükyılmaz, E., 2022. Biyoaktif içeriğe sahip fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32, 11-16.
- Mehta, A. B., Kumari, V., Jose, R., Izadikhah, V., 2014. Remineralization potential of bioactive glass and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on initial carious lesion: an in-vitro pH cycling study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17 (1), 3-7.
- Monsarrat, P., Garnier, S., Vergnes, J. N., Nasr, K., Grosogeat, B., Joniot, S., 2017. Survival of directly placed ormocer-based restorative materials: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Dental Materials*, 33(5), 212-220.
- Mount, G. J., 1993. Clinical placement of modern glass-ionomer cements. *Quintessence International*, 24 (2), 99-107.
- Mungara, J., Philip, J., Joseph, E., Rajendran, S., Elangovan, A. V., Selvaraju, G., 2013. Comparative evaluation of fluoride release and recharge of pre-reacted glass ionomer composite and nano-ionomeric glass ionomer with daily fluoride exposure: an in vitro study. *Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 31 (4), 234-239.
- Naaman, R., El-Housseiny, A. A., Alamoudi, N., 2017. The use of pit and fissure sealants-a literature review. *Dentistry journal (Basel)*, 5 (4), 1.
- Nagano, T., 1960. Relation between the form of pit and fissure and the primary lesion of caries. *Shika gakuho*, 60, 80-90.
- Oliveira, F. S. d., da Silva, S. M. B., Machado, M. A. d. A. M., Bijella, M. F. T. B., Lima, J. E. D. O., Abdo, R. C. C., 2008. Resin-modified glass ionomer cement and a resin-based material as occlusal sealants: a longitudinal clinical performance. *Journal of Dentistry for Children*, 75 (2), 134-143.
- Oong, E. M., Griffin, S. O., Kohn, W. G., Gooch, B. F., Caufield, P. W., 2008. The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions: a review of the evidence. *Journal of the American Dental Association*, 139 (3), 271-278.
- Park, K., Georgescu, M., Scherer, W., Schulman, A., 1993. Comparison of shear strength, fracture patterns, and microleakage among unfilled, filled, and

- fluoride-releasing sealants. *Pediatric Dentistry*, 15 (1), 418-418.
- Pinkham J. R., Cassamassimo. P. S, Tigue D. J., Fields H. W., Nowak A. J., 2009. Çocuk Diş Hekimliği: Bebeklikten Ergenliğe. *Atlas Kitapçılık*, 850p, Türkiye.
- Priscilla, S., Prathima Gs., Mohandoss, S., Kavitha, M., 2022. Moisture tolerant pit and fissure sealant: a literature review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 15 (2), 233-239.
- Puppini-Rontani, R. M., Baglioni-Gouvea, M. E., deGoes, M. F., Garcia-Godoy, F., 2006. Compomer as a pit and fissure sealant: effectiveness and retention after 24 months. *Journal of Dentistry for Children*, 73 (1), 31-36.
- Ratnaditya, A., Kumar, M. M., Jogendra, S. S. A., Zabirunnisa, M., Chowdhary Kopuri, R. K., 2015. Clinical evaluation of hydrophobic and hydrophilic pit and fissure sealants-a two year follow-up study. *Journal of Young Pharmacists*, 7 (3), 171.
- Reddy, V. R., Chowdhary, N., Mukunda, K. S., Kiran, N. K., Kavyarani, B. S., Pradeep, M. C., 2015. Retention of resin-based filled and unfilled pit and fissure sealants: A comparative clinical study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6 (1), 18-23.
- Rezende, L. V. M., 2024. Avaliação de propriedades físico-químicas e mecânicas de uma resina bioativa submetida a ciclagem de ph-in vitro. *Repositório Institucional da Universidade Federal do Piau*. <http://repositorio.ufpi.br:8080/handle/123456789/3737>- (11.05.2025).
- Ripa, L. W., 1993. Sealants revisited: an update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. *Caries Research*, 27 (1), 77-82.
- Roberson, T. M., Heymann, H. O., Swift, E. J., 2001. Sturdevant's art and science of operative dentistry. *Mosby*, 947p, ABD.
- Salma, R. S., ve Abdelfatah, O. M., 2022. Effect of a bioactive pit and fissure sealant on demineralized human enamel: in vitro study. *BMC Oral Health*, 22 (1), 569.
- Schlueter, N., Klimek, J., Ganss, C., 2013. Efficacy of a moisture-tolerant material for fissure sealing: a prospective randomised clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 17 (3), 711-716.
- Schönfelder, G., Wittfoht, W., Hopp, H., Talsness, C. E., Paul, M., Chahoud, I., 2002. Parent bisphenol A accumulation in the human maternal-fetal-placental unit. *Environ Health Perspect*, 110 (11), 703-707.
- Shapira, J., Fuks, A., Chosack, A., Houpt, M., Eidelman, E., 1990. Comparative clinical study of autopolymerized and light-polymerized fissure sealants: five-year results. *Pediatric Dentistry*, 12 (3), 168-169.
- Sidhu, S. K., ve Watson, T. F., 1995. Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the american journal of dentistry. *American Journal of Dentistry*, 8 (1), 59-67.
- Simonsen, R. J., 2002. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24 (5), 393-414.
- Simonsen, R. J., ve Neal, R. C., 2011. A review of the clinical application and

- performance of pit and fissure sealants. *Australian Dental Journal*, 56 (1), 45-58.
- Subramaniam, P., Girish Babu, K. L., Jayasurya, S., 2015. Evaluation of solubility and microleakage of glass carbomer sealant. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 39 (5), 429-434.
- Swartz, M. L., Phillips, R. W., Norman, R. D., Eliason, S., Rhodes, B. F., Clark, H. E., 1976. Addition of fluoride to pit and fissure sealants-a feasibility study. *Journal of Dental Research*, 55, 757 - 771.
- Söderholm, K. J., ve Mariotti, A., 1999. BIS-GMA based resins in dentistry: are they safe?. *Journal of the American Dental Association*, 130 (2), 201-209.
- Tauböck, T. T., Jäger, F., Attin, T., 2019. Polymerization shrinkage and shrinkage force kinetics of high- and low-viscosity dimethacrylate- and ormocer-based bulk-fill resin composites. *Odontology*, 107 (1), 103-110.
- Ulu, O., ve Dörter, C., 2008. Pit and fissure sealants and its applications. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 42 (1), 25.
- Ulusu, T., Odabaş, M. E., Tüzüner, T., Baygin, O., Sillelioğlu, H., Deveci, C., Gökdoğan, F. G., Altuntaş, A., 2012. The success rates of a glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant placed by fifth-year undergraduate dental students. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 13 (2), 94-97.
- Wafia, N., Dowidar, K., Hamza, S., Soliman, R., 2023. Polarized light microscopic evaluation of bioactive pit and fissure sealant on demineralized enamel of permanent molars: in-vitro study. *Alexandria Dental Journal*, 47, 30-30.
- Waggoner, W. F., ve Siegal, M., 1996. Pit and fissure sealant application: updating the technique. *Journal of the American Dental Association*, 127 (3), 351-361.
- Welbury, R., Raadal, M., Lygidakis, N. A., 2004. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 5 (3), 179-184.
- White, S. R., 2018. How to achieve both retention and prevention with BioCoat. *Dental Products Report*, <https://www.dentalproductsreport.com/view/how-achieve-both-retention-and-prevention-biocoat-11.5.2025>.
- Wilson, A. D., ve Kent, B., 1971. The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. *Journal of Applied Chemistry and Biotechnology*, 21 (11), 313-313.
- Wilson, I. P., 1895. Preventive Dentistry. *American Journal of Dental Science*, 29 (1), 10-13.
- Wright, J. R., Crall, J. J., Fontana, M., Gillette, E. J., Nový, B. B., Dhar, V., Donly, K., Hewlett, E. R., Quinonez, R. B., Chaffin, J., Crespín, M., Iafolla, T., Siegal, M. D., Tampi, M. P., Graham, L., Estrich, C., Carrasco-Labra A., 2016. Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit-and-fissure sealants: A report of the american dental association and the american academy of pediatric dentistry. *Journal of the American Dental Association*, 147 (8), 672-682.
- Yakut, N., ve Sönmez, H., 2006. Resin composite sealant vs. polyacid-modified

resin composite applied to post eruptive mature and immature molars: two year clinical study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 30 (3), 215-218.

- Yli-Urpo, H., Närhi, T., Söderling, E., 2003. Antimicrobial effects of glass ionomer cements containing bioactive glass (S53P4) on oral micro-organisms in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica*, 61 (4), 241-246.
- Yılmaz, Y., Beldüz, N., Eyüboğlu, O., 2010. A two-year evaluation of four different fissure sealants. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 11 (2), 88-92.
- Zainuddin, N., Karpukhina, N., Law, R. V., Hill, R. G., 2012. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer® ionomer cement by MAS-NMR spectroscopy. *Dental Materials*, 28 (10), 1051-1058.
- Zawaideh, F. I., Owais, A. I., Kawaja, W., 2016. Ability of pit and fissure sealant-containing Amorphous Calcium Phosphate to inhibit enamel demineralization. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9 (1), 10-14.
- Zhang, W., Chen, X., Fan, M., Mulder, J., Frencken, J. E., 2017. Retention rate of four different sealant materials after four years. *Oral Health Preventive Dentistry*, 15 (4), 307-314.
- Çehreli, S. B., Güngör, H. C., Karabulut, E., 2006. Er,Cr:YSGG laser pretreatment of primary teeth for bonded fissure sealant application: a quantitative microleakage study. *Journal of Adhesive Dentistry*, 8 (6), 381-386.
- Ünlügenç, E., ve Bolgöl, B., 2020. Güncel fissür örtücüler – literatür derlemesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30 (3), 507-518.

Bölüm 4

PEDODONTİDE FLORÜR KULLANIMI: ETKİNLİK, GÜVENLİK VE GÜNCEL TARTIŞMALAR

İlknur HAZAR¹, İzzet YAVUZ²

¹Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı,
Diyarbakır, Türkiye

Florürün Tanımı ve Tarihçesi

Florürler, flor elementinin tuzlarıdır ve kimyasal açıdan florür, küçük atom yarıçapı nedeniyle tüm elementler arasında en elektronegatif ve en reaktif olanıdır. Flor yüksek reaktivitesi sebebiyle doğada serbest halde bulunmaz, genellikle inorganik florür bileşikler şeklinde yer alır (Dehnen, 2021). Litosfer, atmosfer, hidrosfer ve biyosferde bulunabilen flor, özellikle volkanik kökenli kayalarda yüksek miktarlarda mevcuttur ve çevreye volkanik patlamalar, kayaç çözünmeleri ile karışabilir veya kömür yakımı, cevher işleme, gübre üretimi, endüstriyel tesisler gibi insan faaliyetleri yoluyla da karışır. Florür doğal sularda da bulunur; deniz suyunda genellikle 1,2–1,5 ppm düzeyindeyken tatlı sularda bu oran 0,01–0,3 ppm arasında değişir. Volkanik kaplıca bölgelerine yakın sularda ise konsantrasyon daha yüksek olabilir. Bununla birlikte asidik toprakta yetişen bitkiler daha fazla florür biriktirir ve özellikle çay bitkisi yüzlerce ppm düzeyinde florür depolayabilir (Yeung, 2008). İnsanlar florüre hava, toprak, su veya gıda yoluyla maruz kalabilmektedir (Petersen, 2003).

Florürün çürük önleyici etkisi ilk kez 20. yüzyıl başlarında Colorado Springs'te Black ve McKay tarafından tanımlanmıştır (Black & McKay, 1916). Bunu takiben, Churchill 1931'de Colorado Springs suyunda yüksek florür konsantrasyonunu göstermiştir (Churchill, 1931). Bu bulgular, Dean'ın toplumsal düzeyde su florlaması üzerine yürüttüğü öncü çalışmaların temelini oluşturmuştur (Arnold et al., 1962). Dean'ın araştırmaları, uzun yıllar boyunca toplum temelli çürük önleme programlarının bilimsel dayanağı olmuştur.

1970'lere kadar sistemik florür uygulamaları yaygın biçimde önerilmiş olsa da, bu dönemde florürün antikariyojenik etkisine dair kavramsal değişim yaşanmış ve esas etkinin sistemik değil, topikal olduğu anlaşılmıştır (Fejerskov, 2004). Özellikle su florlamasının pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde önemli bir role sahip olduğu kabul edilmektedir (Buzalaf et al., 2011).

Çocukluk Çağında Diş Çürüklerinin Önemi ve Florürün Rolü

Diş çürüğü, dünya nüfusunun önemli bir bölümünü etkileyen ve okul çağındaki çocukların yaklaşık %60–90'ını kapsayan yüksek prevalanslı kronik bir hastalıktır (Petersen, 2003). Çürük prevalansı ülkeler ve sosyoekonomik düzeyler arasında farklılık göstermekte olup, düşük sosyoekonomik düzeydeki çocuklarda daha yüksek oranlarda görülmektedir (Chen, 1995). Tedavi edilmemiş çürükler, diş kronlarının ilerleyici yıkımına, şiddetli ağrıya ve rahatsızlığa yol açmakta; onarım ve restorasyon işlemleri ise zaman alıcı, maliyetli ve sağlık sistemleri için ciddi bir yük oluşturmaktadır (Petersen, 2003). Çürük lezyonları, biyofilmin

uzun süre tutulduğu oklüzal, aproksimal, gingival kenar ve mine-sement birleşimlerinde ortaya çıkmaktadır (Fejerskov, 2004). Ancak biyofilm birikimi tek başına yeterli olmayıp, ilerlemede temel etken diyetle alınan serbest şekerlerdir (Sheiham & James, 2015). Şeker fermentasyonu sonucu ortaya çıkan asidik pH, dental minerallerin çözünmesine yol açarken aynı zamanda biyofilmden en kariyojenik bakterilerin seçilimini de teşvik eder (Marsh, 2006). Bu nedenle çürük, biyofilm ve şeker etkileşimine bağımlı bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (Fejerskov, 2004). ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezine göre ABD’de tüm bebek ve okul öncesi çocukların %28’i çürükten etkilenmekte, çocukların yaklaşık yarısı anaokuluna başlamadan önce çürük deneyimi yaşamaktadır (Dye et al., 2007). Sosyal dezavantajlı çocuklar örneğin düşük gelirli veya düşük eğitimli ailelerden gelenler çürükten orantısız biçimde etkilenmektedir. Geleneksel diş hekimliği hizmetlerine erişim güçlüğü ve ekonomik sınırlılıklar nedeniyle bu gruplarda alternatif çürük önleme stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Rajab & Hamdan, 2002). Bu bağlamda profesyonel florür uygulamaları, görece düşük maliyetli, kolay uygulanabilir ve aktif çürüklerin durdurulmasında etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Chu et al., 2000).

Florürün Etki Mekanizması

Florürün en önemli antikaryojenik etkisinin, diş/plak ara yüzeyinde lokal etki göstererek erken çürük lezyonlarının remineralizasyonunu teşvik etmesi ve mine çözünürlüğünü azaltması yoluyla gerçekleştiği kabul edilmektedir (Featherstone, 1988). Asit atağı sırasında florür mevcutsa, plak içerisindeki asitle birlikte mineye difüze olur ve kristal yüzeyinde etki ederek mineral kaybını azaltır. pH, demineralizasyondan sonra yükseldiğinde, florür çözünmüş kalsiyum ve fosfat iyonlarıyla birleşerek fluorapatit benzeri kristaller oluşturur veya mevcut kristallerin büyümesini destekler. Bu yapılar, daha sonraki asit saldırılarına karşı daha dirençlidir (ten Cate, 1999).

Florürün en önemli etkisi, tükürükte uygun konsantrasyonda bulunduğunda gerçekleşen topikal etkisidir (Buzalaf et al., 2011). Daimi dişlerin gelişimi tamamlandığında, minenin ana mineral yapısını hidroksiapatit oluşturur (Fincham et al., 1999). Gelişim süresince mine, demineralizasyon ve remineralizasyon döngülerine maruz kalır. Florür varlığı, asidik ortamda hidroksiapatitin çözünmesini azaltarak minenin demineralizasyonunu engeller.

Plak sıvısında bulunan çürük yapıcı bakteriler, özellikle *Streptococcus mutans*, şekerleri metabolize ederek laktik asit üretir ve bu da pH’yı düşürür. Kritik pH olan 5,5’in altına inildiğinde mine demineralizasyonu

başlar. Bu süreç başlangıçta geri dönüşümlüdür ve florür varlığında kristal yüzeyine adsorbe olarak çözünmeyi azaltır, pH tekrar yükseldiğinde remineralizasyonu destekler ve fluorhidroksiapatit oluşumunu sağlar. Tekrarlayan döngülerle mine daha dirençli hale gelir ve yeni oluşan kristallerin kritik pH düzeyi 4,5'e kadar düşer. Ayrıca florür, bakteriyel hücre fizyolojisini etkileyerek de dolaylı bir antikaryojenik etki gösterir. Florür iyonları, glikolitik enzimler ve H^+ -ATPazların inhibisyonu, membran geçirgenliğinin değiştirilmesi ve sitoplazmik pH'nın düşürülmesiyle bakteri kaynaklı asit üretimini azaltabilir (Buzalaf et al., 2011). Sonuç olarak, florürün çürük progresyonu üzerindeki en önemli etkisi demineralizasyon ve remineralizasyon süreçlerini düzenlemesi olup, topikal florür uygulamaları aktif çürük lezyonlarının ilerlemesini durdurmada etkinliği kanıtlanmış yöntemlerdir (Ammari et al., 2007).

Florür Uygulama Yöntemleri

Diş hekimliğinde florür, diş yüzeylerine sistemik ve topikal yollarla sağlanmaktadır. Sistemik florürler (içme suyu, tuz, süt floridasyonu ve tablet/damlalar), ağız yoluyla alınarak diş gelişimi sırasında mine yapısına katılırken; topikal florürler (diş macunları, gargara, vernikler, jeller, köpükler) doğrudan diş yüzeyine etki ederek lokal koruma sağlar (Baik et al., 2021). Topikal florür sistemleri düşük konsantrasyonlarda evde kullanım (ör. diş macunu, gargara) ve yüksek konsantrasyonlarda profesyonel kullanım (ör. vernik, jel, köpük) için mevcuttur. Yapılan kapsamlı çalışmalar, özellikle yılda en az iki kez uygulanan florür verniğinin çocuklar ve yetişkinlerde çürük önlemede belirgin yarar sağladığını göstermektedir (Marinho et al., 2013). Profesyonel florür uygulamalarının yanı sıra düzenli olarak florürlü diş macunu veya gargara kullanımı, demineralizasyon/remineralizasyon döngüsü boyunca oral sıvılarda sürekli yüksek florür konsantrasyonu sağlar. Bununla birlikte, tüm florür uygulama yöntemleri eşit derecede etkili değildir. Etkinliği belirleyen başlıca faktörler; kullanılan florürün konsantrasyonu, uygulama sıklığı ve süresi, ayrıca kullanılan florür bileşiğinin türüdür (Newbrun, 1992). Daha yüksek konsantrasyonlu topikal florür ajanları (örneğin vernikler ve jeller), mine yüzeyinde ve plak içerisinde kalsiyum florür çöktirtileri oluşturarak bir rezervuar işlevi görür. Bu çöktirtiler, oral pH düştüğünde florür salınımı yaparak yeniden mineralizasyonu destekler ve çürük gelişimini engeller (Horowitz, 1996).

Topikal Florürler

Tanım gereği “topikal florür” terimi, diş yüzeylerine yüksek konsantrasyonlarda florür sağlayarak lokal koruyucu etki oluşturan ve sistemik yolla yutulması amaçlanmayan uygulama biçimlerini ifade etmektedir.

Günümüzde en yaygın kullanılan topikal florür uygulama yolları; florürlü diş macunları, ağız gargaraları, jeller ve verniklerdir. Bu ürünler tek başına ya da kombine biçimde kullanılabilir. Farklı ülkelerde çeşitli florür içerikli ürünler pazarlanmakta ve bu ürünlere dayalı çürük önleme programları uygulanmaktadır. Ev tipi topikal florür; diş macunları, ağız gargaraları şeklinde bulunurken, yüksek konsantrasyonlu profesyonel florür uygulamaları kliniklerde jel, köpük ve vernik formlarında yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar, düşük konsantrasyonlu topikal florüre düzenli maruz kalmanın çürük insidansını azalttığını göstermiştir (Kohn et al., 2001).

Florürlü Diş Macunları

Florürlü diş macunları, florür kullanımının en yaygın formunu oluşturmaktadır. Dünya genelinde florür, diş macunlarında antikaryojen ajan olarak çeşitli formlarda yer almaktadır; bunlar arasında sodyum florür (NaF), stannöz florür (SnF₂) ve sodyum monoflorofosfat (Na₂PO₃F) bulunmaktadır (van Loveren, 2013). Florürlü diş macunları, toplum düzeyinde başka koruyucu önlemler olmasa bile, çürüğü önlemenin en etkili ve en ekonomik yöntemlerinden biri olmaya devam etmektedir (Selwitz et al., 2007). Florürün antikaryojenik etkisi, uygulama şekli veya aracı ne olursa olsun aynı mekanizma ile ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, bilimsel kanıtlar özellikle diş fırçalama yoluyla kullanılan florürlü diş macunlarının çürük insidansını azaltmadaki etkinliğini güçlü biçimde desteklemektedir (Marinho et al., 2004). Ayrıca, florürlü diş macunları yalnızca sağlam yüzeylerde çürük oluşumunu azaltmakla kalmaz; fırçalama sırasında florür tüm ağız içine yayıldığından, dental materyallerin çevresinde tamamen uzaklaştırılamayan biyofilm üzerinde de etki göstererek mevcut lezyonların progresyonunu yavaşlatabilmektedir (Tenuta et al., 2009). Beş yaş altındaki çocuklar fırçalama sırasında diş macununu yutma eğiliminde olurken, daha büyük çocuklar fırçalama sonrasında macunu düzenli olarak tükürebilmektedir (Buzalaf & Levy, 2011). Çocuk diş macununun aroması da florür alımını etkileyebilmektedir; yapılan klinik araştırmalar, özel aromalı diş macunlarının klasik tatlara sahip macunlara kıyasla daha fazla yutulduğunu göstermiştir (Strittholt et al., 2016).

Tablo1. Çocuklarda Florürlü Diş Macunu Kullanımına İlişkin Güncel Kılavuz

Yaş Grubu	Florür Konsantrasyonu	Macun Miktarı
0-2 yaş	1000ppm	Pirinç tanesi büyüklüğünde
2-6 yaş	1000ppm	Bezelye tanesi büyüklüğünde
>6 yaş	1450ppm	Bezelye tanesi büyüklüğünde

(Toumba et al., 2019)

Florürlü Gargaralar

Florürlü ağız gargaraları genellikle %0,05–0,2 (225–1.000 ppm) sodyum florür solüsyonları şeklinde hazırlanmakta olup, 6 yaş ve üzerindeki bireylerde kullanımı önerilmektedir. Avrupa’da ayrıca amin ve stannöz florür formülasyonları da bulunmaktadır (Marinho et al., 2003).

Bu ürünler, dünya genelinde uzun süredir okul temelli çürük önleme programlarında kullanılmakta olup, sabit ortodontik aparey taşıyan bireyler veya yaşlı yetişkinler gibi yüksek çürük risk grubundaki kişiler için evde kullanım amacıyla da tavsiye edilmektedir (Rugg-Gunn & Bánóczy, 2013). Klinik protokollerde günlük %0,05 NaF veya haftalık %0,2 NaF ile yapılan gargaraların çürük riskini anlamlı şekilde azalttığı gösterilmiştir (Marinho et al., 2003).

Sistemik derlemeler, florürlü ağız gargaralarının daimi dişlerde çocuklar ve adolesanlarda plaseboya kıyasla %24–29 oranında çürük önleyici etki sağladığını; ayrıca yaşlı bireylerde kök çürüklerinin gerilemesi veya durdurulmasında yararlı olduğunu göstermektedir (Twetman et al., 2004). Özellikle Marinho ve arkadaşlarının Cochrane derlemesi, okul temelli programlarda haftalık %0,2 NaF gargaralarının yüksek kanıt düzeyiyle etkin olduğunu vurgulamıştır (Marinho et al., 2003).

Florür Vernikleri

Florür vernikleri ilk kez 1964 yılında Schmidt tarafından diş çürüklerini önlemek amacıyla geliştirilmiş ve florürün diş minesine daha uzun süre tutunarak alım süresini artırması hedeflenmiştir (Kohn et al., 2021). Günümüzde otuzdan fazla farklı florür verniği piyasada bulunmakta olup, içerikleri ve uygulama sistemleri nedeniyle değişken farmakokinetik özellikler göstermektedir (Weyant et al., 2013). Özellikle iki ana form öne çıkmaktadır: sodyum florür (NaF) verniği (Duraphat, Colgate, 1960) ve florür silan verniği (Fluor Protector, Ivoclar, 1975) (Azarpazhooh & Main, 2008). Profesyonel olarak uygulanan florür vernikleri 1960’lardan itibaren Avrupa, İskandinav ülkeleri ve Kanada’da yaygın olarak kullanılmış, daha sonra Amerika Birleşik Devletleri de dahil olmak üzere dünya genelinde kullanım alanı bulmuştur (Bawden, 1998). Florür vernikleri, toplum temelli koruyucu programlarda orta ve yüksek çürük prevalansına sahip çocuklarda etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Pettersson, 1993). Vernikler diş yüzeyine ince bir tabaka halinde yapılarak 12 saat veya daha uzun süre kalabilmekte, böylece florürün ani kaybını önleyerek yavaş salınımlı bir rezervuar görevi görmektedir (Ogaard, 1994). En yaygın iki ticari preparattan Duraphat %5 NaF içerir ve 22.600 ppm

florür sağlar; Fluor Protector ise %0,9 diflorosilan (1000 ppm F) içeren poliüretan bazlı bir verniktir (Arends & Schuthof, 1975). Florür vernikleri genellikle bireysel çürük riskine göre yılda iki ila dört kez uygulanmaktadır (Kohn et al., 2021). Yüksek florür konsantrasyonuna rağmen güvenli kabul edilmektedir; çünkü tek bir çocukta kullanılan miktar ortalama 0,5 ml olup, sağladığı 3–11 mg florür iyonu olası toksik dozun oldukça altındadır (Petersson, 1993). Florür vernikleri, mine yüzeyine ve yüzey altı lezyonlara florür ileterek kalsiyum florür birikintileri oluşturur ve florür iyonlarının bir rezervuarını sağlar. En yoğun salınım uygulamayı takip eden ilk üç haftada gerçekleşmekte, ardından daha yavaş şekilde devam etmektedir (Ogaard, 1994). Yapılan bir Cochrane derlemesi, florür verniğinin tedavi uygulanmayan kontrol gruplarına kıyasla çürüklerin önlenmesinde %46'lık bir koruyucu etki sağladığını ortaya koymuştur (Marinho et al., 2003).

Klinik Uygulama Prosedürü

Florür vernikleri mineye güçlü şekilde bağlanarak uzun süre yüzeyde kalabilir (Beltran-Aguilar et al., 2000). Uygulama öncesinde dişlerin fırçalanması yeterlidir. Ortalama 0,3–0,75 ml vernik pamuk uçlu aplikatör, şırınga veya fırça ile uygulanır; interproksimal bölgelerde diş ipi kullanılabilir. İşlem genellikle 1–4 dakika sürmektedir (Beltran-Aguilar et al., 2000). Dişlerin tamamen kurutulmasına gerek yoktur; pamuk rulo veya gazlı bezle silinmesi yeterlidir. Hastalara uygulamadan sonra 2–4 saat boyunca yemek yememeleri ve aynı gün gece diş fırçalamamaları önerilmektedir. İn vitro çalışmalar, uygulama sonrası mine yüzeyinde kalan vernik parçacıklarının asit ataklarına karşı koruyucu rezervuar görevi gördüğünü göstermektedir (Sorvari et al., 1994).

Florür Jelleri

Florür jelleri, diş çürüklerinin önlenmesinde uzun yıllardır kullanılan yüksek konsantrasyonlu topikal florür uygulamalarından biridir. Klinik uygulamalarda genellikle %1,23 asidüle fosfat florür (APF, 12.300 ppm F⁻) veya %2 sodyum florür (NaF, 9.000 ppm F⁻) formları kullanılmaktadır (Berg, 1982). Bu ajanların etkinliği, diş minesinde florür rezervuarları oluşturarak demineralizasyonu inhibe etmesi ve remineralizasyonu artırmasına dayanmaktadır (Featherstone, 2000). Florür jellerinin en önemli avantajı, kısa sürede yüksek florür konsantrasyonunun tüm diş yüzeylerine ulaştırılabilmesidir. Nitekim, düzenli uygulamaların özellikle yüksek çürük riskine sahip bireylerde çürük insidansını anlamlı şekilde azalttığı klinik çalışmalarla ortaya konmuştur (Marinho et al., 2003).

Klinik Uygulama

Florür jelleri, yüksek çürük riskine sahip çocuklar, adolesanlar ve yetişkinlerde profesyonel florür tedavisi kapsamında uygulanmaktadır. Uygulama öncesinde dişlerin fırçalanarak temizlenmesi önerilmekle birlikte, detaylı temizliğin zorunlu olmadığı belirtilmektedir (Berg, 1982). Jel genellikle üst ve alt çeneye uygun taşıyıcı kaşıklara yerleştirilerek uygulanır ve bu sayede tüm diş yüzeyleri ile eşit temas sağlanır (Ripa, 1991). Optimal etkinlik için uygulama süresi 4 dakika olarak önerilmektedir. Bu süre boyunca yüksek konsantrasyondaki (%1,23 APF veya %2 NaF) florür jeli diş yüzeyleri ile doğrudan temas eder (ten Cate, 1999). Uygulama sonrasında hastanın jeli tükürmesi, ancak ağzını su ile çalkalamaması önerilir. Böylece florürün ağız sıvılarında daha uzun süre kalması sağlanır (Featherstone, 2000). Ayrıca, uygulamanın ardından hastalara en az 30 dakika boyunca herhangi bir şey yememeleri veya içmemeleri tavsiye edilmektedir. Yüksek riskli çocuk ve adolesanlarda bu uygulamanın yılda 3–4 kez tekrarlanması önerilmektedir (Marinho et al., 2003).

Güvenlik ve Etkinlik:

Florür jelleri çürük insidansını anlamlı şekilde azaltmasına karşın, çocuklarda uygulama sırasında jel yutma riski dikkate alınmalıdır (Buzalaf & Whitford, 2011). İn vitro çalışmalar, hem NaF hem de APF solüsyonlarında florür alımının süreyle ilişkili olduğunu, APF solüsyonlarında en hızlı alımın ilk 4 dakika içinde gerçekleştiğini göstermiştir (Joyston-Bechal et al., 1973). Bu nedenle, APF jel uygulamalarında 4 dakikalık süre standart hale gelmiştir. Bununla birlikte, florür vernikleri diş yüzeyine yapışarak florürün daha uzun süreli temasına imkân verir ve meta-analizlerde yaklaşık %38'lik çürük azalması bildirilmiştir (Helfenstein & Steine, 1994). Ayrıca, iyontoforez gibi yöntemlerle NaF'nin mine ve dentine penetrasyonu artırılabilir (Wagner & Weil, 1966). Klinik karşılaştırmalarda ise APF jel rejimlerinin, mine sertliğini artırmada ve lezyon alanlarını azaltmada diğer topikal florür rejimlerine kıyasla daha yüksek etkinlik gösterdiği saptanmıştır (Lee et al., 2010).

Sistemik Uygulamalar

Sistemik florür, içme suyunun florlanması, diyet veya florür takviyeleri yoluyla alınabilmektedir. Yaklaşık yetmiş yıl önce başlatılan su floridasyonu, florürün çürük önleyici yaklaşımların merkezinde yer almış ve toplum ağız sağlığında önemli katkılar sağlamıştır (Marinho et al., 2013). Sistemik yolla alınan florür, özellikle dişler sürmeden önce diş dokularına entegre olarak hidroksiapatitin florapatite dönüşümünü sağlar ve dişlerin çürüğe karşı direncini artırır (Norman et al., 2008).

İçme Suyu Floridasyonu

Kapsamlı araştırmalara dayanarak, Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi (USPHS), içme suyunda optimum florür konsantrasyonunu 0.7–1.2 ppm olarak belirlemiştir. Bu aralık, diş çürüklerini etkin şekilde azaltırken dental florozis riskini en aza indirmektedir (Aoba & Fejerskov, 2002). Florürlü içme suyu, yalnızca doğrudan tüketimle değil, aynı zamanda bu suyla hazırlanmış gıdalar ve içecekler aracılığıyla da florür alımına katkı sağlamaktadır. Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar, florürlü içme suyunun bulunduğu bölgelerde yaşayan bireylerde, hem süt hem de daimi dişlerde çürük prevalansının belirgin şekilde düşük olduğunu ortaya koymuştur (Ripa, 1993).

Florür Tabletleri ve Damlalar

Su floridasyonu, toplum düzeyinde en etkili yöntem olarak kabul edilse de, dünya nüfusunun yalnızca %10'undan azı florürlü suya erişebilmektedir. Bu nedenle, florürlü suyun bulunmadığı bölgelerde çocuklara florür tabletleri, pastiller veya damlalar gibi diyet takviyeleri önerilmektedir (Pontigo-Loyola et al., 2024). Ticari olarak üretilen sodyum florür (NaF) tabletleri 0.25, 0.5 ve 1.0 mg florür içermektedir. Tabletlerin topikal etkiyi artırması için çocukların tableti yutmadan önce 1–2 dakika çiğnemeleri veya emmeleri önerilmektedir. Dört yaş ve üzerindeki çocuklarda ise tabletlerin günde bir kez, tercihen yatmadan önce kullanılması tavsiye edilmektedir. Florür takviyesi reçete edilmeden önce, tüm florür kaynakları değerlendirilerek aşırı alımın önlenmesi gerekmektedir. Çünkü fazla florür alımı dental florozis riskini artırabilmektedir. Çürük riski düşük çocuklar için florür takviyesi önerilmemekte; bu durumda düzenli florürlü diş macunu kullanımı ve altı ayda bir profesyonel florür verniği uygulaması daha uygun görülmektedir (Hattab, 2025). Florür damlaları ise özellikle içme suyunda florür konsantrasyonunun düşük (<0.3 ppm) olduğu bölgelerde bebek ve küçük çocuklar için önerilmektedir. Genellikle 6 ay–3 yaş arasındaki çocuklarda reçete edilir ve damlalıklı sıvı formda uygulanır. Damlalar doğrudan dil üzerine damlatılabileceği gibi süt veya yiyeceklere de karıştırılabilir, bu da onları küçük çocuklar için tablet formuna göre daha uygun hale getirir (Ismail & Hasson, 2008). Uygun doz, suyun florür düzeyi ve çocuğun yaşına göre belirlenmektedir.

Tablo 2. Florür Tablet ve Damlaları: İçme Suyu Florür Düzeyine Göre Güncel Günlük Doz Önerileri (6 Ay–16 Yaş)

Yaş Grubu	<0.3 ppm F ⁻	0.3–0.6 ppm F ⁻	≥0.6 ppm F ⁻
0-6 ay	0	0	0
6ay-3 yaş	0.25 mg/gün	0	0
3 yaş-6 yaş	0.50 mg/gün	0.25 mg/gün	0
6-16 yaş	1.0 mg/gün	0.50 mg/gün	0

(Rozier et al., 2010)

Florürlü Süt ve Tuz Programları

Su floridasyonunun uygulanamadığı toplumlarda, çocukluk çağı çürüklerinin azaltılması için süt floridasyonu önemli bir halk sağlığı stratejisi olarak geliştirilmiştir. İlk uygulamalar 1950’lerde İsviçre’de başlamış, sonraki yıllarda farklı ülkelerde okul temelli programlar şeklinde sürdürülmüştür (Yeung, 2008). Sistematiik derlemeler ve saha çalışmalarında, düzenli florürlü süt tüketiminin DMFT/dmft skorlarında anlamlı azalmalar sağladığı, etkinliğin programın sürekliliği ve çocukların günlük tüketim alışkanlıklarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Maguire & Rugg-Gunn, 1992).

Tuz floridasyonu, özellikle su floridasyonunun uygulanamadığı bölgelerde alternatif bir toplumsal florür sağlama yöntemidir (Yeung, 2008). İlk kez 1950’lerde İsviçre’de başlatılmış, daha sonra özellikle Latin Amerika ve Karayipler’de geniş ölçekte uygulanmıştır. Florürlü tuz genellikle 200–250 mg/kg florür içerir ve günlük tüketimle sürekli düşük doz florür alımı sağlayarak, diş minesinde demineralizasyonu azaltıp remineralizasyonu destekler. Kosta Rika gibi ülkelerde yürütülen programlarda, çocuklarda DMFT skorlarında belirgin azalmalar bildirilmiştir (Bánóczy et al., 1992). WHO, tuz floridasyonunu güvenli ve uygun maliyetli bir yöntem olarak önermektedir. Bununla birlikte, dental florozis riskini önlemek için tüketim miktarı ve florür düzeylerinin dikkatle izlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Pettersen & Lennon, 2004).

Florür İçeren Dental Materyaller (Cam İyonomer Simanlar ve Fisür Örtücüler)

Florür içeren restoratif materyallerin, fiziksel ve mekanik özelliklerde bozulmaya yol açmadan mümkün olduğunca yüksek florür içeriğine sahip olması, aynı zamanda sürekli florür salabilmesi önemlidir. Başlangıçtaki “patlama etkisi” arzu edilen bir özelliktir; bu durum, dentinde kalan bakterilerin canlılığını azaltırken aynı zamanda mine ve dentin remine-

ralizasyonunu da uyarır (Freedman & Diefenderfer, 2003). İlk günlerdeki yüksek florür salınımı, cam partiküllerinden polialkenoik asit içinde çözünme sırasında serbestleşen iyonlardan kaynaklanmaktadır. Bunu izleyen dönemde görülen sabit salınım ise simanın gözenekleri ve çatlakları boyunca florür difüzyonu ile ilişkilidir (Forsten, 1998). Restoratif materyallerden salınan florür, özellikle restorasyon kenarından itibaren yaklaşık 1 mm'lik bir bölgede etkilidir ve bu salınım tükürükte florür seviyesinin uzun süreli korunmasına katkıda bulunur (Tantbirojn et al., 1997). Örneğin, cam iyonomer restorasyon sonrasında tükürük florür konsantrasyonu hemen uygulamanın ardından yaklaşık 0,3 ppm iken, bir yıl sonra bile 0,04 ppm düzeyinde kalabilmektedir (Hatibovic-Kofman & Koch, 1991). Cam iyonomer simanlar yaklaşık %10–23 florür içermekte olup, simandaki florür miktarı ile salınan florür arasında doğrudan ilişki vardır (Markovic et al., 2008). Tüm cam iyonomer türlerinin uygulamadan sonra ölçülebilir florür salınımı yaptığı ve en yüksek düzeyin ilk gün ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu durum literatürde “Burst Effect” olarak tanımlanır (Vermeersch et al., 2001). Perrin ve arkadaşlarının çalışması, florür salınımının ilk gün zirve yaptığını, ikinci günde hızla azaldığını ve üç hafta boyunca düşük düzeyde fakat sürekli salınımla devam ettiğini göstermiştir (Perrin et al., 1994).

Cam iyonomerler, rezin modifiye cam iyonomerler, kompomerler, giomerler ve kompozitler arasında florür salınım ve geri yükleme özellikleri açısından farklılıklar vardır (Preston et al., 1999). Bu materyaller, florür rezervuarı gibi davranarak tükürük, plak ve dental sert dokularda florür seviyesini artırabilir; böylece sekonder çürüklerin önlenmesine katkıda bulunabilir (Dunne et al., 1996). Florür salınımının miktarı, materyalin matriksi, sertleşme mekanizması, içerdiği florür bileşiği ve çevresel koşullardan etkilenmektedir (Hattab et al., 1991).

Giomerler, son yıllarda geliştirilmiş materyaller arasında olup, flor salınımı içerdiği cam iyonomer fazının miktarına ve rezin kompozisyonundaki farklılıklara bağlıdır (Koga et al., 2004). Giomerlerin kompomer ve kompozitlere kıyasla daha fazla florür saldıgı, kompomer ve giomerlerin ise cam iyonomerlerle ilişkili “patlama etkisi” göstermediği bildirilmiştir (Itota et al., 2004).

Pit ve fissür yüzeyleri çürük açısından kritik bölgeler olup, bu alanlarda kullanılan fissür örtücüler çürük önleyici stratejilerin önemli bir parçasıdır. Erken lezyonlarda uygulanan örtücüler, doğrudan bakterisidal etki göstererek örtücü altındaki bakterilerin sayısını azaltır (Thielade et al., 1977). Pit veya fissürlerde kavitasyon oluşmamışsa, topikal florür yerine pre-eruptif florür maruziyetinin daha etkili olduğu belirtilmiştir (Groeneveld et al., 1990). Bu nedenle, bu tip vakalarda en uygun koruyucu

yaklaşım fissür örtücülerdir. Meta-analizler, fissür örtücüler uygulanan dişlerde çürük insidansında 12 ayda %87, 48–54 ayda ise %60 azalma sağlandığını ortaya koymuştur (Ahovuo-Saloranta et al., 2008). Florür salınımı yapan örtücüler lokal kimyasal koruma da sağlayabilmektedir; ancak bu materyallerin florürsüz olanlara kıyasla ek koruyuculuk sağladığına dair kanıtlar sınırlıdır (Simonsen, 2002). Yine de cam iyonomer fissür örtücülerinin oral kavitede florür rezervuarı olarak işlev gördüğü ve düşük düzeyde sürekli florür konsantrasyonunu koruduğu gösterilmiştir (Attin et al., 1999).

Güvenlik, Yan Etkiler ve Florozis Riski

Florür gastrointestinal sistemden hızla emilmekte, erişkinlerde yaklaşık %90 emilim oranına ulaşmaktadır; plazma düzeyi 20–60 dakika içinde maksimuma çıkar ve çoğunlukla kemik ve diş dokularında depolanır (Fawell et al., 2006). Çocuklar alınan florürün yaklaşık %50'sini tutarken, erişkinlerde bu oran %36'dır ve kalan kısım esas olarak böbrekler yoluyla atılır. Emilim ve metabolizma; böbrek fonksiyonu, diyet, asit–baz dengesi ve genetik faktörlerden etkilenmektedir (Buzalaf & Whitford, 2011). Gebelikte florür, plasentadan sınırlı geçiş gösterir; anne kanındaki düşük düzeylerde fetüse ulaşırken, yüksek düzeylerde plasenta koruyucu bariyer görevi görür (Gupta et al., 1993). Anne sütüne geçiş ise oldukça düşüktür (Ekstrand et al., 1981).

Florürün terapötik etkinliği ile toksisite riski arasında dikkatli bir denge kurulmalıdır. Optimal günlük alımın 0,05–0,07 mg/kg olduğu kabul edilmekte, bu düzey çürük önleyici etki sağlarken dental florozis riskini minimal tutmaktadır (Buzalaf & Whitford, 2011). Sekiz yaş altı çocuklar için güvenli üst sınır 0,1 mg/kg/gün'dür (EFSA, 2013). Akut toksisite eşiği 5 mg/kg olup, bu değer üzerinde bulantı, kusma ve hipokalsemi görülebilir (Whitford, 1992). Ölümcül doz (LD₅₀) ise yaklaşık 32–64 mg/kg'dır (Clarkson & McLoughlin, 2000). Bu nedenle profesyonel ürünler kontrollü uygulanmalı ve evde kullanılan ürünlerin çocuklar tarafından yutulması engellenmelidir (Carey, 2014). Örneğin 1000–1450 ppm florürlü diş macunlarının küçük miktarlarda (pirinç veya bezelye tanesi büyüklüğünde) kullanılması güvenliği artırır (Wright, 1992). Akut florür zehirlenmesi özellikle çocuklarda ciddi risk taşır. Klinik belirtiler çoğunlukla gastrointestinal sistem kaynaklı olup ciddi olgularda hipokalsemi, aritmi ve konvülsiyon gelişebilir (Shulman & Wells, 1997). Tedavide sıvı-elektrolit desteği, kalsiyum preparatları ve florür bağlayıcı ajanlar kullanılmaktadır (Ekstrand et al., 1980). Önleme için florürlü ürünlerin güvenli saklanması ve doz protokollerine uyulması kritik önemdedir. (Whitford, 1992).

Dental florozis, mine gelişimi sırasında aşırı florür alımına bağlı oluşur ve hafif formlarda beyaz opasiteler, ağır formlarda kahverengi lekenmeler ve mine kayıpları ile karakterizedir (DentBesten & Li, 2011). Florozis riski özellikle 2 mg/L üzerindeki uzun süreli maruziyetlerde artmaktadır (Thylstrup & Fejerskov, 1978). Yüksek florürlü içme suyu, yanlış takviye kullanımı ve küçük çocuklarda diş macunu yutulması başlıca risk faktörleridir (DentBesten & Li, 2011). Önlemede, içme suyu konsantrasyonunun düzenlenmesi, yaşa uygun macun kullanımı, gereksiz takviyelerden kaçınılması ve halk sağlığı programları önemlidir (Thylstrup & Fejerskov, 1978). Sonuç olarak, florürün güvenli ve kontrollü kullanımı çürük önleyici etkinliği korunurken florozis riskini en aza indirir.

Florür Kullanımında Güncel Tartışmalar ve Alternatifler

Florür karşıtlığı ve yanlış inanışlar son yıllarda özellikle nörogelişimsel sonuçlar ve tiroid fonksiyonları üzerine tartışılmaktadır. Çin'deki endemik bölgelerde tüketilen sudaki yüksek florür maruziyetinin çocuklarda IQ azalmasıyla ilişkili olabileceğini bildirilmiş, ancak metodolojik sınırlılıklar nedeniyle sonuçların dikkatle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Choi et al., 2012). Daha güncel meta-analizler, yüksek maruziyet düzeylerinde bilişsel gelişimde azalma olabileceğini, düşük/optimum düzeylerde (<1.5 mg/L) ise kanıtların yetersiz olduğunu göstermektedir (Veneri et al., 2023). Kumar ve ark. ise düşük maruziyetli topluluklarda IQ ile anlamlı bir ilişki olmadığını bildirmiştir (Kumar et al., 2023). Avustralya'da yapılan prospektif kohort çalışmaları da erken çocuklukta florür maruziyeti ile bilişsel gelişim arasında olumsuz ilişki bulmamıştır (Do et al., 2023). Ancak Taylor ve ark. yüksek maruziyet düzeylerinde IQ azalmasını yeniden ortaya koymuştur (Taylor et al., 2025).

Tiroid fonksiyonlarıyla ilgili literatür sınırlı olup, yüksek florür bölgelerinde TSH ve T4 düzeylerinde değişiklikler bildirilmiş; düşük/optimum düzeylerde ise sonuçların tutarsız olduğu görülmüştür (Iamandii et al., 2024). EFSA (2025) raporu, yüksek kronik maruziyetlerde iskelet florozisi, tiroid bozuklukları ve bilişsel etkilerin gözlenebileceğini; ancak önerilen düzeyde tüketilen sudaki florür konsantrasyonlarında (<1.5 mg/L) risklerin doğrulanmadığını belirtmiştir (Castle et al., 2025).

Florür ve Alternatif Ajanlarla Dentin Hassasiyetinin Yönetimi

Dentin hassasiyeti, erişkinlerde sık görülen ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyen bir durumdur (Bekes & Hirsch, 2013). En çok kabul gören hidrodinamik teori, ağrının dentin tübülleriindeki sıvı hareketiyle ilişkili olduğunu öne sürer (Brännström, 1963). Florür bazlı tedaviler, özellikle sodyum florür (NaF) vernikleri, tübül açıklıklarını kapatarak kalsiyum florür tabakası oluşturur ve kısa-orta vadede hassasiyeti azaltır (Calabria

et al., 2014). Bununla birlikte etkinin birkaç ay sonra azalabileceği bildirilmiştir (Ritter et al., 2006). Nano-hidroksiapatit (nano-HA), dentin ve mineye biyomimetik benzerliği sayesinde tübülleri doğal yapıyı taklit ederek kapatır ve remineralizasyonu teşvik eder (Hannig & Hannig, 2010). CPP-ACP (Kazein Fosfopeptid-Amorf Kalsiyum Fosfat) ise kalsiyum ve fosfat iyonlarını stabilize ederek tübüllerin mineralizasyonunu artırır. Florürle birlikte kullanıldığında etkinliği daha da artmaktadır (Morgan et al., 2008).

Sonuç olarak, NaF vernik geleneksel ve etkili bir tedavi ajanı iken, nano-HA ve CPP-ACP biyomimetik ve florürsüz alternatifler olarak öne çıkmaktadır. Ancak uzun dönem etkinliklerinin doğrulanması için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Florür, diş hekimliği pratiğinde özellikle çocukluk çağı çürüklerinin önlenmesinde vazgeçilmez bir koruyucu ajandır. Tarihsel süreçte sistemik ve topikal uygulamalarıyla toplum sağlığında önemli iyileşmeler sağlamış; günümüzde ise etkinliğinin temel olarak topikal mekanizmalar üzerinden gerçekleştiği güçlü bilimsel kanıtlarla ortaya konmuştur. Florürlü diş macunları, vernikler, jeller ve sistemik takviyeler, bireysel ve toplumsal düzeyde çürük insidansını azaltmada yüksek etkinlik göstermektedir. Bununla birlikte florürün güvenliği ve olası yan etkileri uzun yıllardır tartışılmakta; özellikle dental florozis, tiroid fonksiyonları ve nörogelişimsel etkiler bağlamında karşıt görüşler gündeme gelmektedir. Ancak mevcut bilimsel veriler, bu risklerin genellikle yüksek doz ve uzun süreli maruziyetlerle ilişkili olduğunu; optimal düzeylerde kontrollü kullanımın ise güvenli olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, florüre yönelik süregelen tartışmalar ve karşıt görüşlere rağmen, güncel kanıtlar ışığında pedodontide florür uygulamaları çocukların ağız ve diş sağlığını korumada temel bir araç olmaya devam etmektedir. Bu nedenle florür, uygun konsantrasyon ve yöntemlerle, bireysel risk değerlendirmeleri doğrultusunda ve profesyonel rehberlik eşliğinde uygulanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Ahovuo-Saloranta, A., Forss, H., Walsh, T., Hiiri, A., Nordblad, A., Mäkelä, M., & Worthington, H. V. (2017). Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7, CD001830.
- Ahovuo-Saloranta, A., Hiiri, A., Norblad, A., Mäkelä, A., & Worthington, H. V. (2008). Pit and fissure sealants for preventing decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD001830.
- American Dental Association Council on Scientific Affairs. (2006). Professionally applied topical fluoride: Evidence-based clinical recommendations. *The Journal of the American Dental Association*, 137(8), 1151–1159.
- Ammari, J. B., Baqain, Z. H., & Ashley, P. F. (2007). Effects of programs for prevention of early childhood caries. *Medical Principles and Practice*, 16(6), 437–442.
- Aoba, T., & Fejerskov, O. (2002). Dental fluorosis: Chemistry and biology. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13(2), 155–170.
- Arends, J., & Schuthof, J. (1975). Fluor Protector: Composition and properties. *Quintessence International*, 6, 79–83.
- Arnold, F. A., Jr., Likins, R. C., Russell, A. L., & Scott, D. B. (1962). Fifteenth year of the Grand Rapids fluoridation study. *Journal of the American Dental Association*, 65, 780–785.
- Attin, T., Buchalla, W., Siewert, C., & Hellwig, E. (1999). Fluoride release/uptake of polyacid-modified resin composites (compomers) in neutral and acidic buffer solutions. *Journal of Oral Rehabilitation*, 26(5), 388–393.
- Australian Government, National Health and Medical Research Council. (2007). A systematic review of the efficacy and safety of fluoridation. Part A: Review of methodology and results. Canberra: NHMRC.
- Azarpazhooh, A., & Main, P. A. (2008). Fluoride varnish in the prevention of dental caries in children and adolescents: A systematic review. *Today's FDA*, 20, 7.
- Backer Dirks, O., van Amerongen, J. P., & Winkler, K. C. (1978). A fifteen-year longitudinal study on the effect of fluoride on dental caries. *Caries Research*, 12(2), 85–102.
- Baik, A., Alamoudi, N., El-Housseiny, A., & Altuwirqi, A. (2021). Fluoride varnishes for preventing occlusal dental caries: A review. *Dentistry Journal*, 9(6), 64.
- Bánóczy, J., Rugg-Gunn, A. J., & Woodward, M. (1992). Salt fluoridation in caries prevention: Results, perspectives and research needs. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 20(2), 64–72.
- Bawden, J. W. (1998). Fluoride varnish: A review of clinical applications. *Journal of Dental Hygiene*, 72(3), 47–50.

- Baysan, A., Lynch, E., Ellwood, R., Davies, R., Petersson, L., & Borsboom, P. (2001). Reversal of primary root caries using dentifrices containing 5,000 ppm fluoride. *Caries Research* 35(1), 41–46.
- Bekes, K., & Hirsch, C. (2013). What is known about the influence of dentine hypersensitivity on oral health-related quality of life? *Clinical Oral Investigations*, 17(Suppl 1), S45– S51.
- Beltran-Aguilar, E. D., Goldstein, J. W., & Lockwood, S. A. (2000). Fluoride varnishes: A review of their clinical use, cariostatic mechanism, efficacy and safety. *Journal of the American Dental Association*, 131, 589–596.
- Berg, J. H. (1982). The effectiveness of topical fluoride preparations in dental caries prevention. *Journal of Dental Research*, 61(Spec Iss), 1449–1454.
- Black, G. V., & McKay, F. S. (1916). Mottled teeth: An endemic developmental imperfection of the enamel of the teeth heretofore unknown in the literature of dentistry. *Dental Cosmos*, 58, 129–156.
- Brännström, M. (1963). A hydrodynamic mechanism in the transmission of pain-producing stimuli through dentine. In D. J. Anderson (Ed.), *Sensory mechanisms in dentine* (pp. 73–78). Oxford: Pergamon.
- Buzalaf, M. A. R., & Levy, S. M. (2011). Fluoride intake of children: Considerations for dental caries and dental fluorosis. *Monographs in Oral Science*, 22, 1–19.
- Buzalaf, M. A. R., & Whitford, G. M. (2011). Fluoride metabolism. *Monographs in Oral Science*, 22, 20–36.
- Buzalaf, M. A. R., Pessan, J. P., Honório, H. M., & ten Cate, J. M. (2011). Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monographs in Oral Science*, 22, 97–114.
- Calabria, M., Porfirio, R., Fernandes, S., Wang, L., Buzalaf, M., Pereira, J., & Magalhães, A. (2014). Comparative in vitro effect of TiF₄, NaF and potassium oxalate on reduction of dentin hydraulic conductance. *Operative Dentistry*, 39(4), 427–432.
- Carey, C. M. (2014). Focus on fluorides: Update on the use of fluoride for the prevention of dental caries. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 14, 95–102.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2001). Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. *MMWR Recommendations and Reports*, 50(RR-14), 1–42.
- Chen, M. S. (1995). Children’s preventive dental behavior in relation to their mothers’ socioeconomic status, health beliefs and dental behaviors. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 62(6), 385–390.
- Choi, A. L., Sun, G., Zhang, Y., & Grandjean, P. (2012). Developmental fluoride neurotoxicity: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 120(10), 1362–1368.
- Chu, C. H., Mei, M. L., & Lo, E. C. (2009). Use of fluorides in dental caries management. *General Dentistry*, 58(1), 37–43.

- Churchill, H. V. (1931). Occurrence of fluorides in some waters of the United States. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 23, 996–998.
- Clarkson, J. J., & McLoughlin, J. (2000). Role of fluoride in oral health promotion. *International Dental Journal*, 50(3), 119–128.
- De Araujo, F. B., Garcia-Godoy, F., Cury, J. A., & Conceicao, E. N. (1996). Fluoride release from fluoride-containing materials. *Operative Dentistry*, 21(5), 185–190.
- Dean, H. T. (1934). Classification of mottled enamel diagnosis. *Journal of the American Dental Association*, 21(8), 1421–1426.
- Dehnen, S., Schäfer, L. L., Lectka, T., & Togni, A. (2021). Fluorine: A very special element and its very special impacts on chemistry. *Inorganic Chemistry*, 60(23), 17419–17425.
- DenBesten, P., & Li, W. (2011). Chronic fluoride toxicity: Dental fluorosis. *Monographs in Oral Science*, 22, 81–96.
- Do, L. G., Spencer, A. J., Sawyer, A., Jones, A., Leary, S., & Roberts-Thomson, K., et al. (2023). Early childhood exposures to fluorides and child development and executive function: A population-based longitudinal study. *Journal of Dental Research*, 102(1), 28–36.
- Dunne, S. M., Goolnik, J. S., Millar, B. J., & Seddon, R. P. (1996). Caries inhibition by a resin-modified and a conventional glass ionomer cement, in vitro. *Journal of Dentistry*, 24(1–2), 91–94.
- Dye, B. A., Tan, S., Smith, V., Lewis, B., Barker, L., Thornton-Evans, G., et al. (2007). Trends in oral health status: United States, 1988–1994 and 1999–2004. *Vital and Health Statistics Series 11*, (248), 1–92.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2013). Scientific opinion on dietary reference values for fluoride. *EFSA Journal*, 11(8), 3332.
- EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), Castle, L., Andreassen, M., Aquilina, G., Bastos, M. L., Boon, P., ... & Lodi, F. (2025). Re-evaluation of acesulfame K (E 950) as food additive. *EFSA Journal*, 23(4), e9317.
- Ekstrand, J., Boréus, L. O., & de Chateau, P. (1981). No evidence of transfer of fluoride from plasma to breast milk. *British Medical Journal (Clinical Research Edition)*, 283, 761–762.
- Ekstrand, J., Whitford, G. M., & Hammarström, L. (1980). Fluoride pharmacokinetics in man—a review. *Caries Research*, 14(1), 1–18.
- Fawell, J., Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E., Fewtrell, L., & Magara, Y. (2006). *Fluoride in drinking-water*. London: World Health Organization (WHO).
- Featherstone, J. D. (1988). Prevention and reversal of dental caries: Role of low level fluoride. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 16(1), 31–39.
- Featherstone, J. D. B. (2000). The science and practice of caries prevention.

- Journal of the American Dental Association, 131(7), 887–899.
- Fejerskov, O. (2004). Changing paradigms in concepts on dental caries: Consequences for oral health care. *Caries Research*, 38(3), 182–191.
- Fincham, A. G., Moradian-Oldak, J., & Simmer, J. P. (1999). The structural biology of the developing dental enamel matrix. *Journal of Structural Biology*, 126(3), 270–299.
- Forsten, L. (1998). Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effect. *Biomaterials*, 19(6), 503–508.
- Francci, C., Deaton, T. G., Arnold, R. R., Swift, E. J., Perdigao, J., Bawden, J. W., et al. (1999). Fluoride release from restorative materials and its effects on dentin demineralization. *Journal of Dental Research*, 78, 1647–1654.
- Freedman, R., & Diefenderfer, K. E. (2003). Effects of daily fluoride exposures on fluoride release by glass ionomer-based restoratives. *Operative Dentistry*, 28(2), 178–185.
- Gaffar, A. (1999). Treating hypersensitivity with fluoride varnish. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 20(Suppl 1), 27–33.
- Groeneveld, A., van Eck, A. A. J. M., & Backer Dirks, O. (1990). Fluoride in caries prevention: Is the effect pre- or post-eruptive? *Journal of Dental Research*, 69(Spec Iss), 751–755.
- Gupta, S., Seth, A. K., Gupta, A., & Gavane, A. G. (1993). Transplacental passage of fluorides. *Journal of Pediatrics*, 123, 139–141.
- Hannig, M., & Hannig, C. (2010). Nanomaterials in preventive dentistry. *Nature Nanotechnology*, 5(8), 565–569.
- Hatibovic-Kofman, S., & Koch, G. (1991). Fluoride release from glass ionomer cement in vivo and in vitro. *Swedish Dental Journal*, 15(6), 253–258.
- Hattab, F. N. (2025). In vitro dissolution of sodium fluoride tablets and fluoride bioavailability. *Journal of Research in Dentistry*, 13(1), 17–22.
- Hattab, F. N., El Mowafy, O. M., Salem, N. S., & El Badrawy, W. A. (1991). An in vivo study on the release of fluoride from glass-ionomer cement. *Quintessence International*, 22(3), 221–224.
- Helfenstein, U., & Steiner, M. (1994). Fluoride varnishes (Duraphat): A meta-analysis. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 22, 1–5.
- Horowitz, H. S. (1996). The effectiveness of community water fluoridation in the United States. *Journal of Public Health Dentistry*, 56(5 Suppl), 253–258.
- Huang, S., Gao, S., Cheng, L., & Yu, H. (2011). Remineralization potential of nano-hydroxyapatite on initial enamel lesions: An in vitro study. *Caries Research*, 45(5), 460–468.
- Iamandii, L., De Pasquale, L., Giannone, M. E., Veneri, F., Generali, L., Consolo, U., et al. (2024). Does fluoride exposure affect thyroid function? A systematic review and dose-response meta-analysis. *Environmental Research*, 242, 117759.

- Institute of Medicine. (1997). Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington, DC: National Academy Press.
- Ismail, A. I., & Hasson, H. (2008). Fluoride supplements, dental caries and fluorosis: A systematic review. *Journal of the American Dental Association*, 139(11), 1457–1468.
- Itota, T., Al Naimi, O. T., Carrick, T. E., Yoshiyama, M., & McCabe, J. F. (2005). Fluoride release and neutralizing effect by resin-based materials. *Operative Dentistry*, 30(4), 522–527.
- Itota, T., Carrick, T. E., Yoshiyama, M., & McCabe, J. F. (2004). Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dental Materials*, 20(9), 789–795.
- Joyston-Bechal, S., Duckworth, R., & Braden, M. (1973). The mechanism of uptake of ^{18}F by enamel from sodium fluoride and acidulated phosphate fluoride solution labeled with ^{18}F . *Archives of Oral Biology*, 18, 1077–1089.
- Kielbassa, A. M., Attin, T., Hellwig, E., & Schade-Brittinger, C. (1997). In vivo study on the effectiveness of a lacquer containing CaF_2/NaF in treating dentine hypersensitivity. *Clinical Oral Investigations*, 1(2), 95–99.
- Koga, H., Kameyama, A., Matsukubo, T., Hirai, Y., & Takaesu, Y. (2004). Comparison of short-term in vitro fluoride release and recharge from four different types of pit-and-fissure sealants. *Bulletin of Tokyo Dental College*, 45(3), 173–179.
- Kohn, W. G., Maas, W. R., Malvitz, D. M., Presson, S. M., & Shaddix, K. K. (2021). Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States.
- Kohn, W. G., Maas, W. R., Malvitz, D. M., Presson, S. M., Shaddix, K. K., & U.S. Department of Health and Human Services. (2001). Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. *MMWR: Morbidity and Mortality Weekly Report*, 50(32).
- Kumar, J. V., Moss, M. E., Liu, H., & Fisher-Owens, S. (2023). Association between low fluoride exposure and children's intelligence: A meta-analysis relevant to community water fluoridation. *Public Health*, 219, 73–84.
- Lee, Y. E., Baek, H. J., Choi, Y. H., Jeong, S. H., Park, Y. D., & Song, K. B. (2010). Comparison of remineralization effect of three topical fluoride regimens on enamel initial carious lesions. *Journal of Dentistry*, 38(2), 166–171.
- M, G. S., Mohanty, S., & Rao, P. (2010). Role of placenta to combat fluorosis (in fetus) in endemic fluorosis area. *NJIRM*, 1(4), 16–19.
- Maguire, A., & Rugg-Gunn, A. J. (2003). Fluorides in milk: A review. *Journal of Dentistry*, 31(8), 511–520.

- Marinho, V. C. C., Higgins, J. P. T., Logan, S., & Sheiham, A. (2002). Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD002279.
- Marinho, V. C. C., Higgins, J. P. T., Logan, S., & Sheiham, A. (2003). Topical fluoride (gels, foams, pastes, or varnishes) for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), CD002782.
- Marinho, V. C., Higgins, J. P., Sheiham, A., & Logan, S. (2004). Combinations of topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels, varnishes) versus single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), CD002781.
- Marinho, V. C., Worthington, H. V., Walsh, T., & Clarkson, J. E. (2013). Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7, CD002279.
- Markovic, D. L., Petrovic, B. B., & Peric, T. O. (2008). Fluoride content and recharge ability of five glass-ionomer dental materials. *BMC Oral Health*, 8, 21.
- Marsh, P. D. (2006). Dental diseases – Are these examples of ecological catastrophes? *International Journal of Dental Hygiene*, 4(Suppl 1), 3–10.
- Morgan, M. V., Adams, G. G., Bailey, D. L., Tsao, C. E., Fischman, S. L., & Reynolds, E. C. (2008). The anticariogenic effect of sugar-free gum containing CPP-ACP nanocomplexes on approximal caries determined using digital bitewing radiography. *Caries Research*, 42(3), 171–184.
- Newbrun, E. (1989). Current regulations and recommendations concerning water fluoridation, fluoride supplements and topical fluoride agents. *Journal of Dental Research*, 68(Spec Iss), 148–160.
- Newbrun, E. (1992). Current regulations and recommendations concerning water fluoridation, fluoride supplements and topical fluoride agents. *Journal of Dental Research*, 71(Spec Iss), 1255–1265.
- Norman, O. H., Franklin, G., & Christine, N. N. (2008). *Primary preventive dentistry* (7th ed.). Cranbury, NJ: Pearson Education Inc.
- Ogaard, B. (1994). Effects of fluoride on caries development and progression in vivo. *Journal of Dental Research*, 73(3), 682–691.
- Perrin, C., Persin, M., & Sarrazin, J. (1994). A comparison of fluoride release from four glass ionomer cements. *Quintessence International*, 25(9), 603–608.
- Petersen, P. E. (2003). The world oral health report 2003: Continuous improvement of oral health in the 21st century – The approach of the WHO Global Oral Health
- Petersen, P. E., & Lennon, M. A. (2004). Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: The WHO approach. *Community*

- Dentistry and Oral Epidemiology, 32(5), 319–321.
- Petersson, L. G. (1993). Fluoride mouthrinses and varnishes. *Caries Research*, 27(Suppl 1), 35– 42.
- Pontigo-Loyola, A. P., Mendoza-Rodriguez, M., de la Rosa-Santillana, R., Rivera-Pacheco, M. G., Islas-Granillo, H., Casanova-Rosado, J. F., ... & Manton, D. J. (2024). Control of dental caries in children and adolescents using fluoride: An overview of community-level fluoridation methods. *Pediatric Reports*, 16(2), 243–253.
- Preston, A. J., Higham, S. M., & Agalamanyi, E. A. (1999). Fluoride recharge of aesthetic dental materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, 26(12), 936–940.
- Rajab, L. D., & Hamdan, M. A. (2002). Early childhood caries and risk factors in Jordan. *Community Dental Health*, 19(4), 224–229.
- Reynolds, E. C. (2008). Calcium phosphate-based remineralization systems: Scientific evidence? *Australian Dental Journal*, 53(3), 268–273.
- Ripa, L. W. (1990). A critique of topical fluoride methods (dentifrices, mouthrinses, operator-applied gels). *Journal of Public Health Dentistry*, 50(5 Suppl), 344–349.
- Ripa, L. W. (1991). An evaluation of the use of professional topical fluorides. *Journal of Public Health Dentistry*, 51(1), 23–41.
- Ripa, L. W. (1993). A half-century of community water fluoridation in the United States: Review and commentary. *Journal of Public Health Dentistry*, 53(1), 17–44.
- Ritter, A. V., de Dias, W. L., Miguez, P., Caplan, D. J., & Swift, E. J. Jr. (2006). Treating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish: A randomized clinical study. *Journal of the American Dental Association*, 137(7), 1013–1020.
- Rozier, R. G., Adair, S., Graham, F., Iafolla, T., Kingman, A., Kohn, W., ... & Meyer, D. M. (2010). Evidence-based clinical recommendations on the prescription of dietary fluoride supplements for caries prevention: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*, 141(12), 1480–1489.
- Rugg-Gunn, A. J., & Bánóczy, J. (2013). Fluoride toothpastes and fluoride mouthrinses for home use. In *Fluoride and Oral Health (Monographs in Oral Science, pp. 56–67)*. Basel: Karger.
- Selwitz, R. H., Ismail, A. I., & Pitts, N. B. (2007). Dental caries. *Lancet*, 369(9555), 51–59.
- Sheiham, A., & James, W. P. T. (2015). Diet and dental caries: The pivotal role of free sugars reemphasized. *Journal of Dental Research*, 94(10), 1341–1347.
- Shulman, J. D., & Wells, L. M. (1997). Acute fluoride toxicity from ingesting home-use dental products in children, birth to 6 years of age. *Journal of Public Health Dentistry*, 57(3), 150–158.

- Simonsen, R. J. (2002). Pit and fissure sealants: Review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 393–414.
- Sorvari, R., Meurman, J. H., Alakuijala, P., & Frank, R. M. (1994). Effect of fluoride varnish and solution on enamel erosion in vitro. *Caries Research*, 28, 227–232.
- Strittholt, C. A., McMillan, D. A., He, T., Baker, R. A., & Barker, M. L. (2016). A randomized clinical study to assess ingestion of dentifrice by children. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 75, 66–71.
- Tantbirojn, D., Douglas, W. H., & Versluis, A. (1997). Inhibitive effect of resin-modified glass ionomer cement on remote artificial caries. *Caries Research*, 31(4), 275–280.
- Tay, F. R., Pashley, E. L., Huang, C., Hashimoto, M., Sano, H., Smales, R. J., et al. (2001). The glass-ionomer phase in resin-based restorative materials. *Journal of Dental Research*, 80(9), 1808–1812.
- Taylor, K. W., Eftim, S. E., Sibruzi, C. A., Blain, R. B., Magnuson, K., Hartman, P. A., et al. (2025). Fluoride exposure and children’s IQ scores: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 179(3), 282–292.
- ten Cate, J. M. (1999). Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontologica Scandinavica*, 57(6), 325–329.
- Tenuta, L. M., Zamataro, C. B., Del Bel Cury, A. A., Tabchoury, C. P., & Cury, J. A. (2009). Mechanism of fluoride dentifrice effect on enamel demineralization. *Caries Research*, 43(4), 278–285.
- Thielade, E., Fejerskov, O., & Migasena, K. (1977). Effect of fissure sealing on the microflora in occlusal fissures of human teeth. *Archives of Oral Biology*, 22, 251–259.
- Thylstrup, A., & Fejerskov, O. (1978). Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 6(6), 315–328.
- Thylstrup, A., & Fejerskov, O. (1982). Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 10(6), 315–328.
- Toumba, K. J., Twetman, S., Splieth, C., Parnell, C., Van Loveren, C., & Lygidakis, N. A. (2019). Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 20(6), 507–516.
- Twetman, S., Petersson, L. G., Axelsson, S., Dahlgren, H., Holm, A. K., Källestål, C., et al. (2004). Caries-preventive effect of fluoride mouthrinses: A systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62(6), 223–230.
- van Loveren, C. (2013). Toothpastes. In C. van Loveren (Ed.), *Monographs in Oral Science* (Vol. 23, pp. 62–73). Basel: Karger.
- Vandiver, J., Dean, D., Patel, N., Bonfield, W., & Ortiz, C. (2005). Nanoscale variation in surface charge of synthetic hydroxyapatite detected by high-resolution force spectroscopy. *Biomaterials*, 26(3), 271–283.
- Veneri, F., Vinceti, M., Generali, L., Giannone, M. E., Mazzoleni, E., Birnbaum, L.

- S., et al. (2023). Fluoride exposure and cognitive neurodevelopment: Systematic review and dose-response meta-analysis. *Environmental Research*, 221, 115239.
- Vermeersch, G., Leloup, G., & Vreven, J. (2001). Fluoride release from glass ionomer cements, compomers and resin composite. *Journal of Oral Rehabilitation*, 28(1), 26–32.
- Wagner, M. J., & Weil, T. M. (1966). Reduction of enamel acid solubility with electrophoretic fluoride applications. *Journal of Dental Research*, 45, 1563.
- Weyant, R. J., Tracy, S. L., Anselmo, T. T., Beltran-Aguilar, E. D., Donly, K. J., & Frese, W. A. (2013). Topical fluoride for caries prevention: Executive summary of the updated clinical recommendations and supporting systematic review. *Journal of the American Dental Association*, 144, 1279–1291.
- Whitford, G. M. (1992). Acute and chronic fluoride toxicity. *Journal of Dental Research*, 71(5), 1249–1254.
- Whitford, G. M. (1996). The metabolism and toxicity of fluoride. *Monographs in Oral Science*, 16, 1–153.
- Wright, J. T., Hanson, N., Ristic, H., Whall, C. W., Estrich, C. G., & Zentz, R. R. (2014). Fluoride toothpaste efficacy and safety in children younger than 6 years. *Journal of the American Dental Association*, 145(2), 182–189.
- Yeung, C. A. (2008). A systematic review of the effectiveness of fluoridated milk and salt in preventing dental caries. *Community Dental Health*, 25(4), 237–243.

