

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ

ALANINDA ARAŞTIRMALAR
VE DEĞERLENDİRMELER

— EKİM 2026 —



EDİTÖR

Doç. Dr. Şeyhmus BAKIR

gece
kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Yaşar Hız
Yayına Hazırlayan / Gece Kitaplığı

Birinci Basım / Ekim 2026 - Ankara
ISBN / 978-625-321-310-7

© copyright

Bu kitabın tüm yayın hakları Gece Kitaplığı'na aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı

Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

0312 384 80 40

www.gecekitapligi.com / gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt

Bizim Büro

Sertifika No: 42488

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ALANINDA ARAŞTIRMALAR VE DEĞERLENDİRMELER

EKİM 2026

EDİTÖR

Doç. Dr. Şeyhmus BAKIR

gece
kitaplığı

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

MINİMAL İNVAZİV RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİ: TANIDAN TEDAVİYE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Onur Alp GÜLER, Dila SELÇUK..... 7

BÖLÜM 2

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİNDE GERİATRİK HASTALARA YAKLAŞIM

Dila SELÇUK, Onur Alp GÜLER..... 28

BÖLÜM 3

RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİNDE KARYOJENİK DOKU YÖNETİMİ: GÜNCEL STRATEJİLER

Mine BAŞAN TOSUN, Mehmet Alperen ŞAHİN..... 50

BÖLÜM 4

DİŞ HEKİMLİĞİNDE ÜÇ BOYUTLU (3B) YAZICI SİSTEMLERİ

Sena OKUT..... 62

BÖLÜM 5

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK EĞİTİMİ

Ebubekir YILMAZ..... 83

BÖLÜM 6

BEYAZ NOKTA LEZYONLARININ TANISI VE GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Selin Seda ÇAĞLAR AŞKIN..... 101

BÖLÜM 7

DENTİN HASSASİYETİ: ETİYOLOJİDEN GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARINA

Atiye Tuğba KUZGUN TÜRKMEN..... 121

BÖLÜM 8

DERİN MARJİN ELEVASYONU: KLİNİK KARAR, BİYOLOJİK SINIRLAR VE RESTORATİF BAŞARI

Şevval ARTANLAR, Özden ÖZEL BEKTAŞ 140

BÖLÜM 1

MİNİMAL İNVAZİV RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİ: TANIDAN TEDAVİYE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Onur Alp GÜLER¹, Dila SELÇUK²

¹ Arş.Gör., Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Konya, onuralp.guler@erbakan.edu.tr, ORCID: 0009-0001-5885-6034

² Arş.Gör., Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Konya, dila.selcuk@erbakan.edu.tr, ORCID: 0009-0001-0163-2750

GİRİŞ

Diş çürüğü, dünya genelinde en yaygın görülen kronik hastalıklardan biri olmaya devam etmekte ve bireylerin ağız sağlığı, yaşam kalitesi ve sağlık harcamaları üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır. Günümüzde çürük, yalnızca diş sert dokularında meydana gelen geri dönüşümsüz bir doku kaybı olarak değil; biyofilm, konak faktörleri, beslenme alışkanlıkları ve zamana bağlı olarak gelişen dinamik ve biyolojik bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Bu süreçte demineralizasyon ve remineralizasyon olayları sürekli olarak birbirini dengelemekte, dengenin demineralizasyon lehine bozulması halinde başlangıç çürük lezyonları ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla modern çürük yönetiminin temelini, yalnızca oluşan kavitenin restorasyonu değil, hastalığın nedenlerinin belirlenmesi, risk faktörlerinin kontrol altına alınması ve çürük sürecinin durdurulması oluşturmaktadır.¹⁻⁴

Sağlıklı diş dokusunun korunması, günümüz restoratif diş hekimliğinin temel hedeflerinden biridir. Mine ve dentin dokularının kendini yenileme kapasitesi sınırlı olduğundan, kaybedilen doğal diş yapısının tamamen geri kazanılması mümkün değildir. Her restoratif girişim belirli miktarda sağlam diş dokusunun uzaklaştırılmasını gerektirmekte, ayrıca restorasyonların sınırlı klinik ömrü nedeniyle zaman içerisinde yenilenmeleri gerekebilmektedir. Restorasyonların tekrarlayan değişimleri ise daha geniş preparasyonlara, pulpal komplikasyonlara ve nihayetinde diş kaybına kadar ilerleyebilen restoratif döngünün başlamasına neden olabilmektedir. Bu nedenle günümüzde temel yaklaşım, restorasyon yapmak yerine mümkün olduğunca doğal diş dokusunu korumak ve tedaviyi biyolojik prensipler doğrultusunda planlamaktır.²

Diş çürüğünün başlangıç evrelerinde lezyonlar kavitasyon oluşturmadan önce uzun süre geri döndürülebilir özellik gösterebilmektedir. Bu nedenle çürüğün erken dönemde tanınması, minimal invaziv tedavi yaklaşımının en önemli basamaklarından biridir. Klinik muayene, uygun radyografik değerlendirme yöntemleri ve güncel tanı sistemleri sayesinde başlangıç lezyonları henüz kavitasyon gelişmeden tespit edilebilmekte ve minimal invaziv yöntemlerle yönetilebilmektedir. Erken tanı, yalnızca mevcut lezyonun ilerlemesini önlemekle kalmayıp gereksiz invaziv girişimlerin azaltılmasına ve uzun dönem diş sağlığının korunmasına da katkı sağlamaktadır.³

Çürük sürecinin biyolojik temelinde demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki denge yer almaktadır. Bakteriyel plak içerisindeki mikroorganizmaların fermente olabilen karbonhidratları metabolize etmesi sonucu oluşan organik asitler, plak pH'nın kritik seviyenin altına düşmesine neden olmakta ve mine ile dentinden mineral kaybı başlamakta.⁴ Asidik

ortamın ortadan kalkmasıyla birlikte tükürüğün tamponlama kapasitesi ve içerdiği kalsiyum ile fosfat iyonları sayesinde kaybedilen mineraller yeniden diş dokusuna kazandırılabilir. Bu fizyolojik denge, bireyin çürük riski, beslenme alışkanlıkları, tükürük fonksiyonu ve ağız hijyeni gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Demineralizasyonun baskın hale gelmesi lezyonun ilerlemesine yol açarken, uygun koruyucu yaklaşımlar ile remineralizasyon desteklenerek başlangıç lezyonlarının durdurulması veya geriletilmesi mümkün olabilmektedir.⁵

Son yıllarda adeziv teknolojilerindeki gelişmeler, biyoaktif restoratif materyaller, rezin infiltrasyonu, selektif çürük uzaklaştırma protokolleri ve dijital tanı yöntemleri minimal invaziv restoratif tedavinin klinik uygulama alanını önemli ölçüde genişletmiştir. Güncel kanıta dayalı yaklaşımlar, gereksiz doku kaybını en aza indirirken restorasyonların uzun dönem başarısını artırmayı ve biyolojik dokuların korunmasını esas almaktadır.

Bu bölümde minimal invaziv restoratif diş tedavisinin temel prensipleri ile güncel yaklaşımlar, mevcut bilimsel kanıtlar doğrultusunda ele alınacaktır.

ÇÜRÜK RİSK DEĞERLENDİRMESİ, ERKEN TANI VE ÇÜRÜK TEŞHİS YÖNTEMLERİ

Minimal invaziv restoratif diş hekimliğinin temelini, çürük lezyonlarının yalnızca tedavi edilmesi değil, oluşum riskinin belirlenmesi ve hastalığın en erken evrede tanınması oluşturmaktadır. Geleneksel restoratif yaklaşımlarda tedavi odağı genellikle kavite oluşumundan sonra restorasyon yapılması iken, güncel anlayışta erken dönemde hastalık sürecinin başlamasına neden olan biyolojik faktörlerin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması ön plandadır. Bu nedenle her bireyin çürük riski sistematik olarak değerlendirilmeli ve tedavi planı hastaya özgü risk profiline göre şekillendirilmelidir.⁶

Çürük risk değerlendirmesi; bireyin geçmiş çürük deneyimi, ağız hijyeni düzeyi, diyet alışkanlıkları, flor maruziyeti, tükürük akış hızı ve tamponlama kapasitesi, sistemik hastalıkları, ilaç kullanımı, sosyoekonomik durumu ve davranışsal faktörleri birlikte ele alan çok yönlü bir süreçtir. Risk değerlendirmesi sayesinde yalnızca mevcut lezyonların tedavisi değil, gelecekte gelişebilecek çürüklerin önlenmesine yönelik koruyucu stratejiler de planlanabilmektedir. Böylece gereksiz restoratif girişimlerin önüne geçilerek sağlıklı diş dokusunun korunması mümkün olmaktadır.⁷

Günümüzde çürük riskinin standardize bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla çeşitli klinik sistemler geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın kullanılanlardan biri Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA) yaklaşımıdır. CAMBRA, hastaları düşük, orta, yüksek çürük riski gruplarına ayırarak bireyselleştirilmiş koruyucu ve tedavi edici uygulamaların planlanmasını amaçlamaktadır. Bu sistemde aktif çürük varlığı, geçmiş çürük deneyimi, tükürük fonksiyonu, flor kullanımı, beslenme alışkanlıkları ve koruyucu faktörler birlikte değerlendirilmektedir. Risk düzeyine göre flor uygulamaları, remineralizasyon ajanları, diyet danışmanlığı ve takip aralıkları belirlenmektedir.⁸

Bir diğer çürük risk değerlendirme yöntemi olan Cariogram; çürük oluşumunda rol oynayan diyet, plak, bakteri yükü, florür maruziyeti, tükürük özellikleri ve geçmiş çürük deneyimi gibi faktörleri birlikte değerlendiren bilgisayar tabanlı bir modeldir. Sonuçları grafiksel olarak göstererek bireyin çürükten kaçınma şansını tahmin eder.⁹

Minimal invaziv yaklaşımın başarısı aynı zamanda, başlangıç çürük lezyonlarının doğru ve zamanında saptanmasına bağlıdır. Günümüzde erken tanıda ilk basamak dikkatli klinik görsel muayenedir. Temiz ve kuru diş yüzeylerinin yeterli aydınlatma altında değerlendirilmesi, mine opasiteleri, beyaz nokta lezyonları ve yüzey bütünlüğündeki erken değişikliklerin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.¹⁰

Çürük lezyonlarının erken dönemde doğru şekilde sınıflandırılması amacıyla geliştirilen International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) ise günümüzde en yaygın kullanılan görsel değerlendirme sistemlerinden biridir. ICDAS, mine yüzeyindeki ilk opasitelerden ileri dentin çürüklerine kadar uzanan lezyonları 0 ile 6 arasında kodlayarak standart bir sınıflandırma sunmaktadır.¹¹ Bu sistem sayesinde başlangıç lezyonları henüz kaviteye ulaşmadan belirlenebilmekte ve uygun non-invaziv veya mikro-invaziv tedavi seçenekleri uygulanabilmektedir. Ayrıca ICDAS, klinik araştırmalarda ortak bir terminoloji sağlaması açısından da önemli avantajlar sunmaktadır.

ICDAS temel alınarak geliştirilen International Caries Classification and Management System (ICCMS™), çürük yönetimini yalnızca lezyonun tespit edilmesiyle sınırlamayıp risk değerlendirmesi, lezyon aktivitesinin belirlenmesi ve tedavi planlamasını da kapsayan kapsamlı bir klinik yaklaşım sunmaktadır. ICCMS, koruyucu uygulamalar, remineralizasyon stratejileri ve minimal invaziv tedavi seçeneklerini birlikte değerlendirerek mümkün olan en fazla sağlıklı diş dokusunun korunmasını hedeflemektedir. Böylece çürük tedavisi yalnızca restoratif bir

işlem olmaktan çıkarılarak biyolojik ve hasta odaklı bir hastalık yönetimi sürecine dönüştürülmektedir.¹²

Klinik muayenenin yanında başlıca bite-wing radyografiler olmak üzere, periapikal ve panoramik radyografiler, erken mine ve dentin lezyonlarının tespitinde önemli bir tanı aracıdır. Görsel olarak değerlendirilemeyen aproksimal çürüklerin belirlenmesi ve mevcut lezyonların ilerleme durumunun izlenmesinde bite-wing radyografiler yüksek klinik değer taşımaktadır. Ancak radyografik görüntüleme tek başına yeterli olmayıp klinik bulgular ile birlikte değerlendirilmelidir.¹³

Teknolojik gelişmeler, erken çürük tanısında kullanılan yardımcı yöntemlerin sayısını artırmıştır. Bunlar arasında DIAGNOdent, QLF, NILT, ECM, FOTI/ DIFOTI gibi sistemler bulunmaktadır.

Lazer floresans sistemleri (DIAGNOdent), demineralize diş dokularından elde edilen floresans değişikliklerini sayısal değerlerle analiz ederek özellikle başlangıç düzeyindeki oklüzal çürük lezyonlarının tespit ve değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır.¹⁴

Kantitatif Işık Kaynaklı Floresans (QLF), sağlıklı ve demineralize diş dokuları arasındaki floresans farklılıklarını analiz ederek erken çürük lezyonlarının non-invaziv biçimde tespitini, mineral kaybının nicel değerlendirilmesini ve zaman içindeki değişimlerin izlenmesini sağlayan bir yöntemdir.¹⁵

Elektriksel iletkenlik ölçümü (ECM), sağlam ve demineralize diş dokularının elektriksel özelliklerindeki farklılıklara dayanan yardımcı bir tanı yöntemidir. Demineralizasyon sonucu artan porozite ve sıvı içeriği elektriksel iletkenliği artırır. Özellikle kavitasyon oluşmamış erken lezyonların saptanmasına katkı sağlamaktadır.¹⁶

Fiber-Optik Transillüminasyon (FOTI) görünür ışığın diş dokularından geçirilmesi ve sağlam ile demineralize dokular arasındaki ışık iletim farklılıklarının değerlendirilmesi esasına dayanır. Çürük lezyonları daha koyu alanlar şeklinde izlenir. Dijital Fiber-Optik Transillüminasyon (DIFOTI), FOTI prensibinin dijital görüntüleme ile birleştirilmiş şeklidir. Elde edilen görüntülerin kaydedilebilmesi, lezyonların belirlenmesini ve zaman içerisindeki değişimlerinin karşılaştırılmasını sağlar. Radyasyon içermemesi ve özellikle aproksimal lezyonların saptanmasında yardımcı olması önemli avantajlarıdır.^{17,18}

Son yıllarda geliştirilen Yakın Kızılötesi Işık Transillüminasyonu (NILT), diş dokularının yakın kızılötesi ışığı farklı oranlarda iletmesi prensibine dayanan, iyonize radyasyon içermeyen non-

invaziv bir çürük tespit yöntemidir. Özellikle aproksimal ve erken mine lezyonlarının belirlenmesine ve izlenmesine yardımcı olarak gereksiz doku kaybının önlenmesini ve koruyucu yaklaşımların tercih edilmesini desteklemektedir.¹⁹

Bunların yanında dijital görüntü analizi, optik koherens tomografi ve yapay zekâ destekli tanı sistemleri de erken çürük teşhisinde gelecek vaat eden teknolojiler arasında yer almaktadır.

DEMİNERALİZASYON VE REMİNERALİZASYON MEKANİZMASI

Demineralizasyon, dental biyofilmde bulunan asidojenik ve asidürik bakterilerin fermente olabilen karbonhidratları metabolize etmesi sonucunda oluşan organik asitlerin, mine ve dentindeki hidroksiapatit kristallerinden kalsiyum ve fosfat iyonlarının çözünmesine neden olmasıdır. Plak pH'nın mine için yaklaşık 5,5'in, dentin için ise daha yüksek kritik pH değerlerinin altına düşmesiyle mineral kaybı başlamakta ve başlangıç çürük lezyonları oluşmaktadır. Tekrarlayan asit atakları, mineral kaybının devam etmesine ve zamanla yüzey bütünlüğünün bozulmasına yol açmaktadır.²⁰

Buna karşılık remineralizasyon, ağız ortamındaki pH'ın normale dönmesiyle birlikte tükürükte bulunan kalsiyum, fosfat ve flor iyonlarının demineralize bölgelere yeniden çökmesi sürecidir. Başlangıç mine lezyonlarında yüzey tabakası çoğunlukla sağlam kaldığından, uygun biyolojik koşullar sağlandığında kaybedilen minerallerin önemli bir kısmı yeniden kazanılabilmektedir. Bu nedenle beyaz nokta lezyonları gibi erken çürük lezyonları geri döndürülebilir özellik göstermekte ve non-invaziv tedavilerle başarılı şekilde yönetilebilmektedir.²¹ Minimal invaziv yaklaşımının buradaki amacı, remineralizasyon sürecini artırarak lezyon progresyonunu durdurmak ve mümkün olduğunca restoratif girişim gereksinimini ortadan kaldırmaktır.

TÜKÜRÜĞÜN KORUYUCU ROLÜ

Tükürük, demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dengenin korunmasında en önemli doğal savunma mekanizmalarından biridir. Mekanik temizleme etkisi sayesinde besin artıklarının ve mikroorganizmaların uzaklaştırılmasına katkı sağlarken, bikarbonat, fosfat ve protein tampon sistemleri aracılığıyla plak pH'ını nötralize etmektedir. Bunun yanında içerdiği kalsiyum ve fosfat iyonları remineralizasyon için gerekli mineral kaynağını oluşturmakta, statherin ve prolin açısından zengin proteinler ise bu iyonların çözünmüş halde kalmasını sağlayarak yeniden mineralizasyonu desteklemektedir.²²

Tükürüğün miktarı ve kalitesindeki azalma çürük riskini belirgin şekilde artırmaktadır. Özellikle ilaç kullanımına bağlı gelişen ksero stomi, Sjögren sendromu, baş-boyun radyoterapisi ve sistemik hastalıklar tükürük fonksiyonlarını olumsuz etkileyerek demineralizasyon lehine bir ortam oluşturmaktadır. Bu nedenle tükürük fonksiyonunun değerlendirilmesi, minimal invaziv tedavi planlamasının önemli bir basamağını oluşturmaktadır.²³

NON-İNVAZİV YAKLAŞIMLAR VE KORUYUCU AJANLAR

Non-invaziv yaklaşımlar ve koruyucu ajanların kullanımı, diş dokularında herhangi bir mekanik uzaklaştırma veya kavite preparasyonu yapılmaksızın çürük sürecinin kontrol altına alınmasını ve remineralizasyonun desteklenmesini amaçlamaktadır.

Flor

Flor, çürük önlenmesinde etkinliği en güçlü bilimsel kanıtlarla desteklenen koruyucu ajanlardan biridir. Günümüzde florun temel etkisinin sistemik değil, diş yüzeyinde sürekli düşük konsantrasyonlarda bulunmasına bağlı topikal etki olduğu kabul edilmektedir. Flor iyonları demineralize mine yüzeyinde mineral çökmesini hızlandırmakta, hidroksiapatit kristallerinin yerine daha düşük çözünürlüğe sahip florapatit benzeri kristallerin oluşmasını teşvik ederek diş dokularının asitlere karşı direncini artırmaktadır. Flor ayrıca bakteriyel glikolizi baskılayarak asit üretimini azaltmakta ve biyofilmin çürük oluşturma potansiyelini düşürmektedir.²⁴

Günümüzde florlu diş macunları, ağız gargaraları, profesyonel flor vernikleri, yüksek konsantrasyonlu flor jelleri ve flor salan restoratif materyaller bireyin çürük riskine göre planlanan koruyucu tedavilerin temel bileşenlerini oluşturmaktadır.²⁵

Kazein Fosfopeptit-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP)

CPP-ACP, süt proteini kazeinden elde edilen kazein fosfopeptitlerinin amorf kalsiyum fosfat komplekslerini stabilize etmesi esasına dayanan bir remineralizasyon ajanıdır. Bu kompleksler biyofilm ve mine yüzeyinde yüksek konsantrasyonda biyoyararlanımlı kalsiyum ve fosfat iyonlarının bulunmasını sağlayarak demineralize bölgelerde mineral kazanımını desteklemektedir. Özellikle başlangıç mine lezyonlarında, ortodontik tedavi sonrası gelişen beyaz nokta lezyonlarında ve yüksek çürük riskine sahip bireylerde yardımcı bir remineralizasyon yöntemi olarak kullanılmaktadır.²⁶

Her ne kadar birçok çalışma CPP-ACP'nin remineralizasyon üzerinde olumlu etkilerini bildirmiş olsa da sistematik derlemeler florlu ürünlerin hâlen temel koruyucu yaklaşım

olduğunu, CPP-ACP'nin ise uygun olgularda tamamlayıcı bir ajan olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.²⁷

Hidroksiapatit Bazlı Remineralizasyon Ajanları

Son yıllarda biyomimetik yaklaşımlar doğrultusunda geliştirilen hidroksiapatit bazlı ajanlar, diş minesinin doğal mineral yapısını taklit ederek remineralizasyonu desteklemeyi amaçlamaktadır. Özellikle nano-hidroksiapatit partikülleri, demineralize mine yüzeyindeki mikroporozitelere penetre olarak mineral kaybının telafisine katkı sağlayabilmektedir. Ayrıca dentin tübüllerinin tıkanmasına yardımcı olarak dentin hassasiyetinin azaltılmasında da etkili olabilmektedir.²⁸

Nano-hidroksiapatit içeren diş macunları ve profesyonel ürünlere yönelik klinik çalışmaların sayısı giderek artmaktadır. Mevcut kanıtlar umut verici olmakla birlikte, uzun dönem klinik etkinliklerinin daha geniş örneklemli randomize kontrollü çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.²⁹

Biyoaktif Remineralizasyon Ajanları

Biyoaktif materyaller, ağız ortamıyla etkileşime girerek kalsiyum, fosfat, flor veya diğer biyolojik olarak aktif iyonları serbest bırakabilen ve böylece diş sert dokularının remineralizasyonunu destekleyen materyallerdir. Bu grupta biyolojik aktif camlar, kalsiyum silikat bazlı materyaller, giomerler ve flor salan restoratif materyaller yer almaktadır. Bu materyaller yalnızca mineral kaybını telafi etmekle kalmayıp, bazı ürünlerde antibakteriyel etki ve biyofilm oluşumunun azaltılması gibi ek avantajlar da sunabilmektedir. Biyoaktif materyaller minimal invaziv restoratif diş hekimliğinde özellikle yüksek çürük riskine sahip bireylerde, kök yüzeyi çürüklerinde ve sekonder çürüğün önlenmesinde umut vadeden seçenekler arasında değerlendirilmektedir.^{30,31}

Ozon Tedavisi

Ozon, güçlü oksidatif etkisi sayesinde çürük biyofilmindeki mikroorganizmaların azaltılması amacıyla önerilen yardımcı yöntemlerden biridir. Ozon gazının antibakteriyel etkisi nedeniyle başlangıç çürük lezyonlarında remineralizasyon tedavileri ile birlikte kullanılabileceği ileri sürülmüştür.³²

Bununla birlikte güncel sistematik derlemeler, ozon tedavisinin tek başına çürük progresyonunu durdurduğuna ilişkin yeterli düzeyde kanıt bulunmadığını göstermektedir. Bu nedenle ozon

uygulamaları rutin minimal invaziv çürük yönetiminin temel bir bileşeni olarak değil, uygun olgularda yardımcı bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.³³

Diyet Kontrolü

Beslenme alışkanlıkları çürük oluşumunda belirleyici çevresel faktörlerden biridir. Özellikle fermente olabilen karbonhidratların sık tüketilmesi, biyofilm pH'nın uzun süre düşük kalmasına neden olarak demineralizasyon süresini uzatmaktadır. Çürük riskini belirleyen temel unsur yalnızca tüketilen şeker miktarı değil, tüketim sıklığı ve ağızda kalış süresidir.³⁴

Minimal invaziv yaklaşım kapsamında bireylere şeker tüketim sıklığının azaltılması, ara öğünlerin sınırlandırılması, şekerli içeceklerin kontrolü ve karyojenik olmayan alternatiflerin tercih edilmesi konusunda danışmanlık verilmesi önerilmektedir. Diyet düzenlenmesi, diğer koruyucu uygulamalarla birlikte değerlendirildiğinde çürük insidansının azaltılmasına önemli katkı sağlamaktadır.³⁵

Dental Biyofilm ve Plak Kontrolü

Dental biyofilm, çürük hastalığının temel etiyolojik faktörlerinden biridir. Ancak güncel anlayışta amaç biyofilmin tamamen ortadan kaldırılması değil, mikrobiyal ekosistemin sağlıklı dengesinin korunmasıdır. Etkin mekanik plak kontrolü, uygun ağız hijyeni alışkanlıkları ve düzenli profesyonel bakım sayesinde biyofilmin olgunlaşması ve asidojenik mikroorganizmaların baskın hale gelmesi önlenmektedir.³⁶

Günde iki kez florlu diş macunu ile diş fırçalama, interdental temizlik yöntemlerinin kullanılması ve bireyin çürük riskine göre profesyonel bakım aralıklarının belirlenmesi minimal invaziv çürük yönetiminin vazgeçilmez bileşenleridir. Koruyucu yaklaşımların başarısı, hastanın tedavi sürecine aktif katılımı ve uzun dönem davranış değişikliği ile doğrudan ilişkilidir.³⁷

Çürük Riskinin Yönetimi

Modern çürük yönetiminde tedavi planı, tüm bireylere aynı yaklaşımın uygulanmasına değil, hastanın çürük risk düzeyine göre şekillendirilmektedir. Düşük çürük riskine sahip bireylerde rutin ağız hijyeni önerileri ve düzenli kontroller yeterli olabilirken, orta ve yüksek risk grubundaki hastalarda daha yoğun koruyucu uygulamalar ve daha kısa takip aralıkları gerekmektedir.³⁸

Risk yönetimi kapsamında flor uygulamalarının sıklığı artırılabilir, remineralizasyon ajanları kullanılabilir, diyet danışmanlığı verilebilir ve profesyonel plak kontrolü uygulanabilir. Ayrıca tükürük akışının değerlendirilmesi, sistemik hastalıkların kontrolü ve çürük riskini artırabilecek ilaçların gözden geçirilmesi de bireyselleştirilmiş tedavi planının önemli bileşenleridir. Çürük riskinin düzenli aralıklarla yeniden değerlendirilmesi, hastanın değişen ihtiyaçlarına uygun koruyucu stratejilerin geliştirilmesini sağlamaktadır.³⁹

MİKRO-İNVAZİV YAKLAŞIMLAR

Mikro-invaziv tedaviler, non-invaziv koruyucu uygulamalar ile restoratif tedaviler arasında yer alan önemli bir tedavi basamağını oluşturmaktadır. Non-invaziv tedavilerin yetersiz kaldığı veya başlangıç çürük lezyonlarının ilerleme riskinin bulunduğu durumlarda, minimal diş dokusu kaybı ile hastalığın kontrol altına alınmasını amaçlayan mikro-invaziv yaklaşımlar uygulanmaktadır. Bu tedavilerde temel amaç, sağlam diş dokusunu mümkün olduğunca koruyarak çürük lezyonunun ilerlemesini durdurmak ve restoratif tedavi gereksinimini geciktirmek veya tamamen ortadan kaldırmaktır. Günümüzde rezin infiltrasyonu, terapötik fissür örtücüler ve mine mikroabrazyonu, minimal invaziv diş hekimliğinde en sık kullanılan mikro-invaziv yöntemler arasında yer almaktadır.⁴⁰

Rezin İnfiltrasyonu

Rezin infiltrasyonu, kavitasyon oluşturmamış başlangıç mine çürüklerinin tedavisinde geliştirilen mikro-invaziv bir yaklaşımdır. Bu yöntemde düşük viskoziteli ışıkla polimerize olan rezin monomerler, demineralize mine dokusundaki mikroporozitelere kapiller etki ile penetre edilerek lezyonun ilerlemesi engellenmektedir. İnfiltrasyon sonrasında porozitelerin rezin ile doldurulması, asitlerin ve çözünmüş iyonların lezyon içerisine difüzyonunu sınırlandırmakta, böylece çürük progresyonunu durdurmaktadır.⁴¹

Günümüzde bu amaçla en yaygın kullanılan sistem ICON® (DMG, Hamburg, Almanya) olup özellikle aproksimal başlangıç çürükleri ile vestibül yüzeyde görülen beyaz nokta lezyonlarının tedavisinde kullanılmaktadır. Klinik uygulama; hidroklorik asit ile yüzey tabakasının uzaklaştırılması, etanol ile kurutma ve ardından infiltrant rezinin uygulanarak polimerize edilmesi basamaklarından oluşmaktadır. Bu işlem sırasında sağlıklı diş dokusundan anlamlı düzeyde madde kaldırılmaması, yöntemin en önemli avantajlarından biridir.⁴²

Rezin infiltrasyonunun estetik açıdan da önemli katkıları bulunmaktadır. Başlangıç mine lezyonlarında oluşan beyaz opak görünüm, infiltrant rezinin kırılma indisinin sağlam mineye

yaklaşması sayesinde büyük ölçüde maskelenebilmektedir. Bu nedenle yöntem yalnızca çürük progresyonunun durdurulması amacıyla değil, estetik tedavi amacıyla da kullanılmaktadır. Özellikle ortodontik tedavi sonrasında gelişen beyaz nokta lezyonlarında başarılı sonuçlar bildirilmektedir.⁴³

Bununla birlikte rezin infiltrasyonu yalnızca kaviteyi oluşturmamış mine lezyonlarında uygulanmalıdır. Dentin seviyesine ilerlemiş, yüzey bütünlüğü bozulmuş veya kaviteyi geliştirmiş lezyonlarda restoratif tedavi gereksinimi devam etmektedir. Son yıllarda yayımlanan sistematik derlemeler ve meta-analizler, uygun endikasyonlarda rezin infiltrasyonunun başlangıç çürüklerinin ilerlemesini azaltmada etkili ve güvenilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.⁴⁴

Terapötik Fissür Örtücüler

Fissür örtücüler başlangıçta yalnızca koruyucu amaçla geliştirilmiş olsa da günümüzde kaviteyi oluşturmamış oklüzal başlangıç çürüklerinin tedavisinde de mikro-invaziv bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Terapötik fissür örtücüler, lezyonun üzerini fiziksel olarak izole ederek bakterilerin besin kaynaklarına ulaşmasını engellemekte ve çürük aktivitesini durdurmaktadır.⁴⁵

Çok sayıda klinik çalışma, uygun şekilde uygulanan fissür örtücüler altında kalan bakterilerin metabolik aktivitelerinin önemli ölçüde azaldığını ve lezyon progresyonunun durdurulabildiğini göstermektedir. Bu nedenle yalnızca sağlam dişlerde değil, radyografik olarak mine ile sınırlı veya yüzey bütünlüğü bozulmamış başlangıç oklüzal çürüklerinde de terapötik sealant uygulamaları önerilmektedir.⁴⁶

Rezin esaslı fissür örtücüler yüksek retansiyon özellikleri nedeniyle ilk tercih olurken, cam iyonomer esaslı materyaller flor salınımı ve nem toleransı avantajları nedeniyle belirli klinik durumlarda kullanılabilir. Tedavinin başarısında en önemli faktörlerden biri örtücünün uzun dönem retansiyonunun korunmasıdır. Bu nedenle düzenli klinik kontroller yapılmalı ve gerektiğinde sealant yenilenmelidir.⁴⁷

Mine Mikroabrazyonu

Mine mikroabrazyonu, mine yüzeyindeki çok yüzeyel demineralizasyon alanlarının ve estetik açıdan rahatsızlık oluşturan beyaz veya kahverengi opasitelerin uzaklaştırılması amacıyla uygulanan mikro-invaziv bir tekniktir. İşlem sırasında düşük konsantrasyonlu hidroklorik asit

ile silikon karbür veya benzeri abrazyiv partiküller birlikte kullanılarak mine yüzeyinden mikrometre düzeyinde kontrollü doku uzaklaştırılması sağlanmaktadır.⁴⁸

Mikroabrazyon özellikle florozis, gelişimsel mine opasiteleri ve yüzeysel beyaz nokta lezyonlarının tedavisinde başarılı sonuçlar vermektedir. Ortodontik tedavi sonrası gelişen yüzeysel beyaz lezyonlarda da estetik iyileşme amacıyla uygulanabilmektedir. Bununla birlikte lezyonun derinliği arttıkça tek başına mikroabrazyonun etkinliği azalmakta ve rezin infiltrasyonu veya beyazlatma tedavileri ile kombine uygulamalar tercih edilebilmektedir.⁴⁹

Yöntemin en önemli avantajları konservatif olması, tek seansta uygulanabilmesi, düşük maliyetli olması ve uzun dönem estetik sonuçlar sunabilmesidir. Ancak işlem sırasında kontrollü de olsa mine dokusundan madde kaybı meydana geldiği için endikasyon dikkatle değerlendirilmeli ve gereksiz uygulamalardan kaçınılmalıdır.⁵⁰

MINİMAL İNVAZİV OPERATİF TEDAVİLER

Çürük lezyonunun non-invaziv veya mikro-invaziv yöntemlerle kontrol altına alınamadığı, kavite geliştiği veya restoratif girişim gerektiren durumlarda minimal invaziv operatif tedaviler uygulanmaktadır. Bu yaklaşımlarda temel amaç, yalnızca enfekte dokunun uzaklaştırılması, etkilenmiş ancak remineralizasyon potansiyeline sahip dentinin mümkün olduğunca korunması ve pulpa sağlığının devamlılığının sağlanmasıdır. Geleneksel yaklaşımın aksine, tüm yumuşamış dentinin uzaklaştırılması yerine biyolojik prensiplere dayalı konservatif preparasyon teknikleri tercih edilmektedir. Böylece gereksiz diş dokusu kaybı önlenmekte, restorasyonun uzun dönem başarısı artırılmakta ve restoratif döngünün başlaması geciktirilmektedir.

Selektif Çürük Tedavisi

Selektif çürük tedavisi, günümüzde derin dentin çürüklerinin tedavisinde en fazla kabul gören minimal invaziv operatif yaklaşımdır. Bu yöntemde periferik kavite duvarlarında sağlam ve sert dentin elde edilinceye kadar çürük doku tamamen uzaklaştırılırken, pulpa duvarında pulpa ekspozunu önlemek amacıyla yumuşak dentinin bir kısmı bilinçli olarak bırakılmaktadır. Daha sonra kavite biyoyumlu restoratif materyallerle sızdırmaz şekilde restore edilmektedir.⁵¹

Bu yaklaşımın temel dayanağı, kavitenin uygun şekilde kapatılması sonrasında kalan bakterilerin besin kaynaklarından mahrum kalması nedeniyle metabolik aktivitelerinin azalması ve lezyonun ilerlemesinin durmasıdır. Ayrıca pulpa ekspozu riskinin azaltılması,

postoperatif hassasiyetin daha düşük olması ve pulpa canlılığının korunması selektif çürük uzaklaştırmanın önemli avantajları arasında yer almaktadır.⁵²

Aşamalı Çürük Tedavisi

Aşamalı çürük uzaklaştırma, özellikle pulpa ekspozu riskinin çok yüksek olduğu derin dentin çürüklerinde uygulanabilen iki aşamalı bir tedavi yöntemidir. İlk seansta enfekte dentinin büyük kısmı uzaklaştırılır, pulpa duvarında yumuşak dentin bırakılır ve kavite geçici biyouyumlu bir restoratif materyal ile kapatılır. Birkaç ay sonra gerçekleştirilen ikinci seansta kavite yeniden açılarak kalan dentin değerlendirilir ve gerekirse kalan çürük doku uzaklaştırılarak kalıcı restorasyon yapılır.⁵³

İlk seanstan sonra bakteriyel yükün azalması ve pulpanın tersiyer dentin oluşturması sayesinde ikinci seansta pulpa ekspozu riski önemli ölçüde azalmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda yayımlanan klinik çalışmalar, iyi bir marjinal sızdırmazlık sağlandığında ikinci seansın çoğu zaman gerekli olmadığını ve tek seansta gerçekleştirilen selektif çürük uzaklaştırmanın benzer hatta daha başarılı klinik sonuçlar sağlayabildiğini göstermektedir. Bu nedenle günümüzde aşamalı çürük uzaklaştırma, belirli endikasyonlarla sınırlı olarak uygulanmakta; tek seanslık selektif çürük uzaklaştırma ise daha yaygın şekilde tercih edilmektedir.⁵⁴

Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)

Atravmatik restoratif tedavi, çürük dokunun yalnızca el aletleri kullanılarak uzaklaştırıldığı ve kavitenin tercihen yüksek viskoziteli cam iyonomer siman ile restore edildiği minimal invaziv bir tedavi yöntemidir. Özellikle diş hekimliği hizmetlerine erişimin kısıtlı olduğu bölgeler için geliştirilmiş olmakla birlikte, günümüzde yaşlı bireylerde, özel gereksinimli hastalarda ve kooperasyonu sınırlı bireylerde de başarılı şekilde uygulanmaktadır.⁵⁵

ART'nin en önemli avantajları arasında döner alet kullanımının çoğu zaman gerekmemesi, lokal anestezi ihtiyacının azalması, flor salan restoratif materyallerin kullanılması ve sağlıklı diş dokusunun maksimum düzeyde korunması yer almaktadır. Bununla birlikte yöntemin başarısı lezyonun büyüklüğüne, restoratif materyalin özelliklerine ve hastanın çürük riskine bağlı olarak değişebilmektedir.⁵⁶

Minimal Kavite Preparasyonu

Minimal kavite preparasyonu, yalnızca çürükten etkilenmiş dokunun uzaklaştırıldığı ve sağlam mine ile dentinin mümkün olduğunca korunduğu preparasyon anlayışını ifade etmektedir. Geleneksel Black preparasyon prensiplerinde yer alan "koruma için genişletme" yaklaşımı,

günümüzde adeziv restoratif materyallerin gelişmesiyle yerini "Gereksiz doku kaybının önlenmesi " anlayışına bırakmıştır. Böylece restorasyonun mekanik retansiyonundan ziyade adeziv bağlanması esas alınmakta ve gereksiz sağlam diş dokusunun uzaklaştırılmasından kaçınılmaktadır.⁵⁷

Minimal preparasyon sırasında kavitenin şekli, restoratif materyalin gereksinimlerinden çok çürük lezyonunun yayılımına göre belirlenmektedir. Bu yaklaşım, kavite hacmini azaltmakta, dişin biyomekanik direncini korumakta ve restorasyonun uzun dönem başarısını olumlu yönde etkilemektedir. Günümüzde air-abrazyon, sono-abrazyon, lazer destekli sistemler ve büyütme altında gerçekleştirilen konservatif preparasyon teknikleri de minimal invaziv preparasyon konseptini destekleyen yöntemler arasında yer almaktadır.⁵⁸

Air Abrazyon

Air abrazyon, yüksek basınç altında püskürtülen alüminyum oksit partiküllerin diş yüzeyine yönlendirilmesi esasına dayanan mekanik bir preparasyon yöntemidir. Partiküllerin yüksek kinetik enerjisi sayesinde çürükten etkilenmiş mine ve dentin kontrollü olarak uzaklaştırılmaktadır.⁵⁹

Air abrazyon özellikle küçük oklüzal çürüklerde, pit ve fissür lezyonlarında, eski restorasyonların uzaklaştırılmasında ve fissür örtücü uygulamaları öncesinde kullanılabilir. Döner alet kullanımına göre daha az titreşim, gürültü ve ısı oluşturmaları nedeniyle hasta konforunu artırmaktadır. Ayrıca çoğu olguda lokal anestezi gereksinimi azalmakta ve sağlıklı diş dokusundan daha az madde kaybı meydana gelmektedir.⁶⁰

Bununla birlikte yöntemin derin dentin çürüklerinde etkinliği sınırlıdır. Aerosol oluşumu, özel ekipman gerektirmesi ve preparasyon derinliğinin operatör tarafından doğrudan hissedilememesi yöntemin başlıca dezavantajları arasında yer almaktadır.⁶¹

Sonoabrazyon

Sonoabrazyon, ultrasonik titreşimler ile çalışan el aletlerinin abraziv uçlarla birlikte kullanılması esasına dayanan konservatif bir preparasyon tekniğidir. Ultrasonik titreşimler sayesinde çürük dokusu kontrollü şekilde uzaklaştırılırken sağlıklı diş dokusunun korunması kolaylaşmaktadır.⁶²

Bu yöntem özellikle küçük kaviteelerde, servikal lezyonlarda ve minimal preparasyon gerektiren restorasyonlarda tercih edilmektedir. Geleneksel döner aletlere göre daha az titreşim

oluşturması ve preparasyonun daha kontrollü gerçekleştirilebilmesi önemli avantajlarıdır. Ayrıca preparasyon sırasında oluşan mikroçatlakların daha az olduğu bildirilmektedir.⁶³

Ancak preparasyon süresinin daha uzun olması, ekipman maliyetinin yüksek olması ve geniş çürük lezyonlarında etkinliğinin sınırlı kalması nedeniyle klinik kullanım sıklığı döner aletlere göre daha düşüktür.⁶⁴

Lazer Destekli Çürük Uzaklaştırma

Lazer teknolojileri son yıllarda minimal invaziv diş hekimliğinde önemli gelişmeler göstermiştir. Özellikle erbiyum ailesine ait Er ve Er,Cr lazerleri, mine ve dentin dokularındaki su molekülleri tarafından yüksek oranda absorbe edilerek sert doku preparasyonunda kullanılmaktadır. Lazer enerjisinin oluşturduğu mikroeksplozif etki sayesinde çürük doku kontrollü olarak uzaklaştırılmaktadır.⁶⁵

Lazer uygulamalarının en önemli avantajları arasında titreşim ve gürültünün minimal olması, hasta anksiyetesini azaltması, bakteriyel yükü azaltabilmesi ve birçok olguda lokal anestezi gereksinimini azaltması yer almaktadır. Ayrıca smear tabakası oluşturmaması ve adeziv bağlanma açısından uygun bir yüzey meydana getirebilmesi de önemli avantajlarındanıdır.⁶⁶

Buna karşın cihaz maliyetinin yüksek olması, preparasyon süresinin bazı durumlarda uzaması, operatör deneyimi gerektirmesi ve restoratif materyallerin uzaklaştırılmasındaki sınırlılıkları lazer teknolojilerinin dezavantajları arasında sayılmaktadır.⁶⁷

Kemomekanik Çürük Uzaklaştırma

Kemomekanik çürük uzaklaştırma, çürük dentinin kimyasal ajanlar yardımıyla yumuşatıldıktan sonra özel el aletleri kullanılarak uzaklaştırılması esasına dayanan biyolojik bir tedavi yöntemidir. Bu yaklaşımda yalnızca denatüre kollajen yapısına sahip enfekte dentin etkilenmekte, sağlam ve remineralizasyon potansiyeli bulunan dentin büyük ölçüde korunmaktadır.⁶⁸

Bu amaçla geliştirilen sistemler arasında Carisolv® ve Papacárie® en yaygın kullanılan ürünlerdir. Carisolv, sodyum hipoklorit ve aminoasitlerden oluşan bir jel sistemi içerirken; Papacárie, papain enzimi ve kloramin içeren biyolojik bir preparattır. Her iki sistem de enfekte dentinin yumuşatılmasını sağlayarak mekanik kuvvet gereksinimini azaltmaktadır.⁶⁹

Kemomekanik yöntem özellikle çocuk hastalarda, dental anksiyetesi yüksek bireylerde, yaşlı hastalarda ve pulpa ekspozu riski bulunan derin dentin çürüklerinde başarılı şekilde

uygulanabilmektedir. Yöntemin en önemli avantajları ağrının azalması, anestezi ihtiyacının düşük olması ve maksimum sağlam dentinin korunmasıdır. Bununla birlikte uygulama süresinin uzun olması ve geniş çürük lezyonlarında etkinliğinin sınırlı kalması en önemli dezavantajlarıdır.⁷⁰

Fissürotomi Frezleri

Fissürotomi frezleri, pit ve fissürlerdeki başlangıç çürüklerini minimal invaziv şekilde uzaklaştırmak için kullanılan ince ve küçük çaplı frezlerdir. Dar uçları sayesinde yalnızca çürük dokuyu kaldırır ve sağlam mineyi korur. Özellikle geniş preparasyon gerektirmeyen oklüzal lezyonlarda tercih edilir. Lezyon mine ile sınırlıysa fissür örtücü veya akışkan kompozit uygulanabilir; dentine ilerlemişse sınırlı kavite preparasyonu yapılır.⁷¹

En önemli avantajları, gereksiz preparasyonu önlemesi, diş dokusunu koruması ve postoperatif hassasiyeti azaltmasıdır. Ancak yalnızca başlangıç veya sınırlı çürüklerde kullanılmalıdır. Minimal invaziv diş hekimliğinde, gereksiz doku kaybını önleyen konservatif bir yöntem olarak kabul edilir.⁷²

Polimer Döner Frezler

Son yıllarda geliştirilen polimer esaslı çürük uzaklaştırma frezleri, enfekte dentinden daha sert, sağlam dentinden ise daha yumuşak olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu özellik sayesinde frez, yalnızca yumuşak enfekte dentini uzaklaştırırken sağlam dentine ulaştığında preparasyonu kendiliğinden sınırlandırmaktadır.⁷³ Bu sistemler biyolojik dentin korunmasını desteklemekte ve pulpa ekspozu riskini azaltmaktadır. Ancak işlem süresinin uzaması ve frezlerin tek kullanımlık olması nedeniyle yaygın klinik kullanımları sınırlı kalmıştır.⁷⁴

SONUÇ

Günümüzde minimal invaziv çürük yönetimi, bireysel risk faktörlerinin değerlendirilmesi ve lezyonun erken dönemde belirlenmesiyle başlayan, hastalığın evresi ve aktivitesine göre şekillenen bütüncül bir yaklaşımı temel almaktadır. Non-invaziv/ koruyucu ve mikroinvaziv uygulamalardan minimal invaziv operatif tedavilere kadar uzanan bu süreçte temel amaç, çürük ilerlemesini kontrol altına alırken sağlam diş dokusunu mümkün olduğunca korumaktır. Doğru endikasyon ve düzenli takip ile biyolojik dokuların korunması ve restoratif müdahalelerin mümkün olduğunca sınırlandırılması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- Selwitz, R. H., Ismail, A. I., & Pitts, N. B. (2007). Dental caries. *The lancet*, 369(9555), 51-59.
- Henry, D. B. (2009). The consequences of restorative cycles. *Operative Dentistry*, 34(6), 759-760.
- Desai, H., Stewart, C. A., & Finer, Y. (2021). Minimally invasive therapies for the management of dental caries—A literature review. *Dentistry journal*, 9(12), 147.
- Walsh, L. J. (2006). Dental plaque fermentation and its role in caries risk assessment. *Int Dent SA*, 8(5), 34-40.
- Hicks, J., Garcia-Godoy, F., & Flaitz, C. (2004). Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 1). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28(1), 47-52.
- Mejäre, I., Axelsson, S., Dahlén, G. A., Espelid, I., Norlund, A., Tranæus, S., & Twetman, S. (2014). Caries risk assessment. A systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 72(2), 81-91.
- Reich, E., Lussi, A., & Newbrun, E. (1999). Caries-risk assessment. *International dental journal*, 49(1), 15-26.
- Featherstone, J. D. B., & Chaffee, B. W. (2018). The evidence for caries management by risk assessment (CAMBRA®). *Advances in dental research*, 29(1), 9-14.
- Paul, P., Kalghatgi, S., Dalvi, T., & Magdum, S. S. (2025). Advancing dental risk profiling: a literature review of the Cariogram model. *Cureus*, 17(3).
- Abdullah, Z., & John, J. (2016). Minimally Invasive Treatment of White Spot Lesions--A Systematic Review. *Oral health & preventive dentistry*, 14(3).
- Ismail, A. I., Sohn, W., Tellez, M., Amaya, A., Sen, A., Hasson, H., & Pitts, N. B. (2007). The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community dentistry and oral epidemiology*, 35(3), 170-178.
- Pitts, N. B., Ekstrand, K. R., & ICDAS Foundation. (2013). International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS)—methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. *Community dentistry and oral epidemiology*, 41(1), e41-e52.
- Pitts, N. B. (1996). The use of bitewing radiographs in the management of dental caries: scientific and practical considerations. *Dentomaxillofacial Radiology*, 25(1), 5-16.
- Lussi, A., Hibst, R., & Paulus, R. (2004). DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *Journal of dental research*, 83(1_suppl), 80-83.
- Angmar-Månsson, B., & Ten Bosch, J. J. (2001). Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a method for assessment of incipient caries lesions. *Dentomaxillofacial Radiology*, 30(6), 298-307.
- Gündüz, K., & Çelenk, P. (2006). Mine çürüklerinin remineralizasyonunun elektronik çürük monitörü ile in vitro değerlendirilmesi.

- Strassler, H. E., & Pitel, M. L. (2014). Using fiber-optic transillumination as a diagnostic aid in dental practice. *compendium*, 35(2), 80-88.
- Marmaneu-Menero, A., Iranzo-Cortés, J. E., Almerich-Torres, T., Ortolá-Síscar, J. C., Montiel-Company, J. M., & Almerich-Silla, J. M. (2020). Diagnostic validity of digital imaging fiber-optic transillumination (DIFOTI) and near-infrared light transillumination (NILT) for caries in dentine. *Journal of clinical medicine*, 9(2), 420.
- Casalegno, F., Newton, T., Daher, R., Abdelaziz, M., Lodi-Rizzini, A., Schürmann, F., ... & Markram, H. (2019). Caries detection with near-infrared transillumination using deep learning. *Journal of dental research*, 98(11), 1227-1233.
- Değirmenci, A., & Pehlivan, İ. E. (2021). Minimal İnvaziv Diş Hekimliğinde Remineralize Edici Ajanlar. *New Developments in Health and Life Sciences*, 73.
- Sezer, B. E. R. K. A. N. T., & Kargül, B. (2020). Çürük yönetiminde güncel remineralizasyon ajanları. *Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi*, 26(3).
- Aytaç, F., Erkli, H., Koser, C., & Ersöz, E. (2012). CPP-ACP'nin Remineralizasyon Potansiyelinin İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 18(3), 258-263.
- Aktaş, A., Giray, B., & Aktaş, G. (2009). Tükürük salya; özellikleri ve görevleri tanı açısından değeri. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 3(2), 361-367.
- Naveena, P., Nagarathana, C., & Sakunthala, B. K. (2014). Remineralizing agent—Then and now—An update. *Dentistry*, 4(9), 1-5.
- Vogel, G. L. (2011). Oral fluoride reservoirs and the prevention of dental caries. *Monogr Oral Sci*, 22(1), 146-57.
- Rahiotis, C., & Vougiouklakis, G. (2007). Effect of a CPP-ACP agent on the demineralization and remineralization of dentine in vitro. *Journal of dentistry*, 35(8), 695-698.
- Attiguppe, P., Malik, N., Ballal, S., & Naik, S. V. (2019). CPP-ACP and fluoride: a synergism to combat caries. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 12(2), 120.
- Balhuc, S., Campian, R., Labunet, A., Negucioiu, M., Buduru, S., & Kui, A. (2021). Dental applications of systems based on hydroxyapatite nanoparticles—an evidence-based update. *Crystals*, 11(6), 674.
- Chatzidimitriou, K., Theodorou, K., Seremidi, K., Kloukos, D., Gizani, S., & Papaioannou, W. (2025). The role of hydroxyapatite-based, fluoride-free toothpastes on the prevention and the remineralization of initial caries lesions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 156, 105691.
- Imazato, S. (2009). Bio-active restorative materials with antibacterial effects: new dimension of innovation in restorative dentistry. *Dental materials journal*, 28(1), 11-19.
- Cheng, L., Zhang, K., Zhang, N., Melo, M. A. S., Weir, M. D., Zhou, X. D., ... & Xu, H. H. K. (2017). Developing a new generation of antimicrobial and bioactive dental resins. *Journal of dental research*, 96(8), 855-863.
- Suh, Y., Patel, S., Kaitlyn, R., Gandhi, J., Joshi, G., Smith, N. L., & Khan, S. A. (2019). Clinical utility of ozone therapy in dental and oral medicine. *Medical gas research*, 9(3), 163-167.

- Saini, R. (2011). Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *Journal of natural science, biology, and medicine*, 2(2), 151.
- Bradshaw, D. J., & Lynch, R. J. (2013). Diet and the microbial aetiology of dental caries: new paradigms. *International dental journal*, 63, 64-72.
- Moynihan, P., & Petersen, P. E. (2004). Diet, nutrition and the prevention of dental diseases. *Public health nutrition*, 7(1a), 201-226.
- Huang, R., Li, M., & Gregory, R. L. (2011). Bacterial interactions in dental biofilm. *Virulence*, 2(5), 435-444.
- YILDIRIM, B. G., MİMAROĞLU, M., & BEKLEN, A. (2019). Kişisel plak kontrolü: Plak kontrolünde kullanılan araçlar, teknikler, motivasyon. *Türkiye Klinikleri Periodontology-Special Topics*, 5(1), 1-7.
- Erdem, A. P., Sepet, E., Sabuncu, H., Özcan, İ., & Erdem, T. (2011). FARKLI ÇÜRÜK RİSK GRUPLARINDA YENİ ÇÜRÜK GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 45(2), 19-27.
- KAVRIK, F., SAVAŞ, S., KÜÇÜKYILMAZ, E., & ÇELİK, E. U. (2016). Yüksek çürük riskli adolesanlarda farklı tedavi yaklaşımları. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Cases*, 2(1), 35-43.
- Esentürk, G., Ballıkaya, E., Ünverdi, G. E., Özen, B., & Çehreli, Z. C. (2022). BAŞLANGIÇ PROKSİMAL ÇÜRÜK LEZYONLARINDA KONSERVATİF TEDAVİ YAKLAŞIMLARI. *Current Research in Dental Sciences*, 32(2), 173-180.
- Doméjean, S., Ducamp, R., Léger, S., & Holmgren, C. (2015). Resin infiltration of non-cavitated caries lesions: a systematic review. *Medical Principles and Practice*, 24(3), 216-221.
- Ibrahim, D. F. A., Liew, Y. M., Hasmun, N. N., & Venkiteswaran, A. (2023). Resin infiltration ICON®: a guide for clinical use. *Mal Jour of Paed Dent*, 2(1), 27-35.
- Knösel, M., Eckstein, A., & Helms, H. J. (2013). Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: a single-center, split-mouth, randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(1), 86-96.
- Gevkaliuk, N. O., Bandrivsky, Y. L., Pynda, M. Y., Pudiak, V. Y., Krupei, V. Y., & Karnivskyi, A. Y. (2024). Morphological evaluation of the effectiveness of the “Icon” resin infiltration method in acute and chronic superficial dental caries. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(1), 142-147.
- Simonsen, R. J. (2002). Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatric dentistry*, 24(5), 393-414.
- Simonsen, R. J., & Neal, R. C. (2011). A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants. *Australian dental journal*, 56, 45-58.
- Yengopal, V., Mickenautsch, S., Bezerra, A. C., & Leal, S. C. (2009). Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: a meta analysis. *Journal of oral science*, 51(3), 373-382.
- CROLL, T. P. (1997). Enamel microabrasion: observations after 10 years. *The Journal of the American Dental Association*, 128, 45S-50S.

- Sundfeld, R. H., Rahal, V., Croll, T. P., De Aalexandre, R. S., & Briso, A. L. F. (2007). Enamel microabrasion followed by dental bleaching for patients after orthodontic treatment. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 19(2), 71-77.
- Wong, F. S. L., & Winter, G. (2002). Effectiveness of microabrasion technique for improvement of dental aesthetics. *British dental journal*, 193(3), 155-158.
- Figundio, N., Lopes, P., Tedesco, T. K., Fernandes, J. C. H., Fernandes, G. V. O., & Mello-Moura, A. C. V. (2023, August). Deep carious lesions management with stepwise, selective, or non-selective removal in permanent dentition: a systematic review of randomized clinical trials. In *Healthcare* (Vol. 11, No. 16, p. 2338). MDPI.
- Li, T., Zhai, X., Song, F., & Zhu, H. (2018). Selective versus non-selective removal for dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*, 76(2), 135-140.
- Barros, M. M. A. F., De Queiroz Rodrigues, M. I., Muniz, F. W. M. G., & Rodrigues, L. K. A. (2020). Selective, stepwise, or nonselective removal of carious tissue: which technique offers lower risk for the treatment of dental caries in permanent teeth? A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral investigations*, 24(2), 521-532.
- Ramezanzade, S., Bjørndal, L., Chen, H., & Baysan, A. (2026). Effectiveness of stepwise excavation or selective excavation in comparison with non-selective caries removal in managing deep caries in vital permanent teeth: a systematic review with trial sequential, pairwise, and network meta-analyses. *Caries Research*, 60(1), 80-109.
- KÜÇÜK, G., & EDEN, E. (2023). Atravmatik Restoratif Tedavi. *Journal of Ege University School of Dentistry/Ege Üniversitesi Dis Hekimligi Fakültesi Dergisi*, 44, 47.
- Frencken, J. E., Pilot, T., Songpaisan, Y., & Phantumvanit, P. (1996). Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique, and development. *Journal of public health dentistry*, 56(3), 135-140.
- Mount, G. J. (2009). Minimal intervention dentistry: cavity classification & preparation. *Journal of minimum intervention in dentistry*, 2(3), 150-162.
- Peters, M. C., & McLean, M. E. (2001). Minimally Invasive Operative Care: I. Minimal Intervention and Concepts for Minimally Invasive Cavity Preparations. *Journal of Adhesive Dentistry*, 3(1), 7.
- Banerjee, A., Thompson, I. D., & Watson, T. F. (2011). Minimally invasive caries removal using bio-active glass air-abrasion. *Journal of dentistry*, 39(1), 2-7.
- Hegde, V. S., & Khatavkar, R. A. (2010). A new dimension to conservative dentistry: Air abrasion. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 13(1), 4.
- Banerjee, A., & Watson, T. F. (2002). Air abrasion: its uses and abuses. *Dental update*, 29(7), 340-346.
- Kadhim, F. E. Recent Methods in Caries Removal in Operative Dentistry.
- Decup, F., & Lasfargues, J. J. (2014). Minimal intervention dentistry II: part 4. Minimal intervention techniques of preparation and adhesive restorations. The contribution of the sono-abrasive techniques. *British dental journal*, 216(7), 393-400.

- de Almeida Neves, A., Coutinho, E., Cardoso, M. V., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2011). Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 13(1), 7.
- Hibst, R. (2002). Lasers for Caries Removal and Cavity Preparation: State of the Art and Future Directions. *Journal of Oral Laser Applications*, 2(4), 203.
- Montedori, A., Abraha, I., Orso, M., D'Errico, P. G., Pagano, S., & Lombardo, G. (2016). Lasers for caries removal in deciduous and permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9).
- Pelagalli, J., Gimbel, C. B., Hansen, R. T., Swett, A., & Winn, D. W. (1997). Investigational study of the use of Er: YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation—phase I. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 15(3), 109-115.
- Maragakis, G. M., Hahn, P., & Hellwig, E. (2001). Chemomechanical caries removal: a comprehensive review of the literature. *International dental journal*, 51(4), 291-299.
- Maashi, M. S., Elkhodary, H. M., Alamoudi, N. M., & Bamashmous, N. O. (2023). Chemomechanical caries removal methods: a literature review. *The Saudi Dental Journal*, 35(3), 233-243.
- Ganesh, M., & Parikh, D. (2011). Chemomechanical caries removal (CMCR) agents: Review and clinical application in primary teeth. *J Dent Oral Hyg*, 3(3), 34-45.
- Freedman, G., Goldstep, F., Seif, T., & Pakroo, J. (1999). Ultraconservative resin restorations. *JOURNAL-CANADIAN DENTAL ASSOCIATION*, 65(10), 579-581.
- Kramer, N., Garcia-Godoy, F., Lohbauer, U., Schneider, K., Assmann, I., & Frankenberger, R. (2008). Preparation for invasive pit and fissure sealing: air-abrasion or bur?. *American Journal of Dentistry*, 21(6), 383.
- Kittur, M., Ghivari, S., & Pujar, M. (2021). Comparative evaluation of efficacy of two minimally invasive caries removal techniques on fracture resistance of the teeth restored with composite: An SEM study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 24(2), 204.
- Dammaschke, T., Rodenberg, T. N., Schäfer, E., & Ott, K. H. R. (2006). Efficiency of the polymer bur SmartPrep compared with conventional tungsten carbide bud bur in dentin caries excavation. *Operative dentistry*, 31(2), 256-260.

BÖLÜM 2

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİNDE GERİATRİK HASTALARA YAKLAŞIM

Dila SELÇUK¹, Onur Alp GÜLER²

¹ Arş.Gör., Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Konya, dila.selcuk@erbakan.edu.tr, ORCID: 0009-0001-0163-2750

² Arş.Gör., Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Konya, onuralp.guler@erbakan.edu.tr, ORCID: 0009-0001-5885-6034

GİRİŞ

Dünya genelinde yaşam beklentisinin uzaması ve yaşlı nüfusun giderek artması, sağlık hizmetlerinde geriatrik bireylere yönelik yaklaşımların önemini artırmaktadır. Diş hekimliğinde koruyucu uygulamaların yaygınlaşması, ağız sağlığı konusunda farkındalığın artması ve tedavi olanaklarının gelişmesi sayesinde bireyler doğal dişlerini ileri yaşlara kadar daha uzun süre koruyabilmektedir. Bu durum, geriatrik bireylerde yalnızca diş kayıplarının yerine konulmasına yönelik tedaviler yerine, mevcut dişlerin korunmasını ve fonksiyonlarının sürdürülebilmesini amaçlayan restoratif uygulamalara duyulan gereksinimi de artırmıştır (1).

Yaşlanma, oral dokularda zaman içerisinde gelişen fizyolojik değişikliklerin yanı sıra bireyin yaşamı boyunca maruz kaldığı biyolojik, mekanik ve kimyasal etkenlerin kümülatif sonuçlarıyla karakterize karmaşık bir süreçtir. Diş sert dokularında ve pulpa-dentin kompleksinde meydana gelen değişiklikler; çürük gelişimini, diş aşınmalarını, restoratif işlemler sırasında uygulanacak klinik prosedürleri ve kullanılan materyallerin davranışını etkileyebilmektedir. Bununla birlikte gingival çekilme sonucu kök yüzeylerinin ağız ortamına açılması, tükürük miktarı ve niteliğindeki değişiklikler ve ağız hijyeninin sürdürülebilirliğinin azalması, geriatrik bireylerde özellikle kök çürükleri açısından önemli bir klinik sorun oluşturmaktadır (2).

Geriatrik hastalarda restoratif tedavi planlaması yalnızca mevcut dental patolojilerin değerlendirilmesiyle sınırlı değildir. İleri yaşlarda sistemik hastalıkların ve çoklu ilaç kullanımının daha sık görülmesi, motor becerilerde veya bilişsel fonksiyonlarda meydana gelebilen azalmalar ve bireyin ağız bakımını bağımsız olarak sürdürebilme kapasitesi tedavinin kapsamını ve uygulanabilirliğini doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle restoratif tedavinin başarısı; hastanın genel sağlık durumu, çürük riski, fonksiyonel kapasitesi, ağız hijyeni, tedaviye uyumu ve uzun dönem bakım olanaklarının birlikte değerlendirilmesini gerektirir (3).

Güncel restoratif diş hekimliği anlayışında geriatrik hastalarda mümkün olduğunca diş dokusunun korunması, hastalık sürecinin kontrol altına alınması ve restoratif girişimlerin bireyin gereksinimlerine göre planlanması ön plandadır. Bu doğrultuda koruyucu ve minimal invaziv uygulamalar, uygun restoratif materyalin seçimi, mevcut restorasyonların mümkün olduğunda tamir edilerek kullanım sürelerinin uzatılması ve hastaya özgü takip programlarının oluşturulması önem taşımaktadır. Özellikle yüksek çürük riskine sahip, kserostomi veya hiposalivasyon bulunan ve ağız bakımını sürdürmekte güçlük yaşayan bireylerde restoratif

tedavinin koruyucu uygulamalarla birlikte ele alınması uzun dönem klinik başarının temel bileşenlerinden biridir (4,5).

Bu bölümde, geriatrik hastalarda restoratif tedavi planlamasını etkileyen sistemik ve fonksiyonel faktörler, yaşlanmayla birlikte oral ve dental dokularda meydana gelen değişiklikler, çürük riski ve kök çürüklerinin yönetimi, koruyucu ve minimal invaziv yaklaşımlar ile direkt restoratif tedaviler ve materyal seçimi ele alınacaktır.

GERİATRİK HASTALARDA RESTORATİF AÇIDAN HASTA DEĞERLENDİRMESİ VE TEDAVİ PLANLAMASI

Geriatrik hastalarda restoratif tedavi planlaması, mevcut dental problemlerin belirlenmesinin ötesinde kapsamlı ve bireyselleştirilmiş bir değerlendirmeyi gerektirir. Kronolojik yaş tek başına uygulanacak tedavinin kapsamını belirleyen bir ölçüt değildir. Hastanın genel sağlık durumu, fonksiyonel kapasitesi, bağımsızlık düzeyi, tedaviyi tolere edebilme durumu, ağız bakımını sürdürebilme yeteneği ve uzun dönem takip olanakları birlikte değerlendirilmelidir. Bu yaklaşım, klinik olarak ideal olan tedavi ile hasta açısından uygulanabilir ve sürdürülebilir olan tedavi arasında uygun bir denge kurulmasını sağlar (5,6).

Medikal ve Dental Anamnez

Tedavi planlamasının ilk aşamasında ayrıntılı bir medikal ve dental anamnez alınmalıdır. Kardiyovasküler hastalıklar, diabetes mellitus gibi metabolik hastalıklar, nörolojik hastalıklar, kas-iskelet sistemi bozuklukları ve diğer kronik durumlar hastanın dental tedaviye vereceği yanıtı, seans süresini ve uygulanabilecek işlemleri etkileyebilir. Hastalıkların varlığının yanı sıra kontrol altında olup olmadıkları, geçmiş cerrahi girişimler ve gerekli durumlarda ilgili hekimlerin önerileri de değerlendirilmelidir (7).

Dental anamnezde önceki restoratif tedaviler, diş kayıpları, periodontal tedavi öyküsü, ağrı ve hassasiyet varlığı, ağız bakım alışkanlıkları, düzenli diş hekimi kontrolü ve günlük diyet gibi bilgiler sorgulanmalıdır. Mevcut restorasyonların yaşı ve önceki başarısızlık nedenleri hakkında elde edilebilen bilgiler de yeni restoratif tedavinin planlanmasına katkı sağlayabilir (8).

İlaç Kullanımının Değerlendirilmesi

Geriatrik bireylerde birden fazla kronik hastalığın eş zamanlı bulunabilmesi nedeniyle çoklu ilaç kullanımı yaygındır. Bu nedenle kullanılan ilaçların türü, dozu ve kullanım sıklığı anamnezin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Antihipertansifler, antidepresanlar, antikolinergik ilaçlar, diüretikler ve bazı analjezikler başta olmak üzere çok sayıda ilacın oral

yan etkileri bulunabilmektedir. İlaç kullanımına bağlı ağız kuruluğu, mukozal değişiklikler, kanama eğilimindeki farklılıklar veya hastanın tedavi toleransını etkileyebilecek diğer yan etkiler restoratif işlemler öncesinde dikkate alınmalıdır (9,10).

Polifarmasi aynı zamanda ilaç etkileşimleri açısından da önem taşır. Dental tedavi sırasında reçete edilmesi planlanan ilaçların hastanın mevcut medikasyonu ile olası etkileşimleri değerlendirilmelidir. Hastanın kullandığı ilaçların kendi kararıyla değiştirilmesi veya kesilmesi yerine, gerekli durumlarda ilgili hekimle konsültasyon yapılması uygun bir yaklaşımdır (11).

Fonksiyonel ve Bilişsel Durumun Değerlendirilmesi

Hastanın fonksiyonel kapasitesi restoratif tedavinin uygulanabilirliği ve uzun dönem başarısı açısından önemlidir. Görme ve işitme kaybı, el becerisinde azalma, tremor, artrit veya hareket kısıtlılığı gibi durumlar bireyin günlük ağız bakımını etkileyebilir. Özellikle ince motor becerilerin azalması, etkili diş fırçalama ve interdental temizliğin gerçekleştirilmesini güçleştirebilir. Bu nedenle ağız hijyeni yalnızca mevcut plak düzeyine göre değil, hastanın kendi bakımını sürdürebilme kapasitesi dikkate alınarak değerlendirilmelidir (12).

Bilişsel fonksiyonlarda azalma bulunan bireylerde tedavi talimatlarının anlaşılması, ağız hijyeni önerilerinin uygulanması ve uzun dönem kontrol programına uyum güçleşebilir. Bu hastalarda bakım veren kişinin desteği tedavi planlamasının önemli bir bileşeni haline gelebilir. İletişim hastanın bilişsel ve duyuşsal kapasitesine uygun biçimde kurulmalı; tedavi seçenekleri mümkün olduğunca açık ve anlaşılır şekilde sunulmalıdır (13).

Tedavi Önceliklerinin Belirlenmesi

Geriatrik hastalarda tedavi planı oluşturulurken öncelikle ağrı, enfeksiyon ve akut dental problemlerin kontrol altına alınması gerekir. Daha sonraki aşamada hastalığın ilerlemesini önlemeye yönelik koruyucu uygulamalar ve gerekli restoratif işlemler planlanabilir. Tedavinin kapsamı belirlenirken dişin prognozu, fonksiyonel değeri, hastanın çürük aktivitesi, restorasyonun bakımının sürdürülebilirliği ve hastanın tedaviden beklentileri birlikte ele alınmalıdır (13,14).

Uzun ve karmaşık tedavi planları her geriatrik hasta için uygun olmayabilir. Hastanın dental koltukta kalabileceği süre, fiziksel konforu, ulaşım olanakları ve kontrollere devam edebilme durumu seansların sayısını ve süresini etkileyebilir. Bu nedenle tedavi planının yalnızca teknik açıdan başarılı bir restorasyon oluşturmayı değil, elde edilen sonucun hasta tarafından uzun dönemde korunabilmesini de hedeflemesi gerekir (14).

YAŞLANMANIN ORAL VE DENTAL DOKULAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

İleri yaşlarda diş ve çevre dokularında meydana gelen değişiklikler, bu dokuların biyolojik ve mekanik özelliklerinin genç bireylerden farklılaşmasına neden olmaktadır. Diş sert dokularında mineralizasyon, geçirgenlik ve morfolojide görülen değişimlere; pulpa-dentin kompleksinde hücrel ve vasküler farklılaşmalar ile periodontal ve oral dokulardaki yapısal değişiklikler eşlik edebilmektedir. Ayrıca yaşam boyunca devam eden fonksiyonel kullanım, diyet, oral hijyen alışkanlıkları ve çevresel etkenler, yaşla ilişkili değişikliklerin klinik görünümünü şekillendirmektedir. Bu nedenle geriatric bireylerin oral ve dental dokularındaki özelliklerin ayrı ayrı değerlendirilmesi, restoratif uygulamalar açısından önem taşımaktadır (15).

Mine Dokusunda Yaşa Bağlı Değişiklikler

Mine, yaşam boyunca fonksiyonel ve çevresel etkilere maruz kalmasına rağmen kendini hücrel olarak yenileyemeyen yüksek oranda mineralize bir dokudur. Yaşla birlikte minenin su ve organik içeriğinde azalma, mineralizasyon derecesinde ise artış meydana gelebilmektedir. Mine kristallerindeki değişiklikler ve yüzeyin uzun süre ağız ortamında bulunmasına bağlı iyon alışverişi, dokunun fiziksel özelliklerini etkileyebilir. Ayrıca minenin zamanla incilmesi ve alttaki dentinin optik özelliklerinin daha belirgin hale gelmesi, diş renginin daha koyu ve sarımsı algılanmasına katkıda bulunmaktadır (15,16).

İlerleyen yaşla birlikte mine yüzeyinde aşınma, mikroçatlaklar ve yüzey düzensizlikleri daha belirgin hale gelebilir. Uzun süreli çiğneme fonksiyonunun, parafonksiyonel alışkanlıkların, asidik etkilerin ve mekanik faktörlerin birikimli etkisi, mine dokusunda madde kaybına katkıda bulunabilir. Bunun sonucunda özellikle oklüzal ve insizal yüzeylerde aşınmaya bağlı morfolojik değişiklikler gözlenebilir (16,17).

Dentin ve Pulpa-Dentin Kompleksindeki Değişiklikler

Dentin, yaşam boyunca devam eden fizyolojik değişikliklerin belirgin olarak izlendiği dinamik bir dokudur. Primer dentin oluşumunun tamamlanmasının ardından sekonder dentin yapımı daha düşük hızda devam eder. Yaşla birlikte sekonder dentinin birikmesi pulpa odasının ve kök kanallarının hacminde giderek azalmaya neden olur. Bunun yanı sıra çeşitli uyarılara yanıt olarak oluşabilen tersiyer dentin de pulpa-dentin kompleksinin morfolojisini değiştirebilir (15,18).

İleri yaşlarda dentin tübüllerinin mineral birikimi sonucunda kısmen veya tamamen tıkanmasıyla sklerotik dentin oluşumu artmaktadır. Peritübüler dentin birikiminin artması tübül

lümenlerinin daralmasına ve dentinin geçirgenliğinin azalmasına neden olur. Bu değişiklikler dentinin optik ve mekanik özelliklerini etkilerken, özellikle kök yüzeylerinde daha belirgin hale gelebilmektedir. Yaşlanmış ve sklerotik dentinin yapısal özellikleri, genç dentinden farklı bir substrat oluşturması nedeniyle adeziv restoratif işlemler açısından da önem taşımaktadır (19).

Pulpa dokusunda ise yaşla birlikte hücresel yoğunluk ve vaskülaritede azalma, kollajen liflerinde artış ve mineralize oluşumların daha sık görülmesi gibi değişiklikler meydana gelebilir. Pulpa odasının sekonder dentin birikimiyle daralması ve nörovasküler yapıdaki değişiklikler, pulpanın dış uyarılara verdiği yanıtın farklılaşmasına yol açabilir. Bu nedenle yaşlı dişlerde pulpa-dentin kompleksinin biyolojik özellikleri genç bireylerden farklılık gösterebilir (20).

Sement ve Periodontal Dokulardaki Değişiklikler

Sement dokusunda yaşam boyunca devam eden apozisyon nedeniyle yaşla birlikte kalınlık artışı görülebilir. Bu artış özellikle kökün apikal ve interradiküler bölgelerinde daha belirgindir. Periodontal ligamentte ise hücresel aktivite, vaskülarite ve doku yenilenme kapasitesinde yaşla ilişkili değişiklikler meydana gelebilir. Bununla birlikte periodontal dokularda görülen klinik değişikliklerin yalnızca fizyolojik yaşlanmaya bağlanması doğru değildir; periodontal hastalık öyküsü, ağız hijyeni, sistemik durum ve çevresel faktörler de bu dokuların durumunu önemli  l de etkiler (21).

Gingival çekilmenin bulunması durumunda daha önce oral çevreyle doğrudan temas etmeyen kök yüzeyleri açığa çıkabilir. Mineye kıyasla daha düşük mineral içeriğine sahip dentin ve sementin ağız ortamına maruz kalması, kök yüzeylerini mekanik aşınma ve demineralizasyon gibi etkilere karşı daha duyarlı hale getirir. Bu  zellik, ileri yaşlarda kök yüzeylerinde görülen patolojilerin anlaşılması açısından önem taşımaktadır (22).

Yaşa Bağlı Diş Aşınmaları

Dişlerin ağızda kalma süresinin uzaması, sert dokuların mekanik ve kimyasal etkenlere daha uzun süre maruz kalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle atrizyon, abrazyon ve erozyon kaynaklı diş dokusu kayıplarının prevalansı ve şiddeti yaşla birlikte artabilir. Atrizyon özellikle dişlerin karşılıklı teması sonucunda oklüzal ve insizal yüzeylerde görülürken, abrazyon dış kaynaklı mekanik faktörlerle ilişkilidir. Erozyon ise bakteriyel kökenli olmayan asitlerin etkisiyle diş sert dokularının kimyasal olarak çözünmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır (23).

Bu mekanizmalar klinik olarak birbirinden bağımsız şekilde bulunabilmekle birlikte çoğu hastada eş zamanlı olarak etkili olabilir. Uzun süreli doku kaybı sonucunda dentinin açığa çıkması, oklüzal morfolojinin değişmesi ve kron yüksekliğinin azalması gibi bulgular gelişebilir. Bununla birlikte diş aşınmasının yaşla birlikte daha sık görülmesi, aşınmanın fizyolojik yaşlanmanın kaçınılmaz bir sonucu olduğu anlamına gelmemektedir; aşınmanın düzeyi ve ilerleme hızı bireysel risk faktörleriyle birlikte değerlendirilmelidir (24).

İlerleme göstermeyen ve semptom oluşturmayan lezyonlar izlenebilirken; progresif doku kaybı, dentin hassasiyeti, yapısal bütünlüğün etkilenmesi veya estetik gereksinim durumunda etyolojik faktörlerin ortadan kaldırılması ve restoratif tedavi düşünülebilir. Restorasyon planlanırken servikal bölgenin geometrisi, sklerotik dentin varlığı ve fleksural streslerin adezyon ve retansiyon üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulmalıdır (25).

Tükürük ve Oral Çevrede Meydana Gelen Değişiklikler

Tükürük; oral dokuların lubrikasyonu, tamponlama kapasitesinin sürdürülmesi, antimikrobiyal savunma, diş yüzeylerinin remineralizasyonu ve oral dokuların bütünlüğünün korunması açısından önemli bir role sahiptir. Sağlıklı yaşlanmanın tek başına tükürük akışında belirgin bir azalmaya neden olduğu düşünülmemelidir. Geriatrik bireylerde gözlenen hiposalivasyon ve ağız kuruluğu sıklıkla kullanılan ilaçlar, sistemik hastalıklar, baş-boyun bölgesine uygulanan radyoterapi ve çeşitli fonksiyonel faktörlerle ilişkilidir (26).

Tükürük miktarında veya niteliğinde meydana gelen değişiklikler oral ekosistemin dengesini etkileyebilir. Tükürüğün temizleyici ve tamponlayıcı etkisinin azalması, oral pH'nın ve mikrobiyal dengenin değişmesine, diş yüzeylerinde biyofilm birikiminin kolaylaşmasına ve sert dokuların demineralizasyona karşı daha savunmasız hale gelmesine katkıda bulunabilir (27).

Ağız kuruluğuyla ilişkili olduğu düşünülen ilaçların değiştirilmesi, dozunun veya kullanım zamanının düzenlenmesi gerektiğinde hastanın ilgili hekimiyle konsültasyon yapılmalıdır (27).

Tükürük sekresyonunun uyarılması amacıyla şekerli veya ksilitol içeren sakız ve pastillerden yararlanılabilir. Yeterli sıvı alımının sürdürülmesi ve gün içerisinde sık aralıklarla su tüketilmesi, ağız nemlendirici jeller, spreyler ve tükürük ikamelerinin kullanımı; şekerli ve asidik gıdaların tüketiminden ve ağız kuruluğunu artıracak alkol içeren ürünlerden kaçınılması önerilebilir (28).

Kuruluğa bağlı hassaslaşmış oral mukozanın ekartasyon ve aspirasyon sırasında travmatize edilmemesine dikkat edilmelidir. Restorasyonlar plak retansiyonunu en aza indirecek şekilde

düzgün konturlandırılmalı ve iyi polisajlanmalıdır. Materyal seçiminde lezyonun lokalizasyonu, mevcut oral koşullar ve hastanın uzun dönem bakım kapasitesi göz önünde bulundurulmalıdır. Hastalarda düzenli takip önerilmelidir (29).

Dentin Hassasiyetinin Yönetimi

Gingival çekilme, aşınma veya servikal doku kaybı sonucunda dentinin açığa çıkması geriatrik hastalarda dentin hassasiyetine neden olabilir. Tedaviden önce ağrının pulpal veya diğer dental patolojilerden kaynaklanmadığından emin olunmalıdır. Dentin hassasiyetinin yönetiminde ilk yaklaşım, açık dentin tübüllerinin kapatılması veya sinir iletiminin azaltılmasına yönelik non-invaziv uygulamalardır (30,31).

Desensitize edici diş macunları ve profesyonel olarak uygulanan tübül kapatıcı ajanlar ilk seçenekler arasında değerlendirilebilir. Bu yöntemlerle kontrol altına alınamayan, doku kaybının ilerlediği veya servikal defektin restorasyon gerektirdiği durumlarda adeziv restoratif tedavi uygulanabilir. Böylece yalnızca semptomun giderilmesi değil, ekspozite dentin yüzeyinin korunması da amaçlanır (30,31).

Oral Mukozadaki Değişiklikler

Yaşlanmayla birlikte oral mukozada epitel kalınlığı, hücresel yenilenme, vaskülarite ve bağ dokusunun yapısında çeşitli değişiklikler meydana gelebilir. Mukozal dokuların travmatik etkenlere karşı toleransının azalması ve iyileşme yanıtındaki farklılıklar özellikle eşlik eden sistemik hastalıkların veya ilaç kullanımının bulunduğu bireylerde daha belirgin olabilir. Bununla birlikte oral mukozada gözlenen her değişikliğin fizyolojik yaşlanmaya atfedilmemesi; lokal iritanlar, protez kullanımı, beslenme durumu, sistemik hastalıklar ve ilaçların etkilerinin de dikkate alınması gerekir (32).

GERİATRİK HASTALARDA ÇÜRÜK RİSKİ VE KÖK ÇÜRÜKLERİNİN YÖNETİMİ

İleri yaşlarda doğal dişlerin ağızda daha uzun süre korunması, çürük hastalığının geriatrik bireylerde önemini sürdürmesine neden olmaktadır. Bu yaş grubunda yeni koronal lezyonların yanı sıra mevcut restorasyonlarla ilişkili sekonder çürükler ve özellikle açığa çıkmış kök yüzeylerinde gelişen çürük lezyonları klinik açıdan önem taşımaktadır (33).

Geriatrik Hastalarda Çürük Riskinin Değerlendirilmesi

Çürük risk değerlendirmesi, mevcut hastalık durumunun belirlenmesinin yanı sıra gelecekte yeni lezyon gelişme veya mevcut lezyonların ilerleme olasılığının değerlendirilmesini amaçlar.

Geçmiş çürük deneyimi, aktif çürük lezyonlarının varlığı, plak kontrolünün yetersiz olması, sık fermente edilebilir karbonhidrat tüketimi, yetersiz florür maruziyeti, azalmış tükürük akışı ve düzenli dental bakıma erişimde yaşanan güçlükler geriatric bireylerde dikkate alınması gereken başlıca faktörler arasındadır (34).

Özellikle yakın dönemde yeni çürük gelişmesi veya restoratif tedavi gereksiniminin ortaya çıkması, gelecekteki hastalık aktivitesinin değerlendirilmesinde önemli bir göstergedir. Bununla birlikte risk faktörleri zaman içerisinde değişebileceğinden çürük riski sabit bir hasta özelliği olarak değerlendirilmemelidir. Beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler, yeni ilaçların kullanılması, ağız hijyeninin sürdürülebilirliğinin azalması veya genel sağlık durumundaki değişiklikler hastanın risk profilini etkileyebilir. Bu nedenle risk değerlendirmesinin takip ziyaretlerinde güncellenmesi önemlidir (34,35).

Kök Çürüklerinin Etiyolojisi ve Risk Faktörleri

Kök çürüğü, sement veya dentinin ağız ortamına açıldığı kök yüzeylerinde gelişen, biyofilm aracılı ve dinamik bir hastalık sürecidir. Kök yüzeyinin ekspoz olmaları lezyon gelişimi için gerekli anatomik zemini oluşturmakla birlikte tek başına çürük oluşumu için yeterli değildir. Açığa çıkan yüzey üzerinde kariyojenik biyofilmin uzun süreli varlığı ve demineralizasyon-remineralizasyon dengesinin mineral kaybı yönünde değişmesi hastalığın başlaması ve ilerlemesinde temel rol oynar (34).

Kök dentininin mineral içeriğinin mineye göre daha düşük olması ve kritik pH değerinin daha yüksek olması, kök yüzeylerinde demineralizasyonun daha kolay başlamasına neden olmaktadır. Gingival çekilme ile birlikte ekspoz kök yüzeyi miktarının artması, plak retansiyonuna elverişli bölgelerin bulunması, yetersiz oral hijyen, yüksek şeker tüketim sıklığı, düşük florür maruziyeti ve tükürüğün koruyucu fonksiyonlarının azalması kök çürüğü gelişme olasılığını artırabilir. Özellikle servikal ve proksimal kök yüzeyleri, temizlenmelerinin güç olması nedeniyle dikkatle değerlendirilmelidir (34,36,37).

Kök Çürüklerinin Klinik Tanısı ve Aktivitesinin Değerlendirilmesi

Kök çürüğünün tanısında temiz ve yeterli şekilde görülebilen yüzeylerin dikkatli klinik muayenesi temel öneme sahiptir. Lezyonun lokalizasyonu, yüzey dokusu, sertliği, rengi, kavite varlığı ve plak retansiyonuna elverişli bir bölgede bulunup bulunmadığı değerlendirilmelidir. Renk değişikliği tek başına lezyon aktivitesini belirlemek için yeterli değildir; açık sarıdan koyu kahverengiye kadar farklı renklerde aktif veya inaktif lezyonlarla karşılaşılabılır (36).

Aktif kök çürüğü lezyonları genellikle yumuşak veya deri benzeri bir yüzey dokusuna sahipken, inaktif lezyonlar daha sert, düzgün ve parlak bir yüzey gösterebilir. Aktivitenin belirlenmesi, tedavi kararının verilmesinde yalnızca lezyonun varlığının saptanmasından daha fazla klinik bilgi sağlar. Görsel-dokunsal muayene gerektiğinde uygun radyografik yöntemlerle desteklenebilir; özellikle proksimal yüzeylerde doğrudan gözlenemeyen lezyonların değerlendirilmesinde bite-wing radyografiler yardımcı olabilir (36,37).

Kök Çürüklerinin Yönetimi

Kök çürüğünün yönetiminde temel amaç yalnızca oluşmuş defektin restoratif materyalle doldurulması değil, lezyonun ortaya çıkmasına ve ilerlemesine neden olan hastalık sürecinin kontrol altına alınmasıdır. Bu nedenle tedavi yaklaşımı lezyonun aktivitesi, kavitasyon durumu, temizlenebilirliği, lokalizasyonu ve hastanın genel çürük riski dikkate alınarak belirlenmelidir (38).

Kaviteleşmemiş ve temizlenebilir aktif kök lezyonlarında öncelikli yaklaşım lezyon aktivitesinin durdurulmasına yönelik olmalıdır. Etkili biyofilm kontrolünün sağlanması, florür maruziyetinin artırılması ve diyetteki serbest şeker tüketiminin sıklığının azaltılması bu yaklaşımın temel bileşenlerini oluşturur. Uygun vakalarda profesyonel olarak uygulanan yüksek konsantrasyonlu florür preparatları veya gümüş diamin florür gibi ajanlardan da yararlanılabilir. Bu lezyonların düzenli aralıklarla yeniden değerlendirilmesi, yüzey özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin ve hastalık aktivitesinin izlenmesine olanak sağlar (39).

Kavitasyon gelişmiş lezyonlarda ise restoratif tedavi gereksinimi; lezyonun temizlenebilirliği, derinliği, pulpa ile ilişkisi, estetik ve fonksiyonel gereksinimler ile hastanın bireysel risk durumu doğrultusunda belirlenmelidir. Restoratif girişim gerekli olduğunda sağlıklı diş dokusunun mümkün olduğunca korunması ve gereksiz doku uzaklaştırılmasından kaçınılması önemlidir. Derin lezyonlarda pulpal komplikasyon riskini azaltmak amacıyla seçici çürük dokusu uzaklaştırılması gibi konservatif yaklaşımlar tercih edilebilir (39).

Kök yüzeyi restorasyonlarında servikal bölgenin anatomisi, subgingival yerleşim, nem kontrolünün güçlüğü ve restorasyon marjinlerinin temizlenebilirliği klinik başarıyı etkileyen önemli faktörlerdir. Bu nedenle kullanılacak restoratif materyal yalnızca mekanik özelliklerine göre değil, lezyonun lokalizasyonu, izolasyon koşulları ve hastanın çürük riski göz önünde bulundurularak seçilmelidir (37-39).

Sekonder Çürükler ve Mevcut Restorasyonların Değerlendirilmesi

Geriatrik hastalarda çok sayıda ve uzun süredir ağızda bulunan restorasyonların bulunması, restorasyon çevresindeki diş dokularının da çürük açısından dikkatle değerlendirilmesini gerektirir. Sekonder çürük tanısında yalnızca restorasyon marjindeki renklenme veya yüzey düzensizlikleri yeterli kabul edilmemeli; klinik ve gerektiğinde radyografik bulgular birlikte değerlendirilmelidir. Restorasyon çevresinde saptanan her kusurun restorasyonun tamamen yenilenmesiyle sonuçlanması, gereksiz sağlam diş dokusu kaybına ve restoratif döngünün hızlanmasına yol açabilir (40).

Lokalize ve düzeltilebilir defektlerin bulunduğu durumlarda restorasyonun tamamen değiştirilmesi yerine takip, yeniden şekillendirme, polisaj veya tamir gibi daha konservatif seçenekler değerlendirilebilir. Buna karşılık aktif çürükle ilişkili geniş defektler, restorasyon bütünlüğünün belirgin şekilde bozulması veya fonksiyonun sürdürülememesi daha kapsamlı bir müdahaleyi gerektirebilir. Böylece tedavi kararı restorasyonun yaşından ziyade mevcut biyolojik ve fonksiyonel durumuna dayandırılmış olur (41).

GERİATRİK HASTALARDA KORUYUCU VE MİNİMAL İNVAZİV RESTORATİF YAKLAŞIMLAR

Geriatrik hastalarda restoratif bakım, mevcut diş dokularının korunması ve tekrarlayan girişimlerin azaltılması esasına dayanır. Bu nedenle hastalık sürecinin kontrol altına alınması ve restoratif tedavi gerektiğinde mümkün olan en konservatif yaklaşımın tercih edilmesi önemlidir. Bu yaklaşım, özellikle kapsamlı tedavileri tolere etmekte güçlük yaşayan bireylerde klinik avantaj sağlayabilir (42).

Bireyselleştirilmiş Koruyucu Yaklaşım

Koruyucu uygulamalar; hastanın lezyon aktivitesi, ağız hijyeni, beslenme alışkanlıkları, florür maruziyeti ve takip uyumu doğrultusunda bireyselleştirilmelidir. Mekanik biyofilm kontrolünde hastanın motor becerilerine uygun ağız bakım araçları tercih edilmeli; gerekli durumlarda elektrikli diş fırçaları, modifiye edilmiş yardımcı araçlar veya bakım veren desteğinden yararlanılmalıdır. Böylece koruyucu bakımın günlük yaşamda uygulanabilir ve sürdürülebilir olması hedeflenir (43).

Beslenmeye Yönelik Koruyucu Düzenlemeler

Beslenmenin değerlendirilmesinde yalnızca tüketilen karbonhidrat miktarı değil, tüketim sıklığı ve ağız ortamının gün içerisinde ne kadar sıklıkla asidik koşullara maruz kaldığı dikkate

alınmalıdır. Özellikle öğünler arasında sık şeker içeren yiyecek veya içecek tüketimi, tekrarlayan demineralizasyon ataklarına neden olabilir (44,45).

Geriatrik bireylerde beslenme önerileri oluşturulurken genel sağlık durumu ve beslenme gereksinimleri göz ardı edilmemelidir. Bazı hastalarda kilo kaybı, yutma güçlüğü veya özel diyet gereksinimleri nedeniyle sık öğün tüketimi gerekli olabilir. Bu nedenle yalnızca dental açıdan kısıtlayıcı bir diyet önermek yerine, gerektiğinde hekim ve diyetisyenle iş birliği içerisinde bireyin genel beslenme durumunu koruyan uygulanabilir düzenlemeler yapılması daha uygun bir yaklaşımdır (45).

Florür Uygulamaları

Florür, demineralizasyonun sınırlandırılması ve remineralizasyonun desteklenmesindeki etkisi nedeniyle geriatrik hastaların koruyucu bakımında önemli bir yere sahiptir. Günlük florürlü diş macunu kullanımı temel koruyucu uygulamalardan biri olmakla birlikte, yüksek riskli bireylerde daha yüksek florür konsantrasyonuna sahip ürünlerden veya profesyonel florür uygulamalarından yararlanılabilir (46).

Yüksek konsantrasyonlu florür içeren diş macunları özellikle aktif lezyonları bulunan veya yeni lezyon gelişme olasılığı yüksek bireylerde değerlendirilebilir. Profesyonel olarak uygulanan florür vernikleri ise diş yüzeylerinin florüre maruziyetini artırarak koruyucu programa katkı sağlayabilir. Uygulamanın konsantrasyonu ve sıklığı bireyin gereksinimleri doğrultusunda belirlenmeli ve düzenli klinik kontrollerle desteklenmelidir (47).

Gümüş Diamin Florür Uygulamaları

Gümüş diamin florür (SDF), özellikle aktif dentin ve kök çürüklerinin non-operatif kontrolünde kullanılabilen topikal bir ajandır. İçeriğindeki gümüş iyonlarının antimikrobiyal etkileri ile florürün mineral kaybını sınırlandırıcı etkisinin birlikte bulunması, aktif lezyonların durdurulmasına katkıda bulunmaktadır. Uygulamanın invaziv bir preparasyon gerektirmemesi, kısa sürede gerçekleştirilebilmesi ve nem kontrolünün güç olduğu koşullarda kullanılabilmesi geriatrik hastalarda önemli avantajlar sağlayabilir (48,49).

Bununla birlikte SDF uygulanan aktif çürük dokusunda meydana gelen koyu renklenme, özellikle estetik bölgelerde kullanımını sınırlayan önemli bir dezavantajdır. Bu nedenle uygulama öncesinde hasta veya gerektiğinde bakım veren kişi renk değişikliği konusunda bilgilendirilmelidir (48-50).

Atravmatik Restoratif Tedavi

Atravmatik restoratif tedavi (ART), çürük dokusunun temel olarak el aletleriyle uzaklaştırılması ve kavitenin adeziv özellik gösteren bir restoratif materyalle restore edilmesine dayanan minimal invaziv bir yöntemdir. Döner alet kullanımının sınırlı olması ve yöntemin daha basit klinik koşullarda uygulanabilmesi, geleneksel restoratif tedavinin uygulanmasının güç olduğu bazı geriatric hastalarda avantaj sağlayabilir (51).

ART özellikle dental koltukta uzun süre kalamayan, mobilitesi sınırlı olan veya konvansiyonel tedaviyi tolere etmekte güçlük yaşayan bireylerde alternatif bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte lezyonun büyüklüğü, lokalizasyonu, oklüzal yükler ve restorasyonun uzun dönem prognozu dikkate alınmalı; yöntem tüm restoratif gereksinimlerin yerine geçen standart bir yaklaşım olarak değerlendirilmemelidir (52).

GERİATRİK HASTALARDA DİREKT RESTORATİF TEDAVİLER VE MATERYAL SEÇİMİ

Geriatric hastalarda direkt restoratif tedavilerin başarısı, yalnızca restoratif materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerine değil, mevcut dental substratın özelliklerine, lezyonun lokalizasyonuna ve klinik çalışma koşullarına da bağlıdır. İleri yaşlarda restorasyon gerektiren lezyonların servikal veya kök yüzeylerinde yer alabilmesi, sklerotik dentinle karşılaşılması ve izolasyonun her zaman ideal düzeyde sağlanamaması restoratif işlemleri güçleştirebilir. Bu nedenle materyal ve teknik seçimi, her klinik durumun gerektirdiği retansiyon, adezyon, nem toleransı, estetik ve mekanik dayanıklılık özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır (53).

Direkt Restoratif Uygulamalarda Klinik Yaklaşım

Restorasyon öncesinde lezyonun sınırları, kalan diş dokusunun miktarı ve kalitesi, kavitenin gingival dokularla ilişkisi ve oklüzal yüklerin dağılımı değerlendirilmelidir. Özellikle servikal ve kök yüzeyi lezyonlarında kavite sınırlarının gingival marjine yakın veya subgingival konumda bulunması görüş alanını ve çalışma koşullarını olumsuz etkileyebilir. Restorasyon marjinlerinin mümkün olduğunca erişilebilir, bitirilebilir ve hasta tarafından temizlenebilir bölgelerde oluşturulması uzun dönem bakım açısından önem taşır (54,55).

Restoratif işlem sırasında yeterli görüş alanı ve kontaminasyon kontrolünün sağlanması materyalin klinik performansını doğrudan etkileyebilir. Rubber dam uygulanabilen vakalarda etkili bir izolasyon yöntemi olmakla birlikte servikal lezyonların konumu veya hastaya bağlı klinik koşullar kullanımını sınırlandırabilir. Bu durumlarda pamuk rulolar, retraksiyon

materyalleri ve etkili aspirasyon gibi alternatif yöntemlerden yararlanılabilir. Seçilecek restoratif materyalin nem kontrolü açısından mevcut klinik koşullarla uyumlu olması gerekir (54,55).

Yaşlanmış Dentin ve Adeziv Uygulamalar

Geriatrik hastalarda restoratif işlemler sırasında karşılaşılan dentin substratı homojen değildir. Fizyolojik sekonder dentin oluşumu, dentin tübüllerindeki mineral birikimi ve özellikle uzun süre ağız ortamına maruz kalan yüzeylerde gelişen skleroz, dentinin adeziv işlemlere verdiği yanıtı değiştirebilir. Sklerotik dentinde tübüllerin mineral içerikleri ile daralması veya tıkanması ve yüzeyin hipermineralize özellik göstermesi, adeziv sistemlerin dentine penetrasyonunu sınırlayabilir (56).

Bu durum özellikle çürüksüz servikal lezyonlar ve ekspozе kök yüzeylerinde önem taşır. Sklerotik yüzey tabakasının özellikleri nedeniyle uygun yüzey hazırlığının sağlanması adezyon açısından önemlidir. Gerekğinde yüzeyin kontrollü olarak pürüzlendirilmesi veya preparasyon sırasında yüzeyel sklerotik tabakanın modifiye edilmesi adeziv etkileşimi kolaylaştırabilir. Bununla birlikte gereksiz doku uzaklaştırılmasından kaçınılmalıdır (57).

Sklerotik dentinde adeziv strateji seçilirken yüzeyin mineralizasyon derecesi dikkate alınmalıdır. Self-etch sistemlerin hipermineralize yüzeyde sınırlı demineralizasyon oluşturabilmesi nedeniyle, daha etkili yüzey koşullandırması sağlayan etch-and-rinse yaklaşımı tercih edilebilir. Universal adezivler kullanıldığında ise mine marjinlerine selektif ortofosforik asit uygulanması ve dentinde adezivin aktif olarak uygulanması, bağlanma etkinliğinin artırılmasına katkı sağlayabilir (56,57).

Kompozit Rezin Restorasyonlar

Rezin kompozitler, estetik özellikleri, diş dokusuna adeziv olarak bağlanabilmeleri ve konservatif preparasyonlara olanak sağlamaları nedeniyle geriatrik hastalarda birçok direkt restoratif endikasyonda kullanılabilir. Özellikle yeterli izolasyonun sağlanabildiği koronal ve servikal restorasyonlarda, uygun adeziv protokolle birlikte başarılı sonuçlar elde edilebilir (58).

Kompozit restorasyonların klinik başarısında polimerizasyon büzülmesi ve buna bağlı oluşabilecek büzülme stresleri dikkate alınmalıdır. Kavitenin boyutu ve geometrisine bağlı olarak materyalin uygun şekilde yerleştirilmesi ve yeterli ışıkla polimerize edilmesi gereklidir. Geriatrik hastalarda kompozit materyal kullanımını sınırlayan başlıca klinik faktörlerden biri nem kontaminasyonudur. Adeziv işlemlerin kontaminasyona duyarlı olması nedeniyle

izolasyonun öngörülebilir biçimde sağlanamadığı durumlarda alternatif restoratif materyallerin değerlendirilmesi gerekebilir (59).

Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanlar diş dokularına kimyasal bağlanabilmeleri, florür salımı göstermeleri ve rezin esaslı materyallere kıyasla neme karşı daha toleranslı olmaları nedeniyle belirli geriatrik restoratif endikasyonlarda avantaj sağlayabilir. Özellikle kök yüzeyleri ve servikal bölgede izolasyonun güç olduğu klinik koşullarda değerlendirilebilirler. Bunun yanında cam iyonomer esaslı materyallerin görece düşük elastik modülü, dişin fleksural deformasyonlarına daha uyumlu davranmalarına ve restorasyon-diş ara yüzünde oluşan streslerin azaltılmasına katkı sağlayabilir (60).

Bununla birlikte konvansiyonel cam iyonomer simanların aşınma direnci, kırılma dayanımı ve yüzey özellikleri rezin kompozitlerle karşılaştırıldığında daha sınırlıdır. Bu nedenle yüksek oklüzal yük altında bulunan geniş restorasyonlarda kullanımları uygun olmayabilir. Materyalin sertleşmesinin erken döneminde nem kontaminasyonu ve dehidratasyondan korunması da klinik performans açısından önemlidir (60,61).

Yüksek viskoziteli cam iyonomer materyaller, geleneksel formülasyonlara göre geliştirilmiş mekanik özellikleri nedeniyle uygun vakalarda direkt restoratif seçenekler arasında yer almaktadır. Ancak materyalin endikasyonu restorasyonun büyüklüğü ve yük taşıma gereksinimleri dikkate alınarak belirlenmelidir (62).

Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMGIC), konvansiyonel cam iyonomerlerin asit-baz reaksiyonunu rezin bileşenlerin polimerizasyonu ile birleştiren materyallerdir. Bu yapı, konvansiyonel cam iyonomerlere kıyasla daha hızlı başlangıç sertleşmesi ve gelişmiş mekanik özellikler sağlarken, diş dokularına bağlanma ve florür salımı gibi cam iyonomerlere özgü bazı özelliklerin korunmasına olanak verir (63).

RMGIC'ler özellikle servikal ve kök yüzeyi restorasyonlarında klinik bir seçenek oluşturabilir. Nem kontrolünün ideal olmadığı bölgelerde rezin kompozitlere göre uygulama açısından daha toleranslı olmaları önemli bir avantajdır. Bununla birlikte rezin bileşen içermeleri nedeniyle polimerizasyon koşullarına dikkat edilmeli ve materyalin mekanik sınırları göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek stres altında bulunan geniş posterior restorasyonlarda kullanımları vaka bazında değerlendirilmelidir (64).

Bulk-Fill Kompozitler ve Uygulama Süresini Azaltmaya Yönelik Materyaller

Bulk-fill rezin kompozitler, geleneksel kompozitlere kıyasla daha kalın tabakalar halinde uygulanabilmeleri amacıyla geliştirilmiştir. Uygun endikasyonlarda daha az sayıda tabaka ile restorasyonun tamamlanabilmesi materyale avantaj sağlamaktadır (65).

Geriatrik hastalarda fiziksel yorgunluk, kas-iskelet sistemi sorunları, dental koltukta uzun süre aynı pozisyonun korunmasında güçlük ve sık dinlenme gereksinimi restoratif işlemlerin süresinin sınırlandırılmasını gerekli kılabilir. Benzer şekilde bilişsel veya nöromusküler kısıtlılığı bulunan bireylerde uzun ve çok basamaklı klinik işlemler hasta uyumunu güçleştirebilir. Bu açıdan uygulama basamaklarının azaltılmasına olanak sağlayan bulk-fill kompozitler, uygun vakalarda daha kısa ve hasta tarafından daha kolay tolere edilebilen restoratif seansların planlanmasına katkıda bulunabilir. Bununla birlikte kullanım kararı yalnızca işlem süresini kısaltma amacıyla verilmemeli; restorasyonun lokalizasyonu, kavitenin boyutları ve fonksiyonel gereksinimleri de göz önünde bulundurulmalıdır (66,67).

Restoratif Tedavi Açısından Klinik Önemi

Tükürük fonksiyonlarının azalması, geriatrik hastalarda restoratif tedavinin yalnızca uygulanmasını değil, restorasyonların uzun dönem başarısını da etkileyebilir. Oral ortamın koruyucu kapasitesindeki azalma, restorasyon marjínlerinde yeni çürük gelişimini kolaylaştırabilir ve tekrarlayan restoratif tedavi gereksinimine neden olabilir. Bu nedenle restorasyonların marjínleri mümkün olduğunca temizlenebilir alanlarda sonlandırılmalı, yüzey pürüzlülüğü ve plak retansiyonuna neden olabilecek düzensizlikler en aza indirilmelidir (68).

Ağız kuruluğu belirgin olan geriatrik hastalarda oral mukozanın hassaslaşması ve lubrikasyonun azalması, uzun restoratif seansların tolere edilmesini güçleştirebilir. Bu hastalarda seansların mümkün olduğunca kısa tutulması, yumuşak dokuların travmadan korunması ve hasta konforunun sürdürülmesi önemlidir. Restoratif işlemlerin planlanmasında yalnızca mevcut lezyonların tedavisi değil, hastanın değişen oral koşullar altında restorasyonlarını sürdürebilme kapasitesi de dikkate alınmalıdır (69).

Uzun Dönem Restoratif Bakım

Kserostomi veya hiposalivasyonun devam ettiği geriatrik hastalarda restorasyonun teknik olarak başarılı şekilde tamamlanması tek başına yeterli değildir. Restorasyon çevresindeki diş dokuları devam eden biyolojik risk altında olduğundan, marjinal bütünlük ve komşu diş yüzeyleri düzenli olarak değerlendirilmelidir. Yeni gelişen lezyonların ve restorasyon

çevresindeki değişikliklerin erken dönemde belirlenmesi, daha kapsamlı yeniden restoratif girişimlerin önlenmesine katkıda bulunabilir (70).

Bu nedenle kserosomi ve hiposalivasyonu bulunan geriatric bireylerde restoratif tedavi, tek bir müdahaleden ziyade uzun dönemli bakımın bir parçası olarak ele alınmalıdır. Tedavi planı; restorasyonların temizlenebilirliği, hastanın ağız bakım kapasitesi ve değişen oral koşullara uyum sağlayacak şekilde düzenlenmelidir (71).

SONUÇ

Geriatric hastalarda restoratif diş tedavisi, yaşa bağlı değişikliklerin yanı sıra bireyin genel sağlık durumu, fonksiyonel kapasitesi ve oral bakım olanaklarının birlikte değerlendirilmesini gerektiren bireyselleştirilmiş bir yaklaşım gerektirir. Tedavinin temel amacı yalnızca mevcut dental problemlerin giderilmesi değil, doğal dişlerin ve sağlam diş dokularının mümkün olduğunca korunarak oral fonksiyonun uzun dönemde sürdürülebilmesidir.

Bu doğrultuda koruyucu ve minimal invaziv yaklaşımların önceliklendirilmesi, restoratif materyal ve tekniklerin klinik koşullara göre seçilmesi ve mevcut restorasyonların mümkün olduğunca korunması önem taşımaktadır. Geriatric bireylerde başarılı bir restoratif yaklaşım; gereksiz girişimlerden kaçınan, hastanın değişen gereksinimlerine uyum sağlayan ve düzenli takip ile desteklenen sürdürülebilir bir bakım anlayışına dayanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Gil-Montoya, J. A., Ferreira de Mello, A. L., Barrios, R., Gonzalez-Moles, M. A., & Bravo, M. (2015). Oral health in the elderly patient and its impact on general well-being: a nonsystematic review. *Clinical interventions in aging*, 461-467.
- Chávez, E. M., Wong, L. M., Subar, P., Young, D. A., & Wong, A. (2018). Dental care for geriatric and special needs populations. *Dental Clinics*, 62(2), 245-267.
- Nadig, R. R., Usha, G., Kumar, V., Rao, R., & Bugalia, A. (2011). Geriatric restorative care-the need, the demand and the challenges. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 14(3), 208.
- Murray, C. G. (2015). Advanced restorative dentistry—a problem for the elderly? An ethical dilemma. *Australian Dental Journal*, 60, 106-113.
- Palati, S., Ramani, P., Shrelin, H. J., Sukumaran, G., Ramasubramanian, A., Don, K. R., ... & Santhanam, A. (2020). Knowledge, Attitude and practice survey on the perspective of oral lesions and dental health in geriatric patients residing in old age homes. *Indian Journal of Dental Research*, 31(1), 22-25.
- Shay, K. (1994). Identifying the needs of the elderly dental patient: The geriatric dental assessment. *Dental Clinics of North America*, 38(3), 499-523.
- Surlari, Z., Ciurcanu, O. E., Budala, D. G., Butnaru, O., & Luchian, I. (2023). An update on the interdisciplinary dental care approach for geriatric diabetic patients. *Geriatrics*, 8(6), 114.
- Schmalz, G., Brauer, L., Haak, R., & Ziebolz, D. (2023). Evaluation of a concept to classify anamnesis-related risk of complications and oral diseases in patients attending the clinical course in dental education. *BMC Oral Health*, 23(1), 609.
- Ouanounou, A., & Haas, D. A. (2015). Pharmacotherapy for the elderly dental patient. *J Can Dent Assoc*, 80(18), f18.
- Ship, J. A., Pillemer, S. R., & Baum, B. J. (2002). Xerostomia and the geriatric patient. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(3), 535-543.
- Abbaszadeh, E., Hakemi, N. G., Rad, M., & Torabi, M. (2022). Drug-Drug Interactions in Elderly Adults in Dentistry Care: a Cross-Sectional Study. *Journal of Dentistry*, 23(4), 459.
- Issrani, R., Ammanagi, R., & Keluskar, V. (2012). Geriatric dentistry—meet the need. *Gerodontology*, 29(2), e1-e5.
- Razak, P. A., Richard, K. J., Thankachan, R. P., Hafiz, K. A., Kumar, K. N., & Sameer, K. M. (2014). Geriatric oral health: a review article. *Journal of international oral health: JIOH*, 6(6), 110.
- Berkey, D. B., BERG, R. G., ETTINGER, R. L., MERSEL, A., & MANN, J. (1996). The old-old dental patient: the challenge of clinical decision-making. *The Journal of the American Dental Association*, 127(3), 331-332.
- Guiglia, R., Musciotto, A., Compilato, D., Procaccini, M., Russo, L. L., Ciavarella, D., ... & Campisi, G. (2010). Aging and oral health: effects in hard and soft tissues. *Current pharmaceutical design*, 16(6), 619-630.
- Delwel, S., Binnekade, T. T., Perez, R. S., Hertogh, C. M., Scherder, E. J., & Lobbezoo, F. (2017). Oral health and orofacial pain in older people with dementia: a systematic review with focus on dental hard tissues. *Clinical oral investigations*, 21(1), 17-32.
- Ashwin, J. V., Singh, A., Shahi, M. K., Singh, B., & Challa, R. A. N. R. (2025). Prevalence of bruxism in neurodegenerative disorders in the elderly: A systematic review and meta-analysis. *Industrial psychiatry journal*, 34(1), 4.

- Carvalho, T. S., & Lussi, A. (2017). Age-related morphological, histological and functional changes in teeth. *Journal of oral rehabilitation*, 44(4), 291-298.
- Lamster, I. B., Asadourian, L., Del Carmen, T., & Friedman, P. K. (2016). The aging mouth: differentiating normal aging from disease. *Periodontology 2000*, 72(1), 96-107.
- Johnstone, M., & Parashos, P. (2015). Endodontics and the ageing patient. *Australian dental journal*, 60, 20-27.
- Jang, A. T., Lin, J. D., Choi, R. M., Choi, E. M., Seto, M. L., Ryder, M. I., ... & Ho, S. P. (2014). Adaptive properties of human cementum and cementum dentin junction with age. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 39, 184-196.
- Gomes, S. G. F., Meloto, C. B., Custodio, W., & Rizzatti-Barbosa, C. M. (2010). Aging and the periodontium. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 9(1), 01-06.
- Branco, N. T. T., Diniz, I. M. A., Abreu, L. G., Sales, A. L. B., Kimura, A. C. R. S., de Almeida Queiroz Ferreira, L., ... & Zeola, L. F. (2023). Noncarious cervical lesions in the aging population analyzed through digital scanning: occlusal risk factors, dimensions, and morphology. *Clinical Oral Investigations*, 27(10), 6177-6186.
- Zi Yun, L., Qing Hui, Z., Yan, Z. H. O. U., & Huan Cai, L. (2015). Prevalence of non-carious cervical lesions and associated risk indicators in middle-aged and elderly populations in Southern China. *Chin J Dent Res*, 18(1), 41-50.
- Costa, R. S., Rios, F. S., Moura, M. S., Jardim, J. J., Maltz, M., & Haas, A. N. (2014). Prevalence and risk indicators of dentin hypersensitivity in adult and elderly populations from Porto Alegre, Brazil. *Journal of periodontology*, 85(9), 1247-1258.
- Närhi, T. O., Meurman, J. H., & Ainamo, A. (1999). Xerostomia and hyposalivation: causes, consequences and treatment in the elderly. *Drugs & aging*, 15(2), 103-116.
- Hicks, J., Garcia-Godoy, F., & Flaitz, C. (2004). Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 1). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28(1), 47-52.
- Wiener, D. R. C., Wu, P. B., Crout, M. R., Wiener, D. M., Plassman, P. B., Kao, D. E., & McNeil, P. D. (2010). Hyposalivation and xerostomia in dentate older adults. *The Journal of the American dental association*, 141(3), 279-284.
- Anil, S., Vellappally, S., Hashem, M., Preethanath, R. S., Patil, S., & Samaranayake, L. P. (2016). Xerostomia in geriatric patients: a burgeoning global concern. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 7(1), 5-12.
- Davari, A. R., Ataei, E., & Assarzadeh, H. (2013). Dentin hypersensitivity: etiology, diagnosis and treatment; a literature review. *Journal of Dentistry*, 14(3), 136.
- Orchardson, F. R. R., & Gillam, D. D. G. (2006). Managing dentin hypersensitivity. *The Journal of the American Dental Association*, 137(7), 990-998.
- Bhadbhade, S. (2015). Aging & periodontium. *Int J Dent Oral Sci*, 2(6), 79-83.
- Chen, X., Clark, J. J., Preisser, J. S., Naorungroj, S., & Shuman, S. K. (2013). Dental caries in older adults in the last year of life. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(8), 1345-1350.
- Gati, D., & Vieira, A. R. (2011). Elderly at greater risk for root caries: a look at the multifactorial risks with emphasis on genetics susceptibility. *International journal of dentistry*, 2011(1), 647168.
- Coll, P. P., Lindsay, A., Meng, J., Gopalakrishna, A., Raghavendra, S., Bysani, P., & O'Brien, D. (2020). The prevention of infections in older adults: oral health. *Journal of the American Geriatrics Society*, 68(2), 411-416.

- Preza, D., Olsen, I., Aas, J. A., Willumsen, T., Grinde, B., & Paster, B. J. (2008). Bacterial profiles of root caries in elderly patients. *Journal of clinical microbiology*, 46(6), 2015-2021.
- Imazato, S., Ikebe, K., Nokubi, T., Ebisu, S., & Walls, A. W. G. (2006). Prevalence of root caries in a selected population of older adults in Japan. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(2), 137-143.
- Ekstrand, K., Martignon, S., & Holm-Pedersen, P. (2008). Development and evaluation of two root caries controlling programmes for home-based frail people older than 75 years. *Gerodontology*, 25(2), 67-75.
- Heasman, P. A., Ritchie, M., Asuni, A., Gavillet, E., Simonsen, J. L., & Nyvad, B. (2017). Gingival recession and root caries in the ageing population: a critical evaluation of treatments. *Journal of clinical periodontology*, 44, S178-S193.
- Fure, S. (2004). Ten-year cross-sectional and incidence study of coronal and root caries and some related factors in elderly Swedish individuals. *Gerodontology*, 21(3), 130-140.
- Caplan, D. J., Li, Y., Wang, W., Kang, S., Marchini, L., Cowen, H. J., & Yan, J. (2019). Dental restoration longevity among geriatric and special needs patients. *JDR Clinical & Translational Research*, 4(1), 41-48.
- Da Mata, C., Cronin, M., O'Mahony, D., McKenna, G., Woods, N., & Allen, P. F. (2015). Subjective impact of minimally invasive dentistry in the oral health of older patients. *Clinical oral investigations*, 19(3), 681-687.
- Kikutani, T., Tamura, F., Nishiwaki, K., Kodama, M., Suda, M., Fukui, T., ... & Kimura, M. (2009). Oral motor function and masticatory performance in the community-dwelling elderly. *Odontology*, 97(1), 38-42.
- Chan, A. K. Y., Tsang, Y. C., Jiang, C. M., Leung, K. C. M., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2023). Diet, nutrition, and oral health in older adults: a review of the literature. *Dentistry Journal*, 11(9), 222.
- Palmer, C. A. (2003). Gerodontic nutrition and dietary counseling for prosthodontic patients. *Dental Clinics*, 47(2), 355-371.
- Kohn, W. G., Maas, W. R., Malvitz, D. M., Presson, S. M., Shaddix, K. K., & US Department of Health and Human Services. (2001). Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. *MMWR: Morbidity & Mortality Weekly Report*, 50(32), 1.
- BA, M., & Carey, P. 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.
- Rosenblatt, A. T. C. M., Stamford, T. C. M., & Niederman, R. (2009). Silver diamine fluoride: a caries "silver-fluoride bullet". *Journal of dental research*, 88(2), 116-125.
- Crystal, Y. O., & Niederman, R. (2019). Evidence-based dentistry update on silver diamine fluoride. *Dental Clinics of North America*, 63(1), 45.
- Burgess, J. O., & Vaghela, P. M. (2018). Silver diamine fluoride: a successful anticariogenic solution with limits. *Advances in dental research*, 29(1), 131-134.
- Frencken, J. E. (2017). Atraumatic restorative treatment and minimal intervention dentistry. *British dental journal*, 223(3), 183-189.
- Da Mata, C., McKenna, G., Anweigi, L., Hayes, M., Cronin, M., Woods, N., ... & Allen, P. F. (2019). An RCT of atraumatic restorative treatment for older adults: 5 year results. *Journal of Dentistry*, 83, 95-99.
- Huang, Y., Song, B., Zhou, X., Chen, H., Wang, H., & Cheng, L. (2021). Dental restorative materials for elderly populations. *Polymers*, 13(5), 828.

- Shenoy, A., Shenoy, N., & Babannavar, R. (2012). Periodontal considerations determining the design and location of margins in restorative dentistry. *Journal of interdisciplinary dentistry*, 2(1), 3-10.
- Padbury Jr, A., Eber, R., & Wang, H. L. (2003). Interactions between the gingiva and the margin of restorations. *Journal of clinical periodontology*, 30(5), 379-385.
- Lopes, G. C., Vieira, L. C., Araujo, E., Bruggmann, T., Zucco, J., & Oliveira, G. (2011). Effect of dentin age and acid etching time on dentin bonding. *J Adhes Dent*, 13(2), 139-145.
- Gupta, A., Tavane, P., Gupta, P. K., Tejolatha, B., Lakhani, A. A., Tiwari, R., ... & Garg, G. (2017). Evaluation of microleakage with total etch, self etch and universal adhesive systems in class V restorations: an in vitro study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(4), ZC53.
- Luca, M. M., Buzatu, R., & Bumbu, B. A. (2026). Age-Related Aesthetic Outcomes of Anterior Direct Composite Restorations: Color Match, Patient–Clinician Concordance, and Oral Health-Related Quality of Life. *Journal of Clinical Medicine*, 15(12), 4610.
- Braga, R. R., Ballester, R. Y., & Ferracane, J. L. (2005). Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dental materials*, 21(10), 962-970.
- Sidhu, S. K., & Nicholson, J. W. (2016). A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *Journal of functional biomaterials*, 7(3), 16.
- Tüzüner, T., Dimkov, A., & Nicholson, J. W. (2019). The effect of antimicrobial additives on the properties of dental glass-ionomer cements: a review. *Acta biomaterialia odontologica Scandinavica*, 5(1), 9-21.
- Lohbauer, U. (2009). Dental glass ionomer cements as permanent filling materials?—Properties, limitations future trends. *Materials*, 3(1), 76-96.
- Nicholson, J. W., & Czarnecka, B. (2008). The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. *dental materials*, 24(12), 1702-1708.
- Attin, T., Buchalla, W., Kielbassa, A. M., & Hellwig, E. (1995). Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dental materials*, 11(5-6), 359-362.
- Chesterman, J., Jowett, A., Gallacher, A., & Nixon, P. J. B. D. J. (2017). Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *British dental journal*, 222(5), 337-344.
- Alrahlah, A., Silikas, N., & Watts, D. C. (2014). Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dental materials*, 30(2), 149-154.
- de Menezes, A. J. O., do Nascimento Barbosa, L., Leite, J. V. C., Barbosa, L. M. M., Montenegro, R. V., Dantas, R. V. F., ... & Lima, R. B. W. (2025). Clinical Outcomes of Bulk-Fill Resin Composite Restorations: A 10-Year Mapping Review and Evidence Gap Map. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 37(4), 920-933.
- Wilson, C. A. (1993). Restorative dental care of the geriatric patient. *Journal of the Royal Society of Health*, 113(6), 313-315.
- Mouly, S., Salom, M., Tillet, Y., Coudert, A. C., Oberli, F., Preshaw, P. M., ... & Bergmann, J. F. (2007). Management of xerostomia in older patients: a randomised controlled trial evaluating the efficacy of a new oral lubricant solution. *Drugs & aging*, 24(11), 957-965.
- Spirig, L., Srisanoi, K., Kamnoedboon, P., & Srinivasan, M. (2025). Efficacy of topical treatments for xerostomia in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 106188.

Wan, H., Vissink, A., & Sharma, P. K. (2020). Enhancement in xerostomia patient salivary lubrication using a mucoadhesive. *Journal of Dental Research*, 99(8), 914-921.

BÖLÜM 3

RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİNDE KARYOJENİK DOKU YÖNETİMİ: GÜNCEL STRATEJİLER

Mine BAŞAN TOSUN¹, Mehmet Alperen ŞAHİN²

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, mine.basantosun@ksbu.edu.tr, ORCID: 0009-0009-9181-6980

² Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, mehmetalperen.sahin@ksbu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0462-4067

1. GİRİŞ

Diş hekimliği pratiğinde çürük dokusunun uzaklaştırılmasına yönelik stratejiler, materyal bilimindeki adeziv gelişmeler ve çürük etyopatogenezindeki anlayışın değişmesiyle birlikte köklü bir evrim geçirmiştir (Banerjee, 2020). Geleneksel olarak G.V. Black tarafından tanımlanan ve restorasyonun makroskopik tutuculuğu adına sağlıklı diş dokularının da feda edilmesini öngören "direnc için uzatma" felsefesi, günümüzde yerini doku koruyucu "minimal invaziv diş hekimliği" prensiplerine bırakmıştır (Giacaman et al., 2018). Bu paradigma değişimi, dental çürüğün sadece mekanik olarak tümüyle kaldırılması gereken fiziksel bir defekt değil, aynı zamanda mikrobiyal biyofilm kaynaklı ve yönetilebilir biyolojik bir hastalık olduğu gerçeğine dayanmaktadır (Bjorndal et al., 2019).

Güncel klinik uygulamada, çürük dokusunun uzaklaştırılmasının birincil hedefi yalnızca bakteriyel yükü elimine etmek değil; pulpa canlılığını maksimum düzeyde korumak, dişin yapısal direncini sürdürmek ve pulpodental kompleksin doğal iyileşme potansiyelini desteklemektir (Schwendicke et al., 2016). Geçmiş yıllarda, tüm kavite duvarlarında sert ve lekesiz dentine ulaşana kadar yapılan radikal çürük temizleme işlemleri, derin lezyonlarda iatrojenik pulpa ekspozisyonu riskini ciddi şekilde artırdığı ve pulpayı strese soktuğu için modern kılavuzlarda terkedilmeye başlanmıştır (Banerjee, 2020). Bunun yerine, geri dönüşümsüz olarak mikrobiyal yıkıma uğramış "enfekte dentin" ile kollajen matriksi sağlam kalmış ve remineralizasyon kapasitesi olan "etkilenmiş dentin" tabakalarının klinik olarak birbirinden ayrılarak, sadece hastalıklı kısmın seçici olarak uzaklaştırılması standart bir yaklaşım haline gelmiştir (Giacaman et al., 2018).

Uluslararası çürük yönetimi konsensüs raporları, çürük temizleme derinliğinin lezyonun pulpa ile olan ilişkisine göre belirlenmesini ve özellikle pulpa duvarına yakın bölgelerde etkilenmiş dentinin restorasyon altında bilinçli olarak bırakılmasını şiddetle tavsiye etmektedir (Schwendicke et al., 2016). Selektif ekskavasyon olarak adlandırılan bu yöntem, kavitenin periferinde adeziv restorasyon için sızdırmaz bir hermetik tıkama sağlarken, kavite tabanında kalan bakterilerin besin döngüsünü keserek lezyonu inaktif hale getirmektedir (Bjorndal et al., 2019). Sonuç itibarıyla modern çürük uzaklaştırma yaklaşımları, klinisyenin agresif mekanik kesme alışkanlıklarından uzaklaşarak; biyoaktif, kimyasal ve akıllı çürük temizleme araçlarını entegre ettiği hastaya özgü biyomimetik bir müdahale sunmasını zorunlu kılmaktadır.

2. Çürük Dokusunun Histopatolojik Tanımı ve Sınırları

Başarılı ve biyolojik temellere dayanan bir çürük ekskavasyonu, dentin dokusundaki lezyonun histopatolojik katmanlarının doğru bir şekilde tanımlanması ve klinik olarak ayırt edilmesine dayanır (de Almeida Neves et al., 2011). Geleneksel olarak çürük dentin; yapısal, mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerine göre iki ana katmana ayrılmaktadır: Dışta yer alan "enfekte dentin" ve içte pulpaya daha yakın olan "etkilenmiş dentin" (Banerjee, 2020). Bu iki farklı tabakanın fiziksel durumlarının, kollajen bütünlüklerinin ve remineralizasyon potansiyellerinin klinik ortamda net olarak anlaşılması, güncel minimal invaziv ekskavasyon protokollerinin en temel dayanağını oluşturmaktadır (Giacaman et al., 2018).

Enfekte dentin tabakası, çürük lezyonunun en dış yüzeyini oluşturan, yüksek oranda bakteriyel kolonizasyona maruz kalmış ve geri dönüşümsüz olarak yıkıma uğramış nekrotik bir dokudur (Kidd, 2004). Bu bölgede, asit atakları nedeniyle inorganik mineral yapısı tamamen erimiş ve organik kollajen matriksi çapraz bağlarını kaybederek geri dönüşümsüz biçimde denatüre olmuştur (Schwendicke et al., 2016). Fiziksel olarak son derece yumuşak ve el aletleriyle kolayca kazınabilen bu dokunun remineralize olma kapasitesi bulunmamaktadır (de Almeida Neves et al., 2011). Hem bakteriyel kütleliyi elimine etmek hem de kaviteye yerleştirilecek kompozit rezin materyalinin mikromekanik olarak tutunabileceği sağlam bir zemin yaratmak amacıyla, enfekte dentinin kavite sınırlarından (özellikle mine-dentin birleşiminden) tamamen uzaklaştırılması zorunludur (Banerjee, 2020).

Buna karşılık, lezyonun daha derininde yer alan etkilenmiş dentin tabakası, pulpaya doğru ilerleyen demineralizasyon cephesini temsil eder ancak bakteriyel invazyon açısından oldukça fakir veya tamamen sterildir (Giacaman et al., 2018). Etkilenmiş dentinde hücresel düzeyde inorganik mineral kaybı yaşanmış olsa da, organik kollajen yapısının iskeleti ve çapraz bağları bozulmadan sağlam kalmıştır (de Almeida Neves et al., 2011). Bu doku, klinik muayenede enfekte dentine kıyasla daha dirençli, derimsi veya esnek bir kıvamda hissedilir ve uygun biyoaktif ajanlarla desteklendiğinde ya da dış ortamla ilişkisi hermetik olarak kesildiğinde fizyolojik olarak yeniden mineralize olma potansiyeline sahiptir (Schwendicke et al., 2016).

Bu histopatolojik katmanların klinik olarak ayırt edilmesinde geçmişte sıklıkla doku rengine (koyu kahverengi veya siyah lekelenmelere) güvenilmiş olsa da güncel kanıtlar rengin aktif enfeksiyonun veya doku yumuşaklığının güvenilir bir göstergesi olmadığını kesin olarak ortaya koymaktadır (Kidd, 2004). Modern ekskavasyon stratejilerinde renk kriteri yerine, sond veya ekskavator yardımıyla hissedilen "doku sertliği" en geçerli klinik rehber olarak kabul edilmektedir (Schwendicke et al., 2016).

3. Selektif (Seçici) Çürük Temizleme Teknikleri

Derin ve çok derin çürük lezyonlarının yönetiminde, pulpanın vitalitesini korumak ve iatrojenik pulpa ekspozisyonunu önlemek amacıyla "selektif (seçici) çürük ekskavasyonu" altın standart klinik yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Schwendicke et al., 2016). Geleneksel non-selektif çürük temizleme yöntemleri pulpa odasına yakın bölgelerde uygulandığında, diş gereksiz bir biyolojik strese sokmakta ve endodontik tedavi ihtiyacını dramatik biçimde artırmaktadır (Bjorndal et al., 2019). Selektif ekskavasyon prensibi; kavite tabanında etkilenmiş dentinin bilinçli olarak bırakılmasına, buna karşılık restorasyonun marjinal sızdırmazlığını garanti altına almak için kavitenin periferik duvarlarının tamamen sert ve sağlıklı dentine kadar temizlenmesine dayanır (Schwendicke et al., 2016). Bu periferik temizlik zonu, rezin kompozit restorasyonların dentine ideal mikromekanik adaptasyonu ve hermetik mühürleme sağlayabilmesi için kritik bir öneme sahiptir (Banerjee, 2020).

Literatürde pulpanın korunması amacıyla geçmişte sıklıkla uygulanan "aşamalı (stepwise) çürük tedavisi" ile "tek aşamalı (one-step) selektif ekskavasyon" teknikleri uzun yıllar klinik çalışmalarda karşılaştırılmıştır (Maltz et al., 2012). Aşamalı çürük tedavisinde kavite tabanında bir miktar çürük bırakılıp geçici bir restorasyonla kapatıldıktan 6-12 ay sonra kavite yeniden açılarak kalan çürüğün temizlenmesi hedeflenirken; güncel kanıtlar bu ikinci seansın pulpa ekspozisyonu riskini artırmaktan başka bir biyolojik fayda sağlamadığını ortaya koymaktadır (Maltz et al., 2012; Ricketts et al., 2019). Zira bakterilerin dış ortamla ve karbonhidrat gibi besin kaynaklarıyla olan bağlantısı hermetik bir restorasyonla kesildiğinde, kavite tabanında kalan mikroorganizmaların sayısı hızla azalmakta ve lezyonun ilerlemesi tamamen durmaktadır. Bu nedenle günümüz uluslararası konsensüs raporları, ikinci bir müdahalenin diş getirdiği biyolojik yük sebebiyle aşamalı ekskavasyon yerine tek aşamalı selektif ekskavasyonu ve nihai restorasyonun tek seansta bitirilmesini şiddetle önermektedir (Schwendicke et al., 2016).

Selektif çürük temizlemenin uzun dönem klinik başarısı, kavite tabanında bırakılan demineralize dentin dokusunun üzerine uygulanan biyoaktif kaide materyallerinin ve koronal restorasyonun sızdırmazlık kalitesine doğrudan bağlıdır (Bjorndal et al., 2019). Bu bölgede bırakılan etkilenmiş dentin tabakasının, kalsiyum silikat bazlı simanlar veya rezin modifiye cam iyonomer gibi materyallerle desteklenmesi, dokunun remineralizasyon potansiyelini artırarak tersiyer (reaktif) dentin yapımını teşvik etmektedir (Banerjee, 2020).

4. Non İnvaziv ve Ultra Konservatif Yöntemler

Kavitasyon göstermeyen veya minimal doku kaybı ile karakterize erken evre çürük lezyonlarının yönetiminde, mekanik kesme aletlerine gerek duyulmaksızın uygulanan non invaziv ve ultra konservatif yöntemler çağdaş koruyucu diş hekimliğinin temelini oluşturmaktadır (Frencken et al., 2012). Bu yaklaşım, çürüğü tamamen temizlenmesi gereken bir defekt olarak görmek yerine, mikrobiyal biyofilmin besin desteğini keserek lezyonu biyolojik olarak durdurmayı hedefler. Erken evre lezyonlarda fissür örtücüler, gümüş diamin florür (SDF) uygulamaları veya biyoaktif ajanlar ile demineralizasyon süreci başarılı bir şekilde inaktif hale getirilebilmekte ve restoratif bir müdahaleye gerek kalmamaktadır (Dorri et al., 2017).

Kavitasyonun mevcut olduğu ancak döner alet kullanımının hasta kooperasyonu açısından mümkün veya tercih edilebilir olmadığı durumlarda, Atravmatik Restoratif Tedavi (ART) protokolü ön plana çıkmaktadır (Frencken et al., 2012). ART uygulamasında çürük dokusunun enfekte olan en dış katmanı sadece keskin ekskavatörler gibi el aletleri kullanılarak nazikçe uzaklaştırılır ve kavite dentine kimyasal olarak bağlanabilen yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar ile restore edilir (Dorri et al., 2017). Bu ultra-konservatif yöntem, iatrojenik pulpa hasarı riskini minimize ederken, cam iyonomer simanın flor salınım özelliği sayesinde restorasyon kenarlarında ikincil çürük gelişimini de önemli ölçüde baskılamaktadır (Frencken et al., 2012).

Ultra-konservatif yaklaşımların özellikle pediatrik diş hekimliğindeki en çarpıcı örneklerinden biri de "Hall Tekniği"dir. Süt molarlarının kaviteyolu çürük lezyonlarında uygulanan bu teknikte; lokal anestezi yapılmadan, çürük dokusu herhangi bir ekskavatör veya döner aletle uzaklaştırılmadan ve dişte hiçbir preparasyon işlemi gerçekleştirilmeden, lezyonun üzeri paslanmaz çelik kuron ile hermetik olarak kapatılır. Biyolojik bir sızdırmazlık sağlayan bu işlem, kaviteyolu içerisindeki karyojenik biyofilmin dış ortamla olan karbonhidrat alışverişini tamamen keserek bakterilerin metabolik aktivitesini dramatik şekilde düşürür ve lezyonun klinik olarak inaktif hale gelmesini sağlar (Innes et al., 2011).

Sonuç olarak, non invaziv ve ultra konservatif ekskavasyon felsefesi, çürük dokusunun uzaklaştırılmasındaki mekanik zorunlulukları ortadan kaldırarak doku biyolojisine saygı duyan alternatif bir tedavi spektrumu sunmaktadır. Geleneksel döner aletlerle uygulanan kompozit rezin restorasyonlara kıyasla, lezyonun izolasyonuna ve mikrobiyom modifikasyonuna

odaklanan bu teknikler; dental anksiyeteyi azaltmakta, pulpa canlılığını korumakta ve hastanın yapısal diş bütünlüğünü uzun vadede güvence altına almaktadır (Dorri et al., 2017).

5. Mekanik ve Kemomekanik Çürük Uzaklaştırma Ajanları

Çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılan klinik araçların ve ajanların seçimi, kalan dentin yüzeyinin kalitesini, pulpanın maruz kaldığı stresi ve sonrasında uygulanacak kompozit rezin restorasyonun adeziv başarısını doğrudan etkilemektedir (de Almeida Neves et al., 2011). Geleneksel çürük temizleme işlemlerinde sıklıkla tercih edilen tungsten elmas ve çelik frezler, yüksek kesme etkinlikleri sayesinde hızlı bir preparasyon sağlarlar da, zayıf dokusal geri bildirimleri nedeniyle sağlıklı dentin dokusunun gereksiz yere aşındırılmasına ve derin lezyonlarda pulpa ekspozisyonuna yol açabilmektedir (Banerjee, 2020). Bu mekanik dezavantajları ve agresif doku kaybını önlemek amacıyla, sertliği sağlıklı dentinden daha düşük ancak enfekte dentinden daha yüksek olan, kendi kendini sınırlayan (self-limiting) polimer frezler geliştirilmiştir (de Almeida Neves et al., 2011). Bu akıllı frezler, döner aletlerin hız avantajını korurken yalnızca geri dönüşümsüz olarak yumuşamış çürük dokusunu aşındırarak sağlıklı veya remineralize olabilir etkilenmiş dentin sınırında kesme işlemini otomatik olarak durdurmaktadır (Banerjee, 2020).

Mekanik preparasyonun travmatik etkilerini tamamen ortadan kaldırmayı hedefleyen kemomekanik ekskavasyon yöntemleri ise, enfekte dentin dokusunun kimyasal ajanlar kullanılarak spesifik olarak çözündürülmesi ve ardından sadece el aletleriyle nazikçe uzaklaştırılması prensibine dayanır (Beeley et al., 2000). Bu yöntemin biyolojik temeli, asit atakları nedeniyle çapraz bağları kopmuş ve denatüre olmuş dış kollajen ağının kimyasal olarak daha da zayıflatılarak dokunun kazınabilir bir jel kıvamına getirilmesidir (Bussadori et al., 2006). Kemomekanik ekskavasyon, titreşim ve ısı artışı oluşturmadığı için ağrı eşiğini düşürerek çoğu vakada lokal anestezi ihtiyacını ortadan kaldırmakta; özellikle pediyatrik hastalarda veya dental anksiyetesi olan bireylerde yüksek klinik kooperasyon sağlamaktadır (Beeley et al., 2000).

Klinik kullanıma sunulan kemomekanik ajanların tarihsel gelişimine bakıldığında, ilk jenerasyon sistemlerin sodyum hipoklorit ve amino asit kombinasyonlarından oluştuğu görülmektedir (Beeley et al., 2000). Ancak günümüzde, daha yüksek biyoyumluluk sunan ve sağlıklı dokulara zarar vermeyen papain enzimi bazlı doğal jeller ön plana çıkmıştır. Papain enzimi, sağlıklı dentindeki antiproteazlar (alfa-1-antitripsin) tarafından inhibe edildiği için

çapraz bağları sağlam kollajen dokusuna zarar vermezken, sadece yıkıma uğramış enfekte kollajeni hedefler ve parçalar (Bussadori et al., 2006). Bu sayede hekim, selektif ekskavasyon sınırlarını kimyasal düzeyde kusursuz bir şekilde belirleyebilmekte ve mikromekanik bağlanma için ideal bir etkilenmiş dentin yüzeyi elde etmektedir (de Almeida Neves et al., 2011).

6. Pulpa Korunması ve Biyoaktif Materyal Etkileşimi

Selektif çürük uzaklaştırma protokollerinin ardından pulpal duvarda bırakılan etkilenmiş dentinin korunması ve pulpa-dentin kompleksinin iyileşme potansiyelinin desteklenmesi, güncel biyoaktif materyallerin kullanımıyla mümkün olmaktadır (Schwendicke et al., 2016). Derin çürük lezyonlarında, enfekte dokunun uzaklaştırılması tek başına yeterli bir tedavi sağlamaz; aynı zamanda kavite tabanında kalan demineralize dentin dokusunun remineralize edilmesi ve pulpanın dış uyaranlara karşı izole edilmesi gerekmektedir (Bjorndal et al., 2019). Geçmiş yıllarda bu amaçla sıklıkla tercih edilen geleneksel kalsiyum hidroksit patlarının zayıf fiziksel özellikleri ve zamanla dentin sıvısı içinde çözünerek kavite altında boşluklar yaratma riski, günümüzde yerini pulpa hücrelerini hücresel boyutta stimüle eden yapısal olarak daha stabil kalsiyum silikat bazlı simanlara bırakmıştır (Duncan et al., 2019).

Mineral Trioksit Agregat (MTA) ve Biodentine gibi yeni nesil kalsiyum silikat esaslı materyaller, yüksek alkali pH özellikleri ve sürekli kalsiyum ve hidroksil iyonu salınımı yapabilmeleri sayesinde biyoaktivitenin ve pulpa korumasının merkezinde yer almaktadır (Pedano et al., 2020). Bu materyaller, etkilenmiş dentin üzerine veya direkt pulpa ekspozisyonu olan bölgelere uygulandığında, kavite tabanında kalmış olabilecek eser miktardaki karyojenik bakterilerin metabolik aktivitelerini baskılayarak güçlü bir antibakteriyel sızdırmazlık sağlar (Bjorndal et al., 2019). Aynı zamanda, ortamda kalsiyum ve fosfatın çökmesini sağlayarak hidroksiapatit benzeri kristallerin oluşumunu indükler ve pulpadaki progenitör hücrelerin odontoblast benzeri hücrelere farklılaşmasını tetikleyerek reaktif (tersiyer) dentin yapımını hızlandırır (Pedano et al., 2020).

Biyoaktif ajanların kavite tabanına uygulanmasının ardından, lezyonun oral kavite ile ilişkisinin kalıcı olarak kesilmesi için mikrosızıntıya izin vermeyen bir koronal restorasyon yapılması klinik başarının temel anahtarlarından biridir (Duncan et al., 2019). Bu kritik aşamada, uygulanan biyoaktif kaide materyalinin üzerine yerleştirilen kompozit rezin restorasyonlar, hem dişin çiğneme kuvvetlerine karşı mekanik direncini yeniden tesis etmekte hem de koronal

sızdırmazlığı sağlayarak iyileşme sürecindeki pulpayı ikincil enfeksiyonlardan korumaktadır (Schwendicke et al., 2016).

Biyoaktif kalsiyum silikat simanların tam sertleşmesini tamamlamasının ardından güncel adeziv sistemler eşliğinde kompozit rezinler ile rekonstrükte edilmesi, biyolojik iyileşme ile mekanik dayanıklılığın eşzamanlı olarak sağlandığı modern minimal invaziv restoratif döngüyü tamamlamaktadır (Pedano et al., 2020)

7. Çürük Yönetiminde Optik, Lazer ve Yapay Zeka Entegrasyonu

Minimal invaziv diş hekimliğindeki teknolojik ilerlemeler, çürük lezyonlarının tespiti ve uzaklaştırılmasında konvansiyonel dokusal yöntemlerin ötesine geçerek optik ve floresan tabanlı sistemlerin klinik rutine entegrasyonunu sağlamaktadır (Banerjee, 2020). Özellikle Floresan Destekli Çürük Ekskavasyonu (FACE) teknolojisi, karyojenik bakterilerin metabolik yan ürünleri olan porfirinlerin belirli ışık dalga boylarında kırmızı floresan ışıma yapması prensibine dayanır. Bu teknoloji, hekimin enfekte ve etkilenmiş dentin arasındaki sınırı görsel olarak mikron hassasiyetinde ayırt etmesine olanak tanıyarak iatrojenik doku kaybını minimize etmektedir (Slimani et al., 2020). Objektif optik geri bildirim sağlayan bu sistemler, klinisyene hangi dokunun tamamen uzaklaştırılması, hangisinin ise kompozit rezin restorasyon altında korunması gerektiği konusunda anlık ve güvenilir bir haritalama sunmaktadır (Banerjee, 2020).

Gelecek odaklı bir diğer önemli teknolojik sıçrama, erbiyum ailesi lazerlerin (Er:YAG ve Er,Cr:YSGG) çürük uzaklaştırma protokollerinde selektif ablasyon aracı olarak kullanılmasıdır (Banerjee, 2020). Bu lazer sistemleri, ışın enerjisinin çürük dokusunda bol miktarda bulunan su molekülleri tarafından yüksek oranda absorbe edilmesi prensibiyle çalışarak mikropatlamalar oluşturur ve pulpayı termal olarak strese sokmadan sadece demineralize dentini buharlaştırır (Giacaman et al., 2018). Akıllı geri bildirim mekanizmalarıyla donatılmış yeni nesil lazer cihazları, doku yüzeyinden yansıyan floresan veya spektroskopik sinyalleri analiz ederek sağlıklı dentin sınırına ulaşıldığında atışları otomatik olarak durdurabilmektedir (Banerjee, 2020). Bu sayede geleneksel frezlerin oluşturduğu smear tabakası engellenmekte, dentin tübülleri açık ve steril bırakılarak kompozit rezin materyallerinin mikromekanik adaptasyonu için yüksek kalitede bir bağlanma yüzeyi hazırlanmaktadır (Giacaman et al., 2018).

Diş hekimliğinin dijitalleşme sürecinde, yapay zeka (AI) ve derin öğrenme algoritmalarının çürük yönetimine doğrudan dahil olması da yakın geleceğin en belirgin eğilimleri arasındadır

(Schwendicke et al., 2020). Optik Koherens Tomografi (OCT) ve yakın kızılötesi ışık transillüminasyonu (NIRI) gibi ileri görüntüleme tekniklerinden elde edilen klinik veriler, AI destekli yazılımlar aracılığıyla eşzamanlı olarak işlenerek doku demineralizasyonunun histolojik derinliği kesin olarak hesaplanabilmektedir. Bu algoritmalar, hekime mekanik ekskavasyona gerek olup olmadığına veya lezyonun non invaziv olarak durdurulup durdurulamayacağına dair kanıta dayalı anlık karar destek sistemleri sunmaktadır (Schwendicke et al., 2020). Sonuç olarak, teşhis ve tedavi teknolojilerindeki bu entegrasyon; çürüğün uzaklaştırılmasındaki subjektif insan faktörünü en aza indirerek, tamamen doku koruyucu, dijital ve biyomimetik bir ekskavasyon çağının altyapısını oluşturmaktadır.

8. Sonuç

Çürük dokusunun uzaklaştırılmasında benimsenen güncel yaklaşımlar, restoratif diş hekimliğinde mekanik kuralların yerini biyolojik prensiplerin aldığı köklü bir felsefi değişimi temsil etmektedir. Yıllarca geçerliliğini koruyan agresif kavite preparasyonları, yerini diş dokusunun ve pulpa canlılığının korunmasını merkeze alan minimal invaziv protokollere bırakmıştır (Innes et al., 2011). Bu bağlamda, enfekte ve etkilenmiş dentin ayrımının doğru yapılması, doku kaybını en aza indirgeyerek pulpa dentin kompleksinin fizyolojik bütünlüğünü uzun vadede güvence altına almaktadır (Bjorndal et al., 2019).

Klinik uygulamalarda altın standart haline gelen selektif çürük uzaklaştırma teknikleri, diş gereksiz biyolojik strese korurken, iatrojenik pulpa ekspozisyonu riskini de anlamlı ölçüde düşürmektedir (Innes et al., 2011). Kavite tabanında bilinçli olarak bırakılan demineralize ancak geri dönüşümlü dentin dokusu, kalsiyum silikat bazlı yeni nesil biyoaktif materyallerle desteklendiğinde remineralizasyon potansiyelini maksimize etmektedir (Banerjee, 2020). Bu biyolojik sürecin kalıcı başarısı ise, geride kalan yapıların oral kavite kaynaklı mikrosızıntıdan korunması amacıyla, modern adeziv sistemler eşliğinde kompozit rezin materyalleri kullanılarak kusursuz bir koronal sızdırmazlık elde edilmesine doğrudan bağlıdır (Bjorndal et al., 2019).

Sonuç itibarıyla, günümüzde çürük tedavisi sadece mekanik bir el becerisi olmaktan çıkmış; kemomekanik ajanların, optik cihazların, lazer sistemlerinin ve yapay zeka destekli algoritmaların entegre edildiği multidisipliner bir medikal modele dönüşmüştür (Schwendicke et al., 2020). Çağdaş diş hekimliğinde klinisyenin birincil görevi, çürüğü hücresel düzeyde tamamen kazımak değil, hastanın bireysel çürük riskini yöneterek biyofilmin besin döngüsünü

kesmek ve lezyonu inaktif hale getirmektir (Innes et al., 2011). Biyomimetik prensiplere dayanan ve diş dokusuna saygı duyan bu güncel stratejiler, biyolojik maliyetleri düşürerek restorasyonların klinik ömrünü uzatmakta ve hastanın ağız sağlığı ile ilişkili yaşam kalitesini artırmaktadır.

Kaynakça

- Banerjee, A. (2020). Minimum intervention oral healthcare delivery-is there consensus? *British dental journal*, 229(7), 393-395.
- Beeley, J. A., Yip, H. K., & Stevenson, A. G. (2000). Chemochemical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *Br Dent J*, 188(8), 427-430. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800501>
- Bjorndal, L., Simon, S., Tomson, P. L., & Duncan, H. F. (2019). Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J*, 52(7), 949-973. <https://doi.org/10.1111/iej.13128>
- Bussadori, S. K., Castro, L. C., & Galvão, A. C. (2006). Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 30(2), 115-119.
- de Almeida Neves, A., Coutinho, E., Cardoso, M. V., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2011). Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *J Adhes Dent*, 13(1), 7-22. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a18443>
- Dorri, M., Martinez-Zapata, M. J., Walsh, T., Marinho, V. C., Sheiham Deceased, A., & Zaror, C. (2017). Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*, 12(12), CD008072. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008072.pub2>
- Duncan, H., Galler, K., Tomson, P., Simon, S., El-Karim, I., Kundzina, R., Krastl, G., Dammaschke, T., & Fransson, H. (2019). European Society of Endodontology position statement: management of deep caries and the exposed pulp. *International endodontic journal*, 52(7), 923-934.
- Frencken, J. E., Leal, S. C., & Navarro, M. F. (2012). Twenty-five-year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview. *Clin Oral Investig*, 16(5), 1337-1346. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0783-4>
- Giacaman, R. A., Munoz-Sandoval, C., Neuhaus, K. W., Fontana, M., & Chalas, R. (2018). Evidence-based strategies for the minimally invasive treatment of carious lesions: Review of the literature. *Adv Clin Exp Med*, 27(7), 1009-1016. <https://doi.org/10.17219/acem/77022>
- Innes, N. P., Evans, D. J., & Stirrups, D. R. (2011). Sealing caries in primary molars: randomized control trial, 5-year results. *J Dent Res*, 90(12), 1405-1410. <https://doi.org/10.1177/0022034511422064>

- Kidd, E. A. (2004). How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries research*, 38(3), 305-313.
- Maltz, M., Garcia, R., Jardim, J. J., de Paula, L. M., Yamaguti, P. M., Moura, M. S., Garcia, F., Nascimento, C., Oliveira, A., & Mestrinho, H. D. (2012). Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up. *J Dent Res*, 91(11), 1026-1031. <https://doi.org/10.1177/0022034512460403>
- Pedano, M. S., Li, X., Yoshihara, K., Landuyt, K. V., & Van Meerbeek, B. (2020). Cytotoxicity and Bioactivity of Dental Pulp-Capping Agents towards Human Tooth-Pulp Cells: A Systematic Review of In-Vitro Studies and Meta-Analysis of Randomized and Controlled Clinical Trials. *Materials (Basel)*, 13(12), 2670. <https://doi.org/10.3390/ma13122670>
- Ricketts, D., Lamont, T., Innes, N. P., Kidd, E., & Clarkson, J. E. (2019). WITHDRAWN: Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev*, 7(7), CD003808. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003808.pub4>
- Schwendicke, F., Frencken, J. E., Bjorndal, L., Maltz, M., Manton, D. J., Ricketts, D., Van Landuyt, K., Banerjee, A., Campus, G., Domejean, S., Fontana, M., Leal, S., Lo, E., Machiulskiene, V., Schulte, A., Splieth, C., Zandona, A. F., & Innes, N. P. (2016). Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res*, 28(2), 58-67. <https://doi.org/10.1177/0022034516639271>
- Schwendicke, F., Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *J Dent Res*, 99(7), 769-774. <https://doi.org/10.1177/0022034520915714>
- Slimani, A., Terrer, E., Manton, D. J., & Tassery, H. (2020). Carious lesion detection technologies: factual clinical approaches. *Br Dent J*, 229(7), 432-442. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-2116-3>

BÖLÜM 4

DİŞ HEKİMLİĞİNDE ÜÇ BOYUTLU (3B) YAZICI SİSTEMLERİ

Sena OKUT¹

¹ Arş.Gör. Uzman Dt, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı ORCID: 0009-0006-3465-2199

GİRİŞ

Dijital teknolojilerdeki gelişmeler, diş hekimliğinde restorasyonların tasarım ve üretim süreçlerine yeni yaklaşımlar kazandırmıştır. Eklemeli üretim teknolojileri, üç boyutlu dijital modellerin katmanlar hâlinde fiziksel yapılara dönüştürülmesini sağlayarak geleneksel üretim yöntemlerine alternatif oluşturmaktadır (Javaid & Haleem, 2019). Günümüzde bu sistemlerden dental modeller, cerrahi rehberler, oklüzal splintler ve geçici restorasyonların yanı sıra daimi restorasyonların üretiminde de yararlanılmaktadır (Schweiger ve ark., 2021; Daher ve ark., 2024). Özellikle fotopolimerizasyon esaslı sistemlerin ve dental rezinlerin gelişimi, eklemeli üretimin klinik uygulama alanlarını genişletmiştir (Caussin ve ark., 2024). Bu bölümde, diş hekimliğinde kullanılan eklemeli üretim teknolojileri, üretim süreçleri, dental materyaller ve bu sistemlerin avantajları ile sınırlılıkları ele alınmaktadır.

1. Üç Boyutlu (3B) Yazıcı Sistemleri

Eklemeli üretim olarak tanımlanan üç boyutlu (3B) baskı teknolojilerinin temelleri, 1980'li yıllarda endüstriyel uygulamalarda kullanılmaya başlanmasıyla atılmıştır. Bu alandaki önemli gelişmelerden biri, Charles W. Hull'un 1986 yılında ilk 3B baskı sistemine ilişkin patent almasıdır. Başlangıçta ağırlıklı olarak hızlı prototip üretiminde kullanılan bu sistemler, teknolojik ilerlemelerle birlikte farklı sektörlerde uygulama alanı bulmuştur. Özellikle 2009 yılında Eriyik Yığılma Modellemesi (Fused Deposition Modeling, FDM) teknolojisine ilişkin patentlerin geçerliliğini yitirmesi, 3B yazıcıların daha erişilebilir hâle gelmesine katkı sağlamıştır. İzleyen süreçte eklemeli üretim yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte bu teknolojilerin diş hekimliğindeki kullanım alanları da genişlemiştir (Schweiger ve ark., 2021).

Eklemeli üretim teknolojileri, kullanılan materyallerin özellikleri, enerji kaynakları ve katmanların oluşturulma yöntemleri bakımından farklılık göstermektedir. ASTM International tarafından yapılan sınıflandırmada, eklemeli üretim yöntemleri temel çalışma prensipleri doğrultusunda yedi ana grupta değerlendirilmektedir (ASTM International, 2012):

1. Kazan Fotopolimerizasyonu (Vat Photopolymerization): Stereolitografi (SLA), Dijital Işık İşleme (DLP), Likit Kristal Ekran (LCD) ve Sürekli Sıvı Arayüzü Üretimi (CLIP/CDLP).
2. Malzeme Püskürtme (Material Jetting): PolyJet, MultiJet ve İsteğe Bağlı Damlacık Püskürtme (Drop-on-Demand, DOD).

3. Malzeme Ekstrüzyonu (Material Extrusion): Eriyik Yığılma Modellemesi (FDM) ve Doğrudan Mürekkep Yazımı (Direct Ink Writing, DIW).
4. Bağlayıcı Püskürtme (Binder Jetting).
5. Toz Yataklı Füzyon (Powder Bed Fusion): Seçici Lazer Sinterleme (SLS), Doğrudan Metal Lazer Sinterleme (DMLS), Seçici Lazer Ergitme (SLM), Elektron Işını Ergitme (EBM) ve Multi Jet Fusion (MJF).
6. Yönlendirilmiş Enerji Biriktirme (Directed Energy Deposition): Doğrudan Metal Biriktirme (Direct Metal Deposition, DMD), Lazerle Net Şekillendirme (Laser Engineered Net Shaping, LENS) ve Lazerle Metal Biriktirme (Laser Metal Deposition, LMD).
7. Tabaka Laminasyonu (Sheet Lamination): Lamine Nesne Üretimi (Laminated Object Manufacturing, LOM), Seçici Biriktirme Laminasyonu (Selective Deposition Lamination, SDL) ve Ultrasonik Eklemeli Üretim (Ultrasonic Additive Manufacturing, UAM).

Eklemeli üretim teknolojilerindeki ilerlemeler, diş hekimliğinde dijital iş akışlarının gelişmesine ve klinik uygulamalarda daha geniş yer bulmasına katkı sağlamıştır. Geleneksel üretim yaklaşımlarına alternatif olarak geliştirilen bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve üç boyutlu (3B) baskı sistemleri, restoratif ve protetik tedavilerin planlama ve üretim aşamalarında giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu sistemlerin klinik süreçlere entegrasyonu, restorasyonların tasarım ve üretiminde zaman tasarrufu sağlarken uygun koşullarda maliyetlerin azaltılmasına da olanak tanımaktadır (Topsakal ve ark., 2023).

Üç boyutlu baskı, dijital ortamda oluşturulan bir modelin ardışık katmanlar şeklinde üretilerek fiziksel bir yapıya dönüştürülmesini esas almaktadır. Literatürde bu üretim yaklaşımı için yaygın olarak eklemeli üretim terimi kullanılmakta, özellikle teknolojinin ilk uygulamalarına ilişkin çalışmalarda ise hızlı prototipleme ifadesine de rastlanmaktadır (Torabi ve ark., 2015).

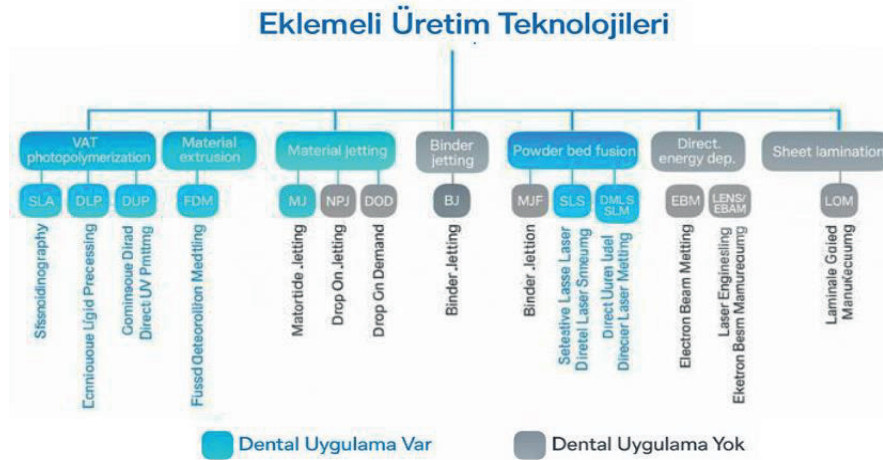
Diş hekimliğinde dijital üretim iş akışı, çoğunlukla ağız içi yapıların taranarak üç boyutlu verilerin elde edilmesiyle başlamaktadır. Toplanan veriler, dijital tasarım aşamasının ardından genellikle Standard Tessellation Language (STL) formatında kaydedilmektedir. STL dosyaları, modelin yüzey geometrisini tanımlamakla birlikte materyalin yapısal özellikleri veya dokuya özgü bilgileri içermemektedir. Hazırlanan dosyalar, üretim öncesinde dilimleme yazılımlarına aktarılmakta ve dijital modelin belirlenen katmanlara ayrılması sağlanmaktadır. Son aşamada ise seçilen baskı teknolojisi ve uygun materyal kullanılarak tasarımın fiziksel üretimi

gerçekleştirilmektedir (Javaid & Haleem, 2019).

1.1.3B Yazıcı Sistemlerinin Üretim Teknolojileri

ASTM International tarafından eklemeli üretim, üç boyutlu dijital model verilerinden yararlanılarak materyallerin birbirini takip eden katmanlar şeklinde bir araya getirilmesiyle fiziksel yapıların oluşturulduğu bir üretim yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel eksiltici yöntemlerden farklı olarak bu süreçte, üretilecek yapının geometrisi doğrultusunda materyal eklenerek nihai ürün elde edilmektedir (ASTM International, 2009). Dijital tasarımın belirlenen kalınlıklardaki kesitlere ayrılması ve bu kesitlerin ardışık biçimde oluşturulması, eklemeli üretimin temel çalışma prensibini oluşturmaktadır (van Noort, 2012).

Eklemeli üretim sistemleri, kullanılan materyalin özelliklerine ve üretim mekanizmasına göre farklı teknolojilerden oluşmaktadır. Diş hekimliği uygulamalarında öne çıkan yöntemler arasında kazan fotopolimerizasyonu (vat photopolymerization), malzeme ekstrüzyonu (material extrusion), malzeme püskürtme (material jetting, MJ) ve toz yataklı füzyon (powder bed fusion, PBF) bulunmaktadır (Schweiger ve ark., 2021) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Eklemeli üretim teknolojileri (Schweiger ve ark., 2021).

Kazan fotopolimerizasyonu ile elde edilen yapıların kullanım amacına uygun özellikler kazanabilmesi için baskı sonrasında çeşitli işlemler uygulanmaktadır. Öncelikle restorasyon yüzeyinde bulunan polimerize olmamış reçine kalıntıları, materyalle uyumlu temizleme solüsyonları kullanılarak uzaklaştırılmaktadır. Ardından yapılar, kullanılan reçinenin özelliklerine ve üretici tarafından önerilen protokole uygun ışık ve sıcaklık koşullarında ilave polimerizasyona tabi tutulmaktadır. Son kürleme (post-curing) olarak adlandırılan bu işlem, polimerizasyonun ilerletilmesine ve materyalin mekanik özelliklerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Üretim protokolüne bağlı olarak destek yapılarının uzaklaştırılması, yüzey düzeltme ve polisaj işlemlerinin tamamlanmasıyla restorasyonlar kullanıma hazır hâle getirilmektedir (van Noort, 2012).

Kazan fotopolimerizasyonu teknolojileri, diş hekimliğinde geçici ve daimi restorasyonların yanı sıra cerrahi rehberlerin, oklüzal splintlerin ve dental çalışma modellerinin üretiminde kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında stereolitografi (SLA), dental uygulamalarda yaygın olarak tercih edilen fotopolimerizasyon esaslı eklemeli üretim sistemlerinden biridir (Revilla-León & Özcan, 2019).

1.1.1. Stereolitografi (SLA)

Stereolitografi (SLA), fotopolimerizasyon prensibine dayanan eklemeli üretim teknolojilerinin ilk örneklerinden biri olup, 1986 yılında Chuck Hull tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemde sıvı fotopolimer reçinenin belirli bölgelerinin sertleştirilmesi amacıyla 200–500 nm dalga boyu aralığında lazer ışığından yararlanılmaktadır (Azari & Nikzad, 2009). Lazer ışınının reçine yüzeyindeki hareketi, galvanometrik aynalar aracılığıyla kontrol edilmekte ve dijital modelin her kesiti noktasal tarama yöntemiyle seçici olarak polimerize edilmektedir (Alharbi ve ark., 2016).

Katman oluşturma işleminin tamamlanmasının ardından üretim platformu, önceden belirlenen katman kalınlığına karşılık gelen mesafede dikey ekseninde hareket etmektedir. Bu döngünün modelin bütün kesitleri için tekrarlanmasıyla üç boyutlu yapı elde edilmektedir. Söz konusu üretim yaklaşımı, cihazın üretim hacmiyle sınırlı olmak üzere karmaşık geometrilere ve farklı boyutlara sahip yapıların hazırlanmasına olanak tanımaktadır (Yates ve ark., 2009).

SLA teknolojisinde üretim verimliliği ve elde edilen yapının özellikleri, baskı parametreleri ile materyalin kimyasal bileşiminden etkilenmektedir. Özellikle lazer ışınının odak çapı, tarama

hızı ve üretilecek modelin boyutları baskı süresini belirleyen temel faktörler arasında bulunmaktadır. Bununla birlikte reçinenin polimerizasyon etkinliği; fotobaşlatıcı sistemin özellikleri, lazerin dalga boyu, ışığa maruz kalma süresi ve formülasyonda bulunan ultraviyole ışık absorplayıcı bileşenlerle ilişkilidir (Stansbury & Idacavage, 2016; Revilla-León ve ark., 2020).

1.1.2. Dijital Işık İşleme (Digital Light Processing, DLP)

Dijital Işık İşleme (DLP) teknolojisinin gelişimi, Larry Hornbeck tarafından 1987 yılında geliştirilen dijital mikroayna teknolojisine dayanmaktadır. DLP ve SLA sistemleri sıvı fotopolimer reçinelerin ışık enerjisiyle sertleştirilmesi prensibini paylaşmakla birlikte, ışığın uygulanma biçimi bakımından birbirinden ayrılmaktadır. SLA yönteminde reçine yüzeyi lazer aracılığıyla noktasal olarak taranırken, DLP sistemlerinde dijital mikroayna cihazı (Digital Micromirror Device, DMD) kullanılarak bir katmana ait görüntü reçine yüzeyine eş zamanlı olarak yansıtılmaktadır. Çok sayıda mikroskobik aynadan oluşan bu sistemde görüntünün çözünürlüğü, mikroayna dizisinin özellikleriyle ilişkilidir (Groth ve ark., 2014).

Bir katmanın tamamının tek bir pozlama döngüsünde polimerize edilebilmesi, DLP sistemlerinin SLA teknolojisine kıyasla daha kısa üretim süreleri sunabilmesini sağlamaktadır. Üretim süresi özellikle katman sayısı ve her katman için uygulanan ışınlama süresiyle ilişkili olmakla birlikte, cihaz özellikleri ve üretim parametrelerinden de etkilenmektedir. Bununla birlikte ışık kaynağının kullanım ömrünün sınırlı olması ve belirli aralıklarla değiştirilme gerekliliği, sistemin işletme maliyetini etkileyebilen faktörler arasında değerlendirilmektedir (Alharbi ve ark., 2016).

1.1.3. Likit Kristal Ekran (Liquid Crystal Display, LCD)

Likit Kristal Ekran (LCD) teknolojisi, bir katmanın tamamının eş zamanlı olarak ışığa maruz bırakılması bakımından DLP sistemleriyle benzerlik göstermektedir. Ancak bu yöntemde ışığın reçine yüzeyine aktarılması, bir likit kristal panel aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. LCD panelde bulunan piksellerin ışık geçirgenliğinin kontrol edilmesi sayesinde dijital modelin ilgili kesitine karşılık gelen bölgeler seçici olarak polimerize edilmektedir.

LCD tabanlı sistemlerin başlıca avantajlarından biri, diğer bazı fotopolimerizasyon teknolojilerine kıyasla daha ekonomik üretim ekipmanlarıyla uygulanabilmesidir. Bununla birlikte ışık enerjisinin önemli bir bölümünün LCD panel tarafından absorbe edilmesi, reçineye

ulaşan ışık miktarını sınırlandırabilmektedir. Bazı sistemlerde ışığın yaklaşık %90'ına kadar olan bölümünün panel tarafından tutulabilmesi, polimerizasyon verimliliğini etkileyen önemli bir sınırlılık olarak bildirilmektedir (Quan ve ark., 2020).

1.2. Üç Boyutlu Yazıcılarda Baskı Süreçleri

1.2.1. Veri Toplama

Diş hekimliğinde üç boyutlu baskı sürecinin başlangıcını, üretilecek yapıya ilişkin anatomik verilerin dijital ortama aktarılması oluşturmaktadır. Bu amaçla ağız içi tarayıcılarla doğrudan dijital ölçü alınabileceği gibi, geleneksel ölçülerden elde edilen alçı modellerin laboratuvar tarayıcılarıyla sayısallaştırılması da mümkündür. Tarama sonucunda elde edilen veriler, dental yapıların üç boyutlu olarak değerlendirilmesine ve sonraki tasarım aşamalarında kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Methani ve ark., 2020).

1.2.2. Tasarım ve STL Dosyasının Hazırlanması

Dijital tarama verilerinin üretime uygun bir restorasyona dönüştürülmesi, bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Dawood et al., 2015). Bu aşamada restorasyonun anatomik formu ve üretim için gerekli geometrik özellikleri dijital ortamda düzenlenmektedir. Tamamlanan tasarımlar, üç boyutlu yüzey geometrisinin tanımlanmasına olanak sağlayan Standard Tessellation Language (STL) formatında kaydedilebilmektedir. STL dosyalarının dilimleme yazılımlarına aktarılmasıyla dijital tasarım, yazıcının işleyebileceği katmanlı üretim verilerine dönüştürülmektedir (Methani ve ark., 2020).

1.2.3. Üretim

Dijital tasarımın baskıya hazırlanması sırasında üretim yönelimi, destek yapılarının yerleşimi, katman kalınlığı, kullanılacak materyal ve cihazla ilişkili diğer parametreler belirlenmektedir. Fotopolimerizasyon esaslı dental sistemlerde katman kalınlığı, cihaz ve reçine özelliklerine göre sıklıkla 25–100 µm arasında seçilmektedir. Daha ince katmanların kullanılması yüzey detaylarının daha hassas oluşturulmasına katkı sağlayabilmekle birlikte, katman sayısını artırarak üretim süresini uzatabilmektedir.

Katman oluşumunu etkileyen faktörler arasında fotobaşlatıcı konsantrasyonu, ışık kaynağının dalga boyu ve gücü, ışınlama süresi, reçine sıcaklığı ve pigment içeriği bulunmaktadır.

Dolayısıyla uygun üretim parametrelerinin belirlenmesi, baskı doğruluğunun ve materyal performansının sağlanması açısından önem taşımaktadır (Sahini ve ark., 2020).

1.2.4. Baskı Sonrası İşlemler

Eklemeli üretimle elde edilen yapıların yüzey özellikleri ve mekanik performansı, yalnızca baskı aşamasındaki parametrelerle sınırlı değildir. Üretim teknolojisine bağlı olarak gözeneklilik, yüzey düzensizlikleri, mikroçatlaklar veya termal gerilmeler gibi yapısal kusurlar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle baskı sonrası uygulanan işlemler, ürünün kullanım amacına uygun özellikler kazanmasında önemli rol oynamaktadır (Tan et al., 2020; Di Angelo ve ark., 2020).

Platformdan ayırma: Üretimi tamamlanan yapıların baskı platformundan uzaklaştırılması, kullanılan sistemin özelliklerine göre farklı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bazı yapılarda platformdan doğrudan ayırma mümkünken, diğerlerinde spatül veya uygun yardımcı aletlerden yararlanılmaktadır (Piedra-Cascón ve ark., 2021).

Yıkama ve kurutma: Fotopolimer reçinelerle üretilen yapılarda yüzeyde kalan polimerize olmamış reçinenin uzaklaştırılması amacıyla temizleme işlemi uygulanmaktadır. Bu aşamada materyalin üretici talimatlarına bağlı olarak izopropil alkol veya uygun diğer çözücüler kullanılabilir. Temizleme süresi ve yöntemi, restorasyonun geometrik özelliklerine ve materyalin yapısına göre değişiklik göstermektedir. Yıkamanın ardından yapıların uygun koşullarda kurutulması sağlanmaktadır (Kumar ve ark., 2012).

Son kürleme (post-curing): Baskı sonrasında uygulanan ilave polimerizasyon işlemi, monomer dönüşüm derecesinin artırılması ve materyalin mekanik özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Bu işlemde ultraviyole ışık, LED sistemleri veya termal yöntemlerden yararlanılabilmektedir. Kürleme süresi kullanılan sisteme bağlı olarak değişmekte olup bazı protokollerde 30–60 dakikalık uygulamalar bildirilmektedir (Kumar ve ark., 2012). Etkili bir polimerizasyon için kürleme cihazının ışık yoğunluğu ve dalga boyunun reçinenin fotobaşlatıcı sistemiyle uyumlu olması gerekmektedir (Salmoria ve ark., 2009; Alrahlah ve ark., 2014; Hahm ve ark., 2022). Ayrıca bazı eklemeli üretim uygulamalarında yüzey ve mikro yapı kusurlarının azaltılması amacıyla lazer destekli son işlem tekniklerinden yararlanılabildiği belirtilmektedir (Peng ve ark., 2021).

Destek yapılarının uzaklaştırılması: Baskı sırasında restorasyonun konumunu ve geometrik bütünlüğünü korumak amacıyla oluşturulan destek yapıları, uygun kesici aletler veya diskler yardımıyla uzaklaştırılmaktadır. Bu işlemin son kütleme öncesinde veya sonrasında gerçekleştirilmesi, kullanılan materyalin ve üretim protokolünün özelliklerine göre değişebilmektedir (Piedra-Cascón ve ark., 2021).

1.3. Üç Boyutlu Yazıcıların Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları

Eklemeli üretim teknolojilerinin diş hekimliğinde kullanım alanları, dijital tasarım olanaklarının ve baskıya uygun materyallerin gelişmesiyle giderek genişlemiştir. Günümüzde bu yöntemlerden dental çalışma ve eğitim modellerinin, kişisel ölçü kaşıklarının, geçici ve daimi kron-köprü restorasyonlarının üretiminde yararlanılmaktadır (Javaid & Haleem, 2019).

Bunun yanı sıra kron-köprü altyapıları, hareketli bölümlü protezlerin metal iskeletleri ve tam protezlerin üretimi de eklemeli üretimin uygulama alanları arasında bulunmaktadır (Dawood ve ark., 2015; Lin ve ark., 2018). İmplant cerrahisinde kullanılan kişiye özgü cerrahi rehberler, dijital planlamanın klinik uygulamaya aktarılmasını sağlayan önemli örneklerden biridir (Javaid & Haleem, 2019). Ortodontik tedavilerde ise şeffaf plak sistemlerinin üretim süreçlerinde üç boyutlu baskı teknolojilerinden yararlanılmaktadır (Jindal ve ark., 2019).

Son yıllarda geliştirilen yeni nesil fotopolimerize edilebilir materyaller, eklemeli üretimin yalnızca model ve yardımcı apareylerin hazırlanmasıyla sınırlı kalmayıp daimi restorasyonların üretiminde de kullanılabilmesine olanak sağlamıştır (Daher ve ark., 2024).

1.4. Üç Boyutlu Yazıcılarda Kullanılan Dental Materyaller

Eklemeli üretimde dijital bir tasarımın fiziksel restorasyona dönüştürülmesi; verilerin üretime hazırlanması, baskının gerçekleştirilmesi ve baskı sonrası işlemler olmak üzere üç temel aşamada değerlendirilmektedir. İlk aşamada bilgisayar destekli üretim (CAM) yazılımlarından yararlanılarak tasarım verileri üretim sistemine uygun hâle getirilmektedir (Scherer ve ark., 2022). Dilimleme yazılımları aracılığıyla üç boyutlu model iki boyutlu kesitlere ayrılmakta; katman kalınlığı, destek yapıları ve materyal seçimi gibi üretim parametreleri belirlenmektedir (Caussin ve ark., 2024).

İkinci aşamada dijital model, seçilen eklemeli üretim teknolojisinin çalışma prensibine göre fiziksel olarak oluşturulmaktadır. Son aşamada ise baskı platformundan ayırma, yüzey temizliği

ve gerekli son kürleme işlemleri uygulanarak restorasyonun kullanım amacına uygun özellikler kazanması sağlanmaktadır (Scherer ve ark., 2022).

Dental eklemeli üretimde kullanılan materyaller genel olarak metal, polimer ve seramik esaslı gruplar altında değerlendirilmektedir. Titanyum, paslanmaz çelik, alüminyum ve kobalt-krom alaşımları metal grubunda; termoplastikler, akrilik reçineler, polilaktid, polikaprolakton ve poliglikolid polimer grubunda; alümina ve zirkonya ise seramik materyaller arasında yer almaktadır (Bhargav ve ark., 2018).

1.4.1. Metaller

Metal esaslı eklemeli üretim yöntemlerinde, metal tozlarının yüksek enerjili lazer ışınıyla seçici olarak eritilmesi veya birleştirilmesi sonucunda katmanlı yapılar oluşturulmaktadır. Diş hekimliğinde bu amaçla en sık kullanılan materyaller arasında kobalt-krom ve titanyum alaşımları bulunmaktadır. Özellikle seçici lazer ergitme sistemleri, karmaşık geometrilere sahip metal yapıların üretilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yöntemler dental implantların, kron-köprü altyapılarının ve hareketli bölümlü protez iskeletlerinin hazırlanmasında kullanılabilmektedir (Punia ve ark., 2022).

1.4.2. Polimerler ve Kompozitler

Polimer esaslı materyaller, farklı üretim teknolojilerine uyarlanabilmeleri ve geniş kimyasal bileşim seçenekleri nedeniyle eklemeli üretimde önemli bir yere sahiptir. Bu materyaller üretim yöntemine bağlı olarak termoplastik filament, sıvı reçine, reaktif monomer veya toz formunda kullanılabilmektedir. Özellikle kompozit esaslı materyaller, karmaşık geometrilerin üretilmesi ve üretim maliyetlerinin azaltılabilmesi bakımından avantaj sağlayabilmektedir (Ngo ve ark., 2018).

Sıvı fotopolimer reçineler, yüksek geometrik doğruluk ve uygun yüzey özellikleri gerektiren dental uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. SLA sistemlerinde lazer ışığı, DLP sistemlerinde ise projeksiyon yoluyla aktarılan ışık enerjisi kullanılarak reçinenin seçici polimerizasyonu gerçekleştirilmektedir.

Termoplastik materyaller arasında polilaktik asit (PLA), polipropilen (PP), polietilen (PE), akrilonitril bütadien stiren (ABS), polieter eter keton (PEEK) ve polimetilmetakrilat (PMMA) bulunmaktadır. PLA, biyoyumumluluk potansiyeli ve mekanik özellikleri nedeniyle belirli

uygulamalarda ABS'ye alternatif olarak değerlendirilmektedir (Punia ve ark., 2022).

Üç boyutlu baskıya uygun dental reçinelerin mekanik davranışı, geleneksel veya frezelenmiş restoratif materyallerden farklılık gösterebilmektedir. Bazı baskı reçinelerinde eğilme dayanımı, elastikiyet modülü ve sertlik değerlerinin daha düşük olduğu; buna karşılık kırılma davranış yerine plastik deformasyon eğiliminin daha belirgin olabildiği bildirilmektedir (Bao, 2022). Hibrit kompozit materyaller ise mekanik ve optik özelliklerinin yanı sıra üretim, simantasyon ve onarım işlemlerinde sağladıkları kolaylıklar nedeniyle seramik restorasyonlara alternatif olarak değerlendirilmektedir (Cantó-Navés ve ark., 2023).

Fotopolimerize edilebilir dental reçinelerin kimyasal bileşiminde Bis-GMA, TEGDMA ve UDMA gibi monomerlerin yanı sıra farklı organik bileşenler bulunabilmektedir. Materyalin doldurucu içeriği, fotobaşlatıcı sistemi ve polimerizasyon reaksiyonunu düzenleyen diğer bileşenler, nihai restorasyonun özelliklerini etkilemektedir. Bu nedenle farklı klinik endikasyonlara yönelik özel reçine formülasyonları geliştirilmektedir (Caussin ve ark., 2024).

1.4.3. Rezin Kompozitler

Dijital üretim teknolojileri ve adeziv restoratif yaklaşımlardaki gelişmeler, kompozit rezinlerin minimal invaziv indirekt restorasyonlarda kullanımını yaygınlaştırmıştır (Prause, Hey, et al., 2024). Üç boyutlu (3B) baskı teknolojilerinin ilerlemesiyle daimi restorasyonlara yönelik yeni kompozit rezinler geliştirilmiş ve farklı klinik gereksinimlere uygun materyaller kullanıma sunulmuştur (Çakmak, Oosterveen-Rüeggsegger, ve ark., 2024; B. Lim ve ark., 2024). Bazı eklemeli üretim kompozitleri, eksiltici yöntemlerle üretilen materyallerle karşılaştırılabilir mekanik ve optik özellikler sergilese de uzun dönem klinik performanslarına ilişkin kanıtlar sınırlıdır (Temizci & Bozoğulları, 2024).

Kompozit rezinlerin klinik başarısı; mekanik ve fiziksel özellikleri, termal davranışları ve biyouyumluluklarıyla ilişkilidir. Bu materyallerin ağız içinde onarılabilmesi, bazı seramiklere kıyasla karşıt dişte daha az aşınmaya neden olabilmesi ve fonksiyonel kuvvetler altında belirli ölçüde esneklik gösterebilmesi önemli avantajlarıdır (Prause, Malgaj, ve ark., 2024; Sasany ve ark., 2024). Üretim ve bitim işlemlerinin görece kolay olması da kullanımını desteklemektedir (AlGhamdi ve ark., 2024). Bununla birlikte polimerize olmamış monomerlerin varlığı biyolojik güvenlik açısından önem taşımaktadır (Moon ve ark., 2021).

Rezin esaslı materyallerin özelliklerini belirleyen temel faktörlerden biri polimerizasyon etkinliğidir (Reymus ve ark., 2020). Monomer dönüşüm derecesi, karbon-karbon çift bağlarının polimerizasyon reaksiyonuna katılma oranını ifade etmekte; yetersiz dönüşüm, mekanik özellikleri ve biyouyumluluğu olumsuz etkileyebilmektedir (Kim ve ark., 2022). Yüksek dönüşüm derecesi ise rezidüel monomer miktarının azaltılmasına ve mekanik performansın geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (J.-H. Lim ve ark., 2022). Polimerizasyon etkinliği; monomer yapısı, sıcaklık, ışık yoğunluğu ve fotobaşlatıcı sistemden etkilenirken, artık monomer miktarının azaltılması güncel araştırmaların önemli hedefleri arasındadır (Süsgün Yıldırım & Batmaz, 2024).

Su emilimi, polimerizasyon büzülmesi ve doldurucu içeriği de materyalin klinik davranışını etkilemektedir. Rezin matriksine su geçişi, boyutsal değişikliklere, mekanik dayanım kaybına ve renk değişimine neden olabilmektedir (Reymus ve ark., 2020; Wayakanon ve ark., 2024). Polimerizasyon büzülmesi ise monomer dönüşüm derecesi, doldurucu oranı ve kürlleme protokolüyle ilişkilidir (Moon ve ark., 2021). Ayrıca baskı reçinelerinde yeterli akışkanlığın sağlanması amacıyla doldurucu miktarının sınırlandırılması, bazı materyallerin mekanik özelliklerini olumsuz etkileyebilmektedir (Temizci & Bozoğulları, 2024; AlGhamdi ve ark., 2024). Buna karşın yeni nesil kompozitlerle, özellikle ince restorasyonlarda umut verici sonuçlar bildirilmektedir (Sabatini ve ark., 2024; Prause, Malgaj, ve ark., 2024).

Restorasyonların estetik devamlılığında renk stabilitesi ve yüzey özellikleri önemlidir (Espinar et al., 2023). Renk değişimi; materyalin bileşimi, polimerizasyon derecesi ve dış kaynaklı renklendiricilerden etkilenmektedir (Wayakanon ve ark., 2024). Uygun bitim ve polisaj işlemleri, yüzey pürüzlülüğünü azaltarak plak birikiminin sınırlandırılmasına ve renk stabilitesinin korunmasına katkı sağlamaktadır (Gaviria-Martinez ve ark., 2022; Carrillo-Marcos ve ark., 2022; Güntekin & Tunçdemir, 2024). Yüzey özellikleriyle ilişkili mikrobiyal adezyon da uzun dönem klinik performans açısından önem taşımaktadır (Ozer ve ark., 2024).

Eklemeli ve eksiltici üretim kompozitlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda mekanik özellikler açısından benzerlikler bildirilmekle birlikte yorulma dayanımında farklılıklar bulunmaktadır. Sartori ve ark, eksiltici yöntemle üretilen kompozitlerin yorulma dayanımını 3B baskı materyallerinden yaklaşık %25 daha yüksek bulmuştur. Ancak bu sonuç, klinik kullanım ömrüne doğrudan genellenememektedir (Sartori ve ark., 2025).

Daimi restorasyonlar için geliştirilen VarseoSmile Crown Plus (Bego, Almanya), metakrilat esaslı matriks ve inorganik seramik doldurucular içeren hibrit materyallere örnektir. Bu tür rezin matriksli seramik sistemler, seramik fazın rijitliği ile polimer fazın esnekliğini bir araya getirmeyi amaçlamaktadır (Spitznagel ve ark., 2018). Geleneksel kompozitlerin polimerizasyon büzülmesi ve seramiklerin kırılma dayanıklılığı gibi sınırlılıkları dikkate alındığında, nano ve nanohibrit doldurucularla güçlendirilmiş rezin materyaller alternatif restoratif seçenekler olarak değerlendirilmektedir (Peskersoy & Oguzhan, 2024).

1.4.4. Seramikler

Seramik esaslı materyaller, estetik özellikleri, biyouyumlulukları ve mekanik performansları nedeniyle restoratif ve protetik diş hekimliğinde geniş kullanım alanına sahiptir. Eklemeli üretimde seramik yapıların oluşturulması amacıyla SLA ve SLS gibi farklı teknolojilerden yararlanılabilmektedir. Kullanılan yöntemle ilgili olarak seramik materyaller toz, süspansiyon veya uygun diğer formlarda işlenebilmektedir. Bu teknolojilerin potansiyel uygulama alanları arasında kron-köprü restorasyonları, endodontik postlar, ortodontik braketler, implantlar ve abutmentler bulunmaktadır (Punia ve ark., 2022).

1.5. Üç Boyutlu Yazıcıların Avantaj ve Dezavantajları

1.5.1. Avantajları

Eklemeli üretim teknolojilerinin önemli üstünlüklerinden biri, geleneksel yöntemlerle hazırlanması güç olan karmaşık geometrilerin üretilmesidir. Dijital tasarım verilerinin doğrudan üretime aktarılması, hastaya özgü yapıların hazırlanmasını kolaylaştırırken tasarım üzerinde değişiklik yapılabilmesine de olanak sağlamaktadır.

Eksiltici üretimden farklı olarak materyalin yalnızca gerekli bölgelerde kullanılması, uygun üretim koşullarında malzeme kaybının azaltılmasına katkıda bulunabilmektedir. Ayrıca dijital iş akışlarının standartlaştırılması, üretim işlemlerinin tekrarlanabilirliğini artırabilmekte ve manuel uygulamalardan kaynaklanabilecek bazı hataları sınırlandırabilmektedir. Bu özellikler, uygun cihaz ve materyal seçimiyle birlikte restorasyonların geometrik doğruluğunun ve üretim verimliliğinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Huang ve ark., 2013; Tofail ve ark., 2018; Jasiuk ve ark., 2018).

1.5.2. Dezavantajları

Eklemeli üretim yöntemlerinin sağladığı avantajlara rağmen bazı teknik ve ekonomik sınırlılıkları bulunmaktadır. Özellikle büyük hacimli yapıların üretiminde baskı süresinin uzaması, katmanlı üretime bağlı yüzey düzensizlikleri ve ilave yüzey bitim işlemlerine duyulan gereksinim önemli dezavantajlar arasında yer almaktadır.

Bunun yanı sıra üretim cihazlarının başlangıç maliyeti, materyal giderleri ve bakım gereksinimleri de teknolojinin klinik uygulamalara entegrasyonunu etkileyebilmektedir. Bu nedenle eklemeli üretim sistemlerinin tercih edilmesinde yalnızca üretim kapasitesinin değil, maliyet etkinliğinin ve kullanım amacına uygunluğunun da değerlendirilmesi gerekmektedir (Jasiuk ve ark., 2018).

SONUÇ

Eklemeli üretim teknolojileri, diş hekimliğinde kişiye özgü yapıların hazırlanmasına ve karmaşık geometrilerin dijital iş akışlarıyla üretilmesine olanak sağlamaktadır (Javaid & Haleem, 2019; Schweiger ve ark., 2021). Yeni nesil rezin materyallerin kullanıma sunulmasıyla birlikte bu teknolojilerin daimi restorasyonların üretimindeki potansiyeli artmıştır (Daher ve ark., 2024). Bununla birlikte restorasyonların mekanik ve biyolojik özellikleri, kullanılan materyalin bileşimi, üretim parametreleri ve baskı sonrası işlemlerden etkilenmektedir (Caussin ve ark., 2024). Bu nedenle eklemeli üretim sistemlerinin güvenilir klinik kullanımının desteklenmesi için üretim protokollerinin standardizasyonu ve uzun dönem klinik çalışmaların artırılması önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Alanazi, K. K., Wood, D., Shepherd, J., Stokes, C. W., & Asencio, I. O. (2024). Assessing the suitability of fused deposition modeling to produce acrylic removable denture bases. *Clinical and Experimental Dental Research*, 10(3), e880.
- AlGhamdi, M. A., Alatiyyah, F. M., Almedarham, R. F., Al Dawood, Z. H., Alshaikhnasser, F. Y., Alboryh, S. Y., Khan, S. Q., Abualsaud, R., & Gad, M. M. (2024). Impact of Nanoparticle Addition on the Surface and Color Properties of Three-Dimensional (3D) Printed Polymer-Based Provisional Restorations. *Nanomaterials (Basel, Switzerland)*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/nano14080665>
- Alharbi, N., Osman, R., & Wismeijer, D. (2016). Effects of build direction on the mechanical properties of 3D-printed complete coverage interim dental restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(6), 760–767.
- Azari, A., & Nikzad, S. (2009). The evolution of rapid prototyping in dentistry: a review. *Rapid Prototyping Journal*, 15(3), 216–225.
- Bao, Y. (2022). Recent Trends in Advanced Photoinitiators for Vat Photopolymerization 3D Printing. *Macromolecular Rapid Communications*, 43(14), e2200202.
- Bhargav, A., Sanjairaj, V., Rosa, V., Feng, L. W., & Fuh Yh, J. (2018). Applications of additive manufacturing in dentistry: A review. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 106(5), 2058–2064.
- Çakmak, G., Donmez, M. B., Molinero-Mourelle, P., Kahveci, Ç., Abou-Ayash, S., Peutzfeldt, A., & Yilmaz, B. (2024). Fracture resistance of additively or subtractively manufactured resin-based definitive crowns: Effect of restorative material, resin cement, and cyclic loading. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 40(7), 1072–1077.
- Çakmak, G., Oosterveen-Rüegsegger, A. L., Akay, C., Schimmel, M., Yilmaz, B., & Donmez, M. B. (2024). Influence of polishing technique and coffee thermal cycling on the surface roughness and color stability of additively and subtractively manufactured resins used for definitive restorations. *Journal of Prosthodontics : Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 33(5), 467–474.
- Cantó-Navés, O., Michels, K., Figueras-Alvarez, O., Fernández-Villar, S., Cabratosa-Termes, J., & Roig, M. (2023). In Vitro Comparison of Internal and Marginal Adaptation between Printed and Milled Onlays. *Materials (Basel, Switzerland)*, 16(21). <https://doi.org/10.3390/ma16216962>

- Carrillo-Marcos, A., Salazar-Correa, G., Castro-Ramirez, L., Ladera-Castañeda, M., López-Gurreonero, C., Cachay-Criado, H., Aliaga-Mariñas, A., Cornejo-Pinto, A., Cervantes-Ganoza, L., & Cayo-Rojas, C. F. (2022). The Microhardness and Surface Roughness Assessment of Bulk-Fill Resin Composites Treated with and without the Application of an Oxygen-Inhibited Layer and a Polishing System: An In Vitro Study. *Polymers*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/polym14153053>
- Caussin, E., Moussally, C., Le Goff, S., Fasham, T., Troizier-Cheyne, M., Tapie, L., Dursun, E., Attal, J.-P., & François, P. (2024). Vat Photopolymerization 3D Printing in Dentistry: A Comprehensive Review of Actual Popular Technologies. *Materials (Basel, Switzerland)*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/ma17040950>
- Daher, R., Ardu, S., di Bella, E., Krejci, I., & Duc, O. (2024). Efficiency of 3D printed composite resin restorations compared with subtractive materials: Evaluation of fatigue behavior, cost, and time of production. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 131(5), 943–950.
- Dawood, A., Marti Marti, B., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*, 219(11), 521–529.
- Di Angelo, L., Di Stefano, P., & Guardiani, E. (2020). Search for the optimal build direction in Additive Manufacturing technologies: A review. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 4(3), 71.
- Espinar, C., Bona, A. D., Pérez, M. M., Tejada-Casado, M., & Pulgar, R. (2023). The influence of printing angle on color and translucency of 3D printed resins for dental restorations. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 39(4), 410–417.
- Gaviria-Martinez, A., Castro-Ramirez, L., Ladera-Castañeda, M., Cervantes-Ganoza, L., Cachay-Criado, H., Alvino-Vales, M., Garcia-Luna, G., López-Gurreonero, C., Cornejo-Pinto, A., & Cayo-Rojas, C. F. (2022). Surface roughness and oxygen inhibited layer control in bulk-fill and conventional nanohybrid resin composites with and without polishing: in vitro study. *BMC Oral Health*, 22(1), 258.
- Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B., & Khorasani, M. (2020). *Additive manufacturing technologies* (3rd ed.). Springer Nature.
- Groth, C., Kravitz, N. D., Jones, P. E., Graham, J. W., & Redmond, W. R. (2014). Three-dimensional printing technology. *Journal of Clinical Orthodontics : JCO*, 48(8), 475–485.

- Güntekin, N., & Tunçdemir, A. R. (2024). Comparison of volumetric loss and surface roughness of composite dental restorations obtained by additive and subtractive manufacturing methods. *Heliyon*, 10(4), e26269.
- Hahm, D., Lim, J., Kim, H., Shin, J.-W., Hwang, S., Rhee, S., Chang, J. H., Yang, J., Lim, C. H., Jo, H., Choi, B., Cho, N. S., Park, Y.-S., Lee, D. C., Hwang, E., Chung, S., Kang, C.-M., Kang, M. S., & Bae, W. K. (2022). Direct patterning of colloidal quantum dots with adaptable dual-ligand surface. *Nature Nanotechnology*, 17(9), 952–958.
- Huang, S. H., Liu, P., Mokasdar, A., & Hou, L. (2013). Additive manufacturing and its societal impact: a literature review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 67(5-8), 1191–1203.
- Jasiuk, I., Abueidda, D. W., Kozuch, C., Pang, S., Su, F. Y., & McKittrick, J. (2018). An overview on additive manufacturing of polymers. *JOM (Warrendale, Pa.: 1989)*, 70(3), 275–283.
- Javaid, M., & Haleem, A. (2019). Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: A literature-based review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 9(3), 179–185.
- Jindal, P., Juneja, M., Siena, F. L., Bajaj, D., & Breedon, P. (2019). Mechanical and geometric properties of thermoformed and 3D printed clear dental aligners. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 156(5), 694–701.
- Kim, G.-T., Go, H.-B., Yu, J.-H., Yang, S.-Y., Kim, K.-M., Choi, S.-H., & Kwon, J.-S. (2022). Cytotoxicity, Colour Stability and Dimensional Accuracy of 3D Printing Resin with Three Different Photoinitiators. *Polymers*, 14(5).
<https://doi.org/10.3390/polym14050979>
- Kollmuss, M., Edelhoff, D., Schwendicke, F., & Wuerschling, S. N. (2024). In Vitro Cytotoxic and Inflammatory Response of Gingival Fibroblasts and Oral Mucosal Keratinocytes to 3D Printed Oral Devices. *Polymers*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/polym16101336>
- Kumar, S., Hofmann, M., Steinmann, B., Foster, E. J., & Weder, C. (2012). Reinforcement of stereolithographic resins for rapid prototyping with cellulose nanocrystals. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 4(10), 5399–5407.
- Lim, B., Kim, D., Song, J. S., Kim, S., Kim, H., & Shin, Y. (2024). Influence of Post-Curing in Nitrogen-Saturated Condition on the Degree of Conversion and Color Stability of 3D-Printed Resin Crowns. *Dentistry Journal*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/dj12030068>

- Lim, J.-H., Lee, S.-Y., Gu, H., Jin, G., & Kim, J.-E. (2022). Evaluating oxygen shielding effect using glycerin or vacuum with varying temperature on 3D printed photopolymer in post-polymerization. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 130, 105170.
- Lin, W.-S., Harris, B. T., Pellerito, J., & Morton, D. (2018). Fabrication of an interim complete removable dental prosthesis with an in-office digital light processing three-dimensional printer: A proof-of-concept technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(3), 331–334.
- Methani, M. M., Revilla-León, M., & Zandinejad, A. (2020). The potential of additive manufacturing technologies and their processing parameters for the fabrication of all-ceramic crowns: A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 32(2), 182–192.
- Moon, W., Kim, S., Lim, B.-S., Park, Y.-S., Kim, R. J.-Y., & Chung, S. H. (2021). Dimensional Accuracy Evaluation of Temporary Dental Restorations with Different 3D Printing Systems. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(6).
<https://doi.org/10.3390/ma14061487>
- Nam, N.-E., Shin, S.-H., Lim, J.-H., Shim, J.-S., & Kim, J.-E. (2021). Effects of Artificial Tooth Brushing and Hydrothermal Aging on the Mechanical Properties and Color Stability of Dental 3D Printed and CAD/CAM Materials. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/ma14206207>
- Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T. Q., & Hui, D. (2018). Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites. Part B, Engineering*, 143, 172–196.
- Ozer, N. E., Sahin, Z., Yikici, C., Duyan, S., & Kilicarslan, M. A. (2024). Bacterial adhesion to composite resins produced by additive and subtractive manufacturing. *Odontology*, 112(2), 460–471.
- Peng, X., Kong, L., Fuh, J. Y. H., & Wang, H. (2021). A review of post-processing technologies in additive manufacturing. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 5(2), 38.
- Peskersoy, C., & Oguzhan, A. (2024). Evaluation of the Mechanical and Adhesion Characteristics of Indirect Restorations Manufactured with Three-Dimensional Printing. *Polymers*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/polym16050613>
- Piedra-Cascón, W., Krishnamurthy, V. R., Att, W., & Revilla-León, M. (2021). 3D printing parameters, supporting structures, slicing, and post-processing procedures of vat-

- polymerization additive manufacturing technologies: A narrative review. *Journal of Dentistry*, 109, 103630.
- Prause, E., Hey, J., Beuer, F., Yassine, J., Hesse, B., Weitkamp, T., Gerber, J., & Schmidt, F. (2024). Microstructural investigation of hybrid CAD/CAM restorative dental materials by micro-CT and SEM. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 40(6), 930–940.
- Prause, E., Malgaj, T., Kocjan, A., Beuer, F., Hey, J., Jevnikar, P., & Schmidt, F. (2024). Mechanical properties of 3D-printed and milled composite resins for definitive restorations: An in vitro comparison of initial strength and fatigue behavior. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 36(2), 391–401.
- Punia, U., Kaushik, A., Garg, R. K., Chhabra, D., & Sharma, A. (2022). 3D printable biomaterials for dental restoration: A systematic review. *Materials Today: Proceedings*, 63, 566–572.
- Quan, H., Zhang, T., Xu, H., Luo, S., Nie, J., & Zhu, X. (2020). Photo-curing 3D printing technique and its challenges. *Bioactive Materials*, 5(1), 110–115.
- Revilla-León, M., & Özcan, M. (2019). Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. *Journal of Prosthodontics : Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 28(2), 146–158.
- Revilla-León, M., Sadeghpour, M., & Özcan, M. (2020). An update on applications of 3D printing technologies used for processing polymers used in implant dentistry. *Odontology*, 108(3), 331–338.
- Reymus, M., Fabritius, R., Keßler, A., Hickel, R., Edelhoff, D., & Stawarczyk, B. (2020). Fracture load of 3D-printed fixed dental prostheses compared with milled and conventionally fabricated ones: the impact of resin material, build direction, post-curing, and artificial aging-an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 24(2), 701–710.
- Sabatini, G. P., Yoon, H.-I., Orgev, A., Fonseca, M., Molinero-Mourelle, P., Yilmaz, B., & Cakmak, G. (2024). Complete Digital Workflow for Fabricating an Occlusal Device Using Artificial Intelligence- Powered Design Software and Additive Manufacturing: A Dental Method. *The International Journal of Prosthodontics*, 37(7), 275–284.
- Sahini, D. K., Ghose, J., Jha, S. K., Behera, A., & Mandal, A. (2020). Optimization and simulation of additive manufacturing processes. In *Advances in Civil and Industrial Engineering* (pp. 187–209). IGI Global.

- Salmoria, G. V., Ahrens, C. H., Beal, V. E., Pires, A. T. N., & Soldi, V. (2009). Evaluation of post-curing and laser manufacturing parameters on the properties of SOMOS 7110 photosensitive resin used in stereolithography. *Materials in Engineering*, 30(3), 758–763.
- Sartori, N., Sanchez, S. A., Oliveira, D., Hosney, S., Zoidis, P., Martin, W., Gonzaga, L., & Rocha, M. G. (2025). Flexural properties and fatigue limit of 3D-printed and milled resin-based materials. *Journal of Prosthodontics : Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 34(6), 626–634.
- Sasany, R., Donmez, M. B., de Paula, M. S., Kahveci, Ç., Ceylan, G., Yilmaz, B., & Çakmak, G. (2024). Stainability and translucency of potassium aluminum sulfate applied computer-aided design and computer-aided manufacturing materials after coffee thermocycling. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 36(3), 477–483.
- Scherer, M. D., Barmak, A. B., Özcan, M., & Revilla-León, M. (2022). Influence of postpolymerization methods and artificial aging procedures on the fracture resistance and flexural strength of a vat-polymerized interim dental material. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 128(5), 1085–1093.
- Schweiger, J., Edelhoff, D., & Güth, J.-F. (2021). 3D Printing in Digital Prosthetic Dentistry: An Overview of Recent Developments in Additive Manufacturing. *Journal of Clinical Medicine*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/jcm10092010>
- Spitznagel, F. A., Boldt, J., & Gierthmuehlen, P. C. (2018). CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. *Journal of Dental Research*, 97(10), 1082–1091.
- Stansbury, J. W., & Idacavage, M. J. (2016). 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 32(1), 54–64.
- Süsgün Yıldırım, Z., & Batmaz, S. G. (2024). Monomer release, cell adhesion, and cell viability of indirect restorative materials manufactured with additive, subtractive, and conventional methods. *Journal of Oral Science*, 66(1), 9–14.
- Tan, H., Fang, Y., Zhong, C., Yuan, Z., Fan, W., Li, Z., Chen, J., & Lin, X. (2020). Investigation of heating behavior of laser beam on powder stream in directed energy deposition. *Surface & Coatings Technology*, 397(126061), 126061.
- Tofail, S. A. M., Koumoulos, E. P., Bandyopadhyay, A., Bose, S., O'Donoghue, L., & Charitidis, C. (2018). Additive manufacturing: scientific and technological challenges, market uptake and opportunities. *Materials Today (Kidlington, England)*, 21(1), 22–37.

- Topsakal, K. G., Aksoy, M., & Duran, G. S. (2023). The effect of aging on the mechanical properties of 3-dimensional printed biocompatible resin materials used in dental applications: An in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 164(3), 441–449.
- Torabi, K., Farjood, E., & Hamedani, S. (2015). Rapid Prototyping Technologies and their Applications in Prosthodontics, a Review of Literature. *Journal of Dentistry (Shiraz, Iran)*, 16(1), 1–9.
- van Noort, R. (2012). The future of dental devices is digital. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 28(1), 3–12.
- Wayakanon, P., Narakaew, T., & Wayakanon, K. (2024). Effects of various beverages on characteristics of provisional restoration materials. *Clinical and Experimental Dental Research*, 10(2), e842.
- Yates, J. M., Wildgoose, D. G., & van Noort, R. (2009). Correction of a mandibular asymmetry using a custom-made titanium onlay. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery : JPRAS*, 62(8), e247–e250.

BÖLÜM 5

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK EĞİTİMİ

Ebubekir YILMAZ¹

GİRİŞ

Türkiye’de modern anlamda diş hekimliği mesleği eğitiminin temelleri 1909 yılında ortaya konmuştur. Daha sonra 1933 yılında resmi olarak ilk diş hekimliği okulu kurulmuştur. Bu okul tıp fakültesine bağlıdır ve iki yıllık eğitim müfredatına sahiptir. 1964 yılında diş hekimliği eğitimi tıp fakültesinden ayrılmış ve İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi kurulmuştur. Bu tarihten itibaren lisans eğitim 5 yıla çıkarılmıştır (Sezer vd., 2022).

Diş hekimliği fakültesi müfredatına uygun şekilde yetkin diş hekimlerinin yetiştirilebilmesi için 5 yıl boyunca yoğun pratik ve teorik eğitim verilmektedir. Bu nedenle diş hekimliği lisans eğitimi diğer birçok lisans eğitimine göre daha uzun sürede verilebilmektedir. Diş hekimliği fakülteleri genel diş tedavilerinin yetkin düzeyde yapılabilmesi için yeterli bir eğitim vermelerine karşın daha nadir görülen ve daha fazla klinik tecrübe isteyen klinik vakaların tedavisinde yetersiz kalabilmektedir. Söz konusu insan sağlığı olduğundan tanı ve tedavinin daha yetkin bir şekilde yürütülmesi ve hasta memnuniyetinin artırılması için diş hekimliği mesleğinin belli alanlarında uzmanlaşma gerekmektedir (Whitehouse, 1996). Bu nedenle diş hekimlerinin üstesinden gelemediği vakaların tanı ve tedavisinde uzman diş hekimleri halk sağlığı açısından önemli bir görev üstlenirler (Alshahrani vd., 2018).

Diş hekimliği fakültelerinden mezun olan diş hekimleri lisansüstü eğitim almak için Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitime Giriş Sınavı’na (DUS) girerek veya üniversitelerde açılan doktora programlarına başvurarak diledikleri alanda daha kapsamlı bir eğitim alabilirler. Her iki eğitimden mezun olan diş hekimlerinin programdan mezun olabilmeleri için tez hazırlama şartı vardır. Aynı zamanda her iki eğitim sonrasında doktor öğretim üyesi olarak akademik bir kariyer tercih edilebilir. Bununla birlikte DUS’ a girerek uzmanlık yapmak ve doktora programında eğitim almak arasında farklılıklar vardır. Doktora öğrencilerine aylık ödeme yapılmaz, toplam eğitim süreleri daha uzundur, devlet atamalarında uzman diş hekimi kadrolarına başvuramazlar ve rotasyon eğitimleri bulunmamaktadır (Taşşöker & Çelik, 2019; Taşşöker vd., 2017)

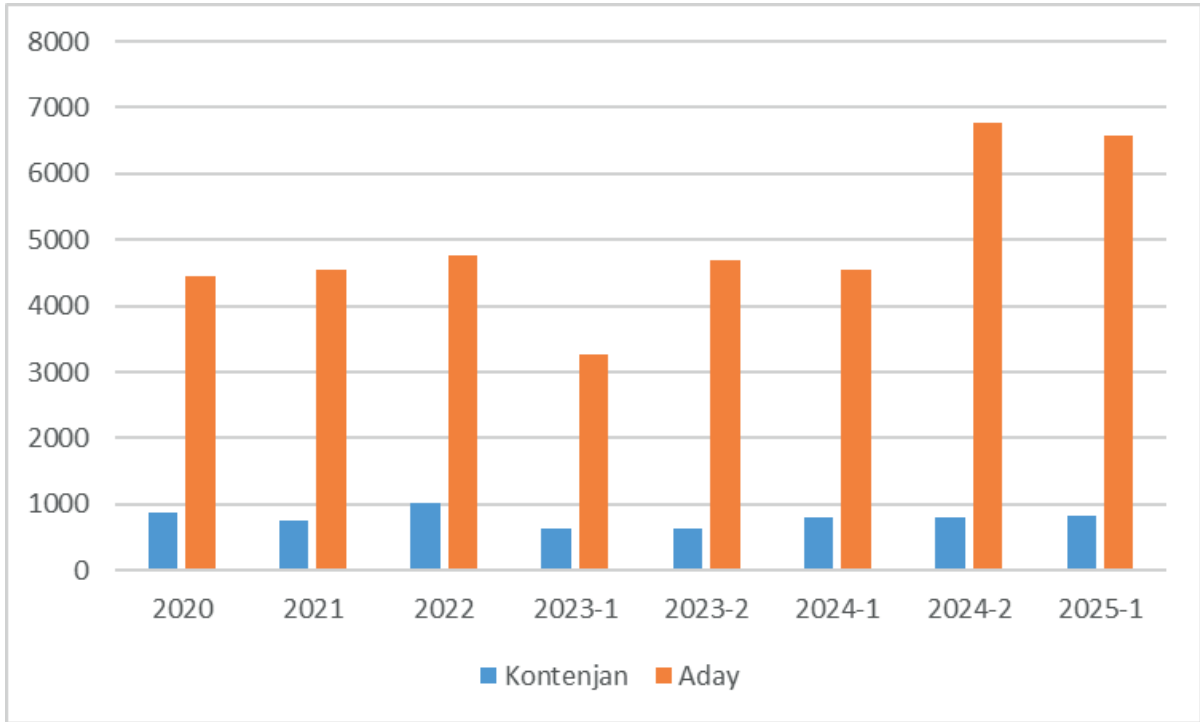
Ülkemizde diş hekimliği lisansüstü eğitiminde doktora talep devam etmekle birlikte son yıllarda uzmanlık eğitimi alan diş hekimlerine ve uzman diş hekimlerine daha geniş hakların verilmesi nedeniyle doktora artık yerini ağırlıklı olarak uzmanlık eğitime bırakmıştır (Kaptı & Özdoğan, 2021).

Çulhaoğlu ve ark.’nın DUS’ a yönelik algının farklı eğitim düzeylerine göre incelenmesini amaçlayan çalışmasında artan diş hekimi sayısı nedeniyle diş hekimliği öğrencileri ve mezun

diş hekimlerinin uzmanlık eğitimi yapma motivasyonunun arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmaya göre diş hekimliği mezun sayısının ve kontenjanlarının artması DUS' a giren adaylar arasında rekabetin artmasına neden olmuştur (Çulhaoğlu vd., 2021). Son 5 yılda yapılan DUS' a giren aday sayısı ve açılan kontenjanlar Şekil 1' de verilmiştir.

Şekil 1

Son 5 Yılda Açılan Uzmanlık Eğitimi Kontenjanları ve DUS' a Giren Aday Sayısı



Son yıllarda ülkemizde çok sayıda diş hekimliği fakültesi açılmış ve toplam fakülte sayısı 105'e ulaşmıştır. 2024 yılı itibariyle yaklaşık 6500 diş hekimi mezun olmuştur. Mezun sayısı her yıl diş hekimliği lisans kontenjanları ile uyumlu bir şekilde artacaktır. Böylece 2025 yılında yaklaşık 7500, 2026 yılında yaklaşık 8500, 2027 yılında yaklaşık 10.000 ve 2028 yılında yaklaşık 11.000 yeni diş hekiminin meslek hayatına başlaması beklenmektedir (Türk Dişhekimleri Birliği [TDB], 2025). 2024 yılı 1. Dönem DUS' a 4547 aday girmiş ve 812 kontenjan açılmıştır. 2024 yılı 2. dönem DUS' a 6761 aday girmiş ve 794 kontenjan açılmıştır. 2024 yılında artan diş hekimi sayısına bağlı olarak DUS' a olan talep artmıştır. Ancak uzmanlık eğitimi için açılan kontenjanlarda benzer oranlarda artış olmamıştır. Mezun olan diş hekimlerinin çoğu DUS' a girmektedir. Bu durum DUS' u yeni mezun diş hekimleri açısından

oldukça önemli bir konuma getirmektedir. DUS' a artan talep ve rekabet DUS danışmanlığı, özel DUS kursları, DUS konu anlatımlı ders kitapları ve DUS soru çözümü kitaplarının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu gibi yeni eğitim faaliyetlerinin ortaya çıkması DUS sınavına olan yoğun talebin bir göstergesidir (Çulhaoğlu vd., 2021).

DIŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK EĞİTİMİNE GİRİŞ SINAVI

Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı'nın (ÖSYM) 28 Eylül 2011'de yaptığı basın duyurusunda 1219 sayılı Tababet ve Şuabatı San'atlarının Tarzı İcrasına Dair Kanun'un Ek-14. maddesi ve 18.07.2009 tarih ve 27292 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Tıpta ve Dış Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği'nin (TUEY) Uzmanlık Eğitime Giriş Sınavları başlıklı 15/1 maddesi hükümleri gereğince ilk DUS sınavının 22 Nisan 2012 yılında yapılacağı duyurulmuştur (ÖSYM, 2011).

DUS TUEY' e göre yılda en az 1 kez yapılmalıdır. Bu yönetmeliğe uygun olarak ÖSYM tarafından yürütülen DUS; 2012-2014 yıllarında ilkbahar ve sonbahar sınavı şeklinde yılda iki kez yapılmış, 2015-2021 yılları arasında yılda bir kez yapılmış ve 2023-2025 yıllarında tekrar ilkbahar ve sonbahar şeklinde yılda iki kez planlanmıştır (Tıpta ve Dış Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği, 2022).

TUEY' ne göre DUS sınav soruları hazırlanırken dış hekimliği mezuniyet öncesi ulusal çekirdek eğitim programına (DUÇEP) uygunluk hedeflenir. Bu sınava girebilmek için dış hekimliği diplomasının tescillenmiş olması gerekmektedir. Ayrıca ilgili dönemde sınava girebilmek için yabancı dil sınavından yeterli bir puan almak şartı vardır. Adayın yabancı dil açısından yeterli sayılabilmesi için Sağlık Bakanlığı, Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) veya ÖSYM tarafından yürütülen İngilizce, Almanca veya Fransızca yabancı dil sınavlarından yüz üzerinden en az elli puan alması gerekmektedir. Yabancı dil sınavı sonuçları sınav tarihi itibarıyla beş yıl boyunca geçerli kabul edilir (Tıpta ve Dış Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği, 2022).

Aday uzmanlık eğitime devam ediyorken DUS' a tekrar girerse, uzmanlık eğitiminden istifa etmesi durumunda istifadan sonra yapılacak ilk DUS' a girerse ve DUS' u kazanıp bir uzmanlık eğitim programına atandıktan sonra eğitime başlamadığında takip eden ilk DUS sınavında girerse mesleki bilgi puanı yüzde 5 oranında düşürülür (Tıpta ve Dış Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği, 2022).

ÖSYM her sınav ve yerleştirme dönemi için ilkeleri ve süreci ayrıntılı olarak açıklayan bir kılavuz hazırlayıp yayımlar (Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği, 2022). 2025 yılı 1. DUS sınavı için ÖSYM tarafından açıklanan başvuru kılavuzuna göre;

- 1- Toplam soru sayısı 120'dir. DUS mesleki bilgi sınavının yaklaşık kapsamı Tablo 1'de verilmiştir.
- 2- Sınav süresi 150 dakikadır.
- 3- Sınav Ankara tek merkezde ve İstanbul iki ayrı merkezde yapılır.
- 4- DUS sorularının kapsamı; diş hekimliği alanındaki temel kavramları, ilkeleri ve tedavi yöntemlerini tanıma ve kavrama; bu kavram, ilke ve tedavi yöntemlerini kapsayıcı şekilde düşünme ve gerekli hallerde uygulama yeteneğini sınavan sorulardır.
- 5- Sınav sonuçları sadece ilgili sınav döneminde geçerlidir.
- 6- Sıralamalar belirlenirken iki ayrı puan hesaplaması yapılır. Aday Klinik Bilimler Puanı (K) ve Temel bilimler Puanına (T) göre ayrı ayrı iki sıralamaya dahil edilir. Puan hesaplama katsayıları Tablo 2'de verilmiştir.
Adaylar temel branş tercih edeceklerse T puanı ve klinik branşları tercih edeceklerse K puanı dikkate alınır.
- 7- Adayların herhangi bir kadroya tercih yapabilmesi için en az 45 puan alması gerekir.
- 8- Her yıl yayınlanan başvuru kılavuzunda adayların başvuracağı kadrolar duyurulur (ÖSYM, 2025).

Tablo 1*Branşlara Göre Yaklaşık Soru Dağılımı*

	Branşlar	Yüzde Dağılımı	Soru Sayısı
Temel Bilimler Testi	Fizyoloji	5	6
	Tıbbi Farmakoloji	4	4
	Anatomi	5	6
	Tıbbi Biyokimya	5	6
	Tıbbi Mikrobiyoloji	5	6
	Tıbbi Patoloji	4	4
	Histoloji ve Embriyoloji	4	4
	Tıbbi Biyokimya ve Genetik	4	4
Klinik Bilimler Testi	Çocuk Diş Hekimliği	8	10
	Protetik Diş Tedavisi	8	10
	Periodontoloji	8	10
	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	8	10
	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	8	10
	Ortodonti	8	10
	Endodonti	8	10
	Restoratif Diş Tedavisi	8	10
	TOPLAM	100	120

Yukarıdaki tabloda verilen soru dağılımı kesinlik taşımamaktadır. Test planının gerektirmesi halinde bir branştan hiç soru sorulmayacağı gibi burada bulunmayan alanlardan da soru sorulabilir (ÖSYM, 2025).

Tablo 2*Klinik ve Temel Bilimlere Göre K ve T Puanı Tablosu*

	Klinik Bilimler Puan Katsayısı	Temel Bilimler Puan Katsayısı
K Puanı	0,4	0,6
T Puanı	0,6	0,4

ÖSYM'nin 7 Haziran 2013 tarihinde DUS sorularının hangi kaynaklardan hazırlandığını duyurmuştur. Bu bildiriye göre sorulara olası itirazların ÖSYM tarafından duyurulan DUS kaynaklarına atıf yapılarak hazırlanması gereklidir. ÖSYM tarafından açıklanan toplamda 42 adet referans kaynak bulunmaktadır (ÖSYM, 2013).

ÖSYM tarafından duyurulan kaynakların yabancı dilde olması, ilgili alanlarda yaygın kabul gören kaynak kitaplar olması nedeniyle belli aralıklarla yeni baskılar yapması ve her branş için 2 veya 3 ayrı referans kitabın belirlenmiş olması nedeniyle DUS' a hazırlanan adayların sürecinin zorlaştıracığı muhtemeldir. Bu durum adayların lisans eğitimine ek olarak özel DUS kurslarından ve kitaplarından yararlanmalarının gerekçesi olabilir (Çulhaoğlu vd., 2021).

Basmacı ve Ateş'in yaptığı bir çalışmada DUS' ta soruların Protetik Diş Tedavisi sorularının DUÇEP ile uyumlu olduğu ortaya konmuştur (Basmacı & Ateş, 2025). Benzer şekilde Acartürk'ün yaptığı çalışmada DUS' ta sorulan Restoratif Diş Tedavisi sorularının DUÇEP ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Acartürk, 2023). Şahin çalışmasında DUS' ta sorulan Endodonti sorularından daha başarılı sonuçlar alabilmek için güncel DUÇEP kriterlerinin takibinin gerekli olduğunu ortaya koymuştur (Şahin, 2024).

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TERCİHLERİ

Maddi imkanlar, mesleki ilgi ve kişisel yetkinlikler gibi birçok etken diş hekimliğinde uzmanlık tercihinin etkilemektedir (Wright vd., 2008). Alrashdan ve ark. yaptıkları çalışmada diş hekimliğinde uzmanlık branş tercihinde; ülkelerin maddi imkanları, diş hekiminin maddi hedefleri, uzmanlık alanının bulunduğu ülkedeki prestiji ve uzmanlık eğitim süresi gibi pek çok faktör etkili olmaktadır (Alrashdan vd., 2018).

Aksoy ve ark. yapmış oldukları çalışmada uzmanlık alanı ile ilgili düşüncelerin ilk kez preklinik eğitimi sırasında olduğu, takip eden yıllarda klinik uygulama eğitimi ve ders veren öğretim üyelerinin etkisi ile şekillendiğini tespit etmişlerdir (Aksoy & Yanıkoğlu, 2019).

Çelik ve Tuncer'in 2016 yılında yapmış oldukları çalışma diş hekimliği öğrencilerinin eğitim sırasında maruz kaldıkları stresin, olumlu ve olumsuz klinik deneyimlerin uzmanlık alanı tercihini etkilediğini ortaya koymuştur (Çelik & Tuncer, 2016).

Aksoy ve ark.'nın yaptıkları çalışmada diş hekimliği lisans öğrencilerine uzmanlık yapmayı istedikleri ilk üç bölüm sorulduğunda ağırlıklı olarak ilk tercihleri Ortodonti olmuştur (Aksoy & Yanıkoğlu, 2019).

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde eğitim gören 3.,4. ve 5. sınıftaki öğrencilerle yapılan bir çalışmada Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi uzmanlık hedefi olarak ilk sırada tercih edilmiştir (Taşşöker & Çelik, 2019). Yine başka bir çalışmada benzer şekilde Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi branşının uzmanlık eğitimi açısından ilk tercih olduğu tespit edilmiştir (Kızılcı vd., 2022).

Diş hekimliğinde uzmanlık branşı olarak en çok tercih edilenler Ortodonti ve Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi' dir. Bu durum son on yılda yapılan uzmanlık sınavlarında bu bölümlerin en yüksek puanlı bölümler olması ile uyumludur. Uzmanlık eğitimi almak isteyen adayların Ortodonti ve Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi branşlarını daha çok tercih etmelerinin sebebi, bu iki branşın uzmanlık eğitiminde lisans eğitimi yer almayan teknik ve teorik bilginin veriliyor olması ve uzmanlık eğitimi sonrasında meslek hayatında daha iyi maddi imkanlara sahip olmaları olabilir (Aksoy & Yanıkoğlu, 2019; Çulhaoğlu vd., 2021).

DIŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK EĞİTİMİ

06.04.2011 tarihli ve 6225 sayılı kanunun 10.maddesi hükmünce 8 uzmanlık dalı belirlenmiştir Tablo 3'de diş hekimliğinde uzmanlık ana dalları ve eğitim sürelerine dair verilen bilgiler verilmiştir (6225 Sayılı Kanun, 2011). 2018 yılında yapılan değişiklikte birlikte Oral Patoloji uzmanlık alanı olarak tanınmıştır. Böylece toplamda 9 diş hekimliği uzmanlık alanı yasal zemin kazanmıştır (Ak, 2023).

Tablo 3

Uzmanlık Eğitimi Branşları ve Eğitim Süreleri

	Branşlar	Eğitim Süresi
Temel Branş	Oral Patoloji	4 yıl
Klinik Branş	Restoratif Diş Tedavisi	3 yıl
	Protetik Diş Tedavisi	3 yıl
	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	4 yıl
	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	3 yıl
	Periodontoloji	3 yıl
	Ortodonti	4 yıl
	Endodonti	3 yıl
	Çocuk Diş Hekimliği	3 yıl

2011 tarihli yasal düzenleme ile daha önceden doktora programlarını tamamlamış olanlara ve doktora programına halen devam etmekte olanların doktora programını başarı ile bitirmeleri şartı ile doktora yaptıkları alanlarda uzmanlık belgesinin verilmesine karar verilmiştir. Bu sayede uzmanlık eğitiminin verilmesi için bir zemin hazırlanmıştır. Bu yasal düzenleme sonrasında doktora programına başlayan adaylar doktorayı bitirmeleri halinde uzman diş hekimi unvanı alamazlar (6225 Sayılı Kanun, 2011).

TUEY'e göre diş hekimliğinde uzmanlık eğitimi Tıpta Uzmanlık Kurulu (TUK) ve TUK'un yetkilendirildiği kurum ve kişilerce yürütülür. İlgili yönetmeliği göre TUK'un bazı görevleri; kurumlara uzmanlık eğitim yetkisi vermek ve yetkiyi kaldırmak; uzmanlık eğitiminin standartlarını ve çekirdek eğitim müfredatını belirlemek; uzmanlık eğitimi boyunca farklı branşlardan alınması gereken rotasyonları ve rotasyon sürelerini belirlemek; uzmanlık eğitimi verme yetkisi onaylanan programları uzmanlık eğitimi müfredatına uygunluk açısından denetlemek; uzmanlık bitirme sınav jürisi belirleme esaslarını düzenlemek; uzmanlık eğitimi programlarının kontenjanları ile ilgili görüş vermek (Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği, 2022).

Bir eğitim kurumundaki programın diş hekimliğinde uzmanlık eğitimi verebilmesi için TUK tarafından belirlenen ve ihtiyaç halinde güncellenen eğitim standartlarını sağlama şartı vardır. Eğitim programlarının uzmanlık eğitimi vermek ve bu eğitime devam edebilmek için bu şartları

sağlaması beklenir. Bu şartlar eğitici sayısı standardı ve mekân & donanım standardı başlıkları altında sırasıyla Tablo 4 ve Tablo 5’ da verilmiştir (TUK, t.y.-a).

Tablo 4

Uzmanlık Eğitimi İçin Gerekli Eğitici Standartları

	Branşlar	Eğitici Standardı
Temel Branş	Oral Patoloji	En az birisi doçent olan toplamda en az 2 eğitici bulunmalı
Klinik Branş	Restoratif Diş Tedavisi	En az birisi doçent olan toplamda en az 2 eğitici bulunmalı
	Protetik Diş Tedavisi	En az birisi doçent olan toplamda en az 2 eğitici bulunmalı
	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	En az birisi doçent olan toplamda en az 2 eğitici bulunmalı
	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	En az bir eğitici bulunmalı
	Periodontoloji	En az birisi doçent olan toplamda en az 2 eğitici bulunmalı
	Ortodonti	En az iki eğitici bulunmalı
	Endodonti	En az iki eğitici bulunmalı
	Çocuk Diş Hekimliği	En az iki eğitici bulunmalı

Tablo 5

Uzmanlık Eğitimi İçin Gerekli Mekân ve Donanım Standartları

Branşlar	Mekân & Donanım Standardı
Oral Patoloji	✓ Makroskopi alanı ✓ Teknik birim (doku takip gömme, kesit alma, boyama, sitoloji) ✓ Frozen makinesi ✓ Eğitim için mikroskop ✓ İmmünohistokimya makinası ✓ Floresan özellikli mikroskop ✓ Uzmanlık eğitimi biriminin yetkilendirilebilmesi amacıyla; 24 aylık patoloji rotasyonunun alınacağı program birim yöneticisi ile Oral Patoloji program birim yöneticisi ile birlikte kabul edilmiş ve kurum üst yöneticisi tarafından kabul edilmiş sözleşme olmalı ✓ Uzmanlık öğrencisinin incelemesi gereken patoloji numunesi sayısı: En az 4500'dir
Restoratif Diş Tedavisi	✓ İki uzmanlık öğrencisine bir diş ünitesi ✓ Polimerizasyon için gerekli ışık cihazları ✓ Ofis bleaching sistemi ✓ Renk analiz cihazı ✓ Kompozit inley / onley cihazı ✓ Koterizasyon cihazı ✓ Büyüteçli gözlük
Protetik Diş Tedavisi	✓ İki uzmanlık öğrencisine bir diş ünitesi ✓ Protez laboratuvarı ✓ Paralelometre veya freze cihazı ✓ Renk analiz cihazı ✓ Porselen fırını
Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	✓ Üniversitede ameliyathane ✓ Ameliyat sonrası takip birimi ✓ Üniversitede yoğun bakım

	✓ Üniversitede yataklı servis ✓ İki uzmanlık öğrencisine bir diş ünitesi ✓ Lokal cerrahi birimi ✓ Ortognatik cerrahi seti ✓ Dudak damak yarığı cerrahi seti ✓ Temporomandibular eklem cerrahi seti ✓ Travma cerrahi seti
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	✓ Rapor alanı ✓ Diş ünitesi ✓ Vitalite ölçüm cihazı ✓ İntraoral röntgen aleti ✓ Sefalometrik ve panoramik röntgen aleti ✓ Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ✓ Ultrason ✓ Dijital görüntü algılayıcı cihaz
Periodontoloji	✓ Kurumda ameliyathane ✓ İki uzmanlık öğrencisine bir diş ünitesi ✓ El aletleri (muayene ve ağız hijyeni sağlama amaçlı) ✓ Ultrasonik diş yüzeyi temizleme aletleri ✓ Büyüteçli gözlük ✓ Piezo cerrahi aleti ✓ Lokal cerrahi ameliyathane ✓ Fizyodispenser
Ortodonti	✓ Sefalometrik hesaplama alanı ✓ Hareketli ve sabit tedavi yapmak için tüm alet ve cihazlar ✓ Ortodontik amaçlı kullanılacak olan laboratuvarda bulunması gereken tüm alet ve cihazlar ✓ Çizim ve model analizi için gerekli donanım
Endodonti	✓ İki uzmanlık öğrencisine bir diş ünitesi ✓ Görüntüleme birimi ✓ Anestezi ve reanimasyon uzmanının sedasyon yapabileceği birim ✓ Ameliyathane

	✓ Endodontik tedavi aletleri ✓ Endodontik amaçlı döner alet ✓ Apeks bulucu elektronik cihaz ✓ Endodontik cerrahi için gerekli ekipmanlar ✓ Büyütmeli gözlük ✓ Operasyon mikroskobu
Çocuk Diş Hekimliği	✓ İki uzmanlık öğrencisine bir diş ünitesi ✓ Üniversitede sedasyon ünitesi ✓ Apey laboratuvarı ✓ Üniversitede ameliyathane ✓ Cerrahi seti ✓ Travma seti ✓ Ortodontik pens ✓ Mobil ünite (Genel anestezi için)

Uzmanlık eğitimi alınan bir branş ile ilişkili veya ortak alanlarda eğitimin niteliğini yükseltmek için TUK tarafından tanımlanan her branş için belirlenmiş rotasyon branşları ve rotasyon süreleri Tablo 6’de verilmiştir (TUK, t.y.-b).

Tablo 6

Uzmanlık Eğitimi Sırasında Alınması Gereken Rotasyonlar ve Rotasyon süreleri

Branşlar	Eğitim Yılı	Rotasyon Branşı	Süre
Oral Patoloji	1. yıl	Tıbbi Patoloji	24 ay
Restoratif Diş Tedavisi	2. yıl	Periodontoloji	1 ay
Protetik Diş Tedavisi	2. yıl	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	1 ay
Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	1. yıl	Ortodonti	1 ay
	1. yıl	Acil tıp	2 ay
	2. yıl	Anesteziyoloji ve reaminasyon	2 ay
	3. yıl	Plastik, Rekonstikrűf ve Estetik Cerrahi	3 ay
	3. yıl	Kulak Buruk Boğaz Hastalıkları	3 ay
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	1. yıl	Radyoloji	2 ay
	2. yıl	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	1 ay
Periodontoloji	1. yıl	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	1 ay
	2. yıl	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	1 ay
Ortodonti	2. veya 3.	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	1 ay
	2. veya 3.	Periodontoloji	1 ay
Endodonti	2. yıl	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	1 ay
Çocuk Diş Hekimliği	1. yıl	Ortodonti	1 ay
	1. yıl	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	1 ay
	1. yıl	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	1 ay
	2. yıl	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	1 ay

Uzmanlık eğitiminin tamamlanması için; uzmanlık tezinin kabul edilmesi, eğitimin süresinin tamamlanması, rotasyonların tamamlanması, öğrencinin uzmanlık eğitim karnesinin birim eğitim sorumlusu tarafından onaylanması ve uzmanlık eğitimi bitirme sınavının başarıyla tamamlanması gerekmektedir (Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği, 2022).

SONUÇ

Diş hekimliğinde uzmanlık eğitimi mesleki yeterliliğin artırılması için önemli bir kariyer tercihidir. Türkiye’de uzman diş hekimi olabilmek öncelikle için DUS sınavından başarılı olmak ve bir alanda uzmanlık eğitim programına yerleşmek gerekmektedir. Uzmanlık eğitimi tamamlayan diş hekimleri özel sektörde, kamuda ve öğretim üyesi olarak üniversitelerde çalışabilir. Bununla birlikte artan diş hekimi sayısı DUS’ a olan talebi artırmaktadır. Yeni mezun diş hekimlerinin çoğunluğunun başvurdukları bu sınav gelecek yıllarda da önemini artırarak devam edecektir. Bu nedenle DUS’ un genel kapsamının anlaşılması, DUS’ a girecek adayların uzmanlık tercihlerinin bilinmesi ve uzmanlık eğitiminin temel ilkelerinin öğrenilmesi uzmanlık eğitimi almak isteyen diş hekimliği öğrencileri ve mezun diş hekimleri için oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Acartürk, M. (2023). Diş hekimliği uzmanlık eğitimi giriş sınavında sorulan restoratif diş tedavisi sorularının incelenmesi. *Selcuk Dental Journal*, 10(3), 565–569. <https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1205405>
- Ak, G. (2023). Diş hekimliğinde uzmanlığın gelişimi. *Türkiye Klinikleri Tıp Etiği-Hukuku-Tarihi – Özel Konular*, 9(1), 19–22.
- Aksoy, A., & Yanıkoğlu, N. (2019). Diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin protetik diş tedavisi anabilim dalında uzmanlaşma konusundaki motivasyonlarının değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 29(4), 623–630. <https://doi.org/10.17567/ataunidfd.437118>
- Alrashdan, M. S., Alazzam, M., Alkhader, M., & Phillips, C. (2018). Career perspectives of senior dental students from different backgrounds at a single Middle Eastern institution. *BMC Medical Education*, 18(1), Article 283. <https://doi.org/10.1186/s12909-018-1386-9>
- Alshahrani, S., Masud, N., Moukaddem, A., Alswayyed, T., Masoud, H., Almothen, M., & Alshammari, Y. (2018). Emerging trends in dental specialty and employment choice among male dentists graduating from King Saud University between 2005 and 2015. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 70(6), 948–954. <https://doi.org/10.12816/0044341>
- 6225 sayılı Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. (2011, 26 Nisan). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı: 27897).
- Basmacı, F., & Ateş, G. (2025). Diş hekimliğinde uzmanlık sınavında sorulmuş protetik diş tedavisi sorularının retrospektif analizi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 31(2), 266–273. <https://doi.org/10.5336/dentalsci.2024-106302>
- Çelik, Ç., & Tuncer, D. (2016). Diş hekimliği fakültesi öğrencilerinde strese neden olan faktörlerin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25(2). <https://doi.org/10.17567/dfd.93388>
- Çulhaoğlu, A. K., Kılıçarslan, M. A., & Deniz, K. Z. (2021). Diş hekimliğinde uzmanlık sınavının farklı eğitim seviyelerdeki algı ve tercih durumlarının değerlendirilmesi.

- Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 31(3), 420–426.
<https://doi.org/10.17567/ataunidfd.911839>
- Kaptı, Y., & Özdoğan, A. (2021). Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğrencilerinin protetik diş tedavisi uzmanlığı hakkındaki görüşlerinin değerlendirilmesi. *Selcuk Dental Journal*, 8(1), 69–75. <https://doi.org/10.15311/selcukdentj.557266>
- Kızılcı, E., Duman, B., & Demiroğlu, C. (2022). Diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin pedodonti anabilim dalında uzmanlaşma konusundaki tercihlerinin değerlendirilmesi. *Selcuk Dental Journal*, 9(1), 147–152. <https://doi.org/10.15311/selcukdentj.827916>
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı. (2011, 28 Eylül). 2012 Diş Hekimliği Uzmanlık Eğitimi Giriş Sınavı (DUS) ilkbahar dönemi. <https://www.osym.gov.tr/TR,5819/2012-dis-hekimligi-uzmanlik-egitimi-giris-sinavidus-ilkbahar-donemi28092011.html>
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı. (2013, 7 Haziran). DUS kaynakları [PDF]. 7 Temmuz 2025 tarihinde <https://www.osym.gov.tr/Eklenti/2568,dus-kaynaklar07062013pdf.pdf?0> adresinden erişildi.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı. (2025, 3 Mart). 2025 Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Giriş Sınavı (2025-DUS 1. Dönem) kılavuzu. 7 Temmuz 2025 tarihinde https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2025/DUSDONEM1/kilavuz_ds1d0303202_5.pdf adresinden erişildi.
- Sezer, B., Kolay, D., Şen Yavuz, B., Güneyligil Kazaz, T., & Kargül, B. (2022). Motivations, attitudes for choosing dental profession and preferred dental specialties amongst Turkish dental students. *European Journal of Dental Education*, 26(2), 422–433. <https://doi.org/10.1111/eje.12749>
- Şahin, E. G. (2024). Diş hekimliğinde uzmanlık sınavında sorulmuş endodonti sorularının retrospektif analizi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 30(1), 107–114. <https://doi.org/10.5336/dentalsci.2023-100386>
- Taşsöker, M., & Çelik, M. (2019). Diş hekimliği öğrencilerinde mezuniyet sonrası kariyer ve uzmanlık motivasyonu. *Selcuk Dental Journal*, 6(4), 108–111.

- Taşsöker, M., Kök, H., & Özcan Şener, S. (2017). Knowledge on dental specialties among dental patients who referred to a dental faculty. *Yeditepe Dental Journal*, 13(3), 25–30. <https://doi.org/10.5505/yeditepe.2017.47966>
- T.C. Sağlık Bakanlığı Tıpta Uzmanlık Kurulu. (t.y.-a). *TUK eğitim standartları hakkında karar (Karar No: 1026)*. 7 Temmuz 2025 tarihinde <https://tuk.saglik.gov.tr/TR-30423/tuk-egitim-standartlari-hakkinda-karar-no-1026.html> adresinden erişildi.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Tıpta Uzmanlık Kurulu. (t.y.-b). *Uzmanlık eğitimi rotasyonları*. 7 Temmuz 2025 tarihinde <https://tuk.saglik.gov.tr/TR-89541/uzmanlik-egitimi-rotasyonlari.html> adresinden erişildi.
- Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği. (2022, 3 Eylül). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı: 31942).
- Türk Dişhekimleri Birliği. (2025). *Diş hekimliği eğitimi ve insan gücü: Mart 2024*. https://www.tdb.org.tr/ekler/Dishekimligi_Egitimi_ve_Insangucu-2024.pdf
- Whitehouse, N. H. (1996). Establishing a standard training pathway for the dental specialties in the European Community—Is there a simple way forward? *International Dental Journal*, 46(2), 113–116.
- Wright, R. F., Dunlop, R. A., Kim, F. M., & Douglass, C. W. (2008). A survey of program directors: Trends, challenges, and mentoring in prosthodontics. Part 1. *Journal of Prosthodontics*, 17(1), 69–75. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2007.00243.x>

BÖLÜM 6

BEYAZ NOKTA LEZYONLARININ TANISI VE GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Selin Seda ÇAĞLAR AŞKIN¹

¹ Araştırma Görevlisi, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi A.D.Konya,TÜRKİYE, E-Mail: selin.caglar@selcuk.edu.tr, ORCID: 0009-0008-0674-2829

1. Giriş

Diş çürüğünün başlangıç aşamasındaki mineral kaybı, minenin optik özelliklerini değiştirerek opak alanların oluşmasına neden olmaktadır (Featherstone 2004). Beyaz nokta lezyonları (BNL), mine yüzey bütünlüğünün korunduğu, remineralizasyon potansiyeline sahip erken dönem demineralizasyon alanlarıdır (Paula ve ark 2017). Artan mine porozitesi ve kırılma indeksi farklılıkları, karakteristik beyaz görünümü oluştururken yetersiz ağız hijyeni, azalmış tükürük akışı ve florür eksikliği lezyon gelişimini kolaylaştırmaktadır (Eckstein ve ark 2015).

BNL tedavisinde diş dokusunu koruyan minimal invaziv ve non-invaziv yaklaşımlar ön plandadır (Doméjean ve ark 2015). Remineralizasyon, mikroabrazyon ve beyazlatma başlıca seçenekler olup ileri olgularda restoratif tedaviler uygulanabilmektedir (Pontes ve ark 2012, Shafiei ve ark 2014). Florür ve kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) ile gerçekleştirilen remineralizasyon, hasta uyumuna bağlı olmakla birlikte (Torres ve ark 2012), yüzeyel tabakayla sınırlı kalarak lezyonun opak görünümünü tamamen gideremeyebilmektedir (Zawaideh 2014).

Yüzey örtücü materyaller başlangıç çürüklerinin ilerlemesini sınırlandırsa da lezyon içerisindeki mikroporoziteler difüzyona olanak sağlamaktadır (Torres ve ark 2012). Robinson ve arkadaşları, demineralize mineye rezorsinol-formaldehit rezinlerinin infiltrasyonu ile sızdırmazlık oluşturmayı amaçlamıştır (Robinson 1976). Günümüzde rezin infiltrasyonu, düşük viskoziteli rezinin lezyon gövdesine penetrasyonu ile difüzyon bariyeri oluşturan minimal invaziv bir tedavi yaklaşımıdır (Doméjean ve ark 2015).

Rezin infiltrasyonu, başlangıç çürüklerinin ilerlemesini kontrol altına alırken beyaz opasitelerin estetik olarak maskelenmesini de sağlamaktadır. Özellikle anterior dişlerde estetik sorun oluşturan opasitelerde kullanılmaktadır (Manoharan ve ark 2019). İnfiltrant rezin, mine gözeneklerini doldurarak difüzyonu ve ışık saçılımını azaltmakta, böylece lezyonun optik özelliklerini iyileştirmektedir (Paris ve Meyer-Lueckel 2012).

2. Mine Yüzeyindeki Beyaz Leke Lezyonları

G.V. Black, 1908 yılında mine yüzeyindeki beyaz nokta lezyonlarını, parlak ve bütünlüğü korunmuş mine tabakasıyla örtülü, muayene aletlerinin sağlam mine yüzeyine benzer şekilde üzerinden kayabildiği beyaz veya kül grisi alanlar olarak tanımlamıştır (Black 1908).

BNL, mine yüzeyinde opak beyaz alanlar şeklinde gözlenen, plak ve bakteriyel asit birikimi ile yetersiz ağız hijyenine bağlı gelişen demineralizasyon sonucu oluşan lezyonlardır (Tajmehr 2020). Bu süreçte, mineral içeriği azalmış yüzey altı mine tabakası, remineralize olmuş yüzeyel minenin altında kalmaktadır. Demineralize bölgedeki mikroyapısal düzensizlikler ışığın saçılmasına neden olarak karakteristik opak beyaz görünümü oluşturmaktadır (Tajmehr 2020).

Dişlerde beyaz opasitelerin oluşumuna neden olabilen diğer durumlar şunlardır (Tajmehr 2020):

- Dental florozis: Daimi dişlerin gelişim döneminde aşırı florür alımına bağlı ortaya çıkan mine değişiklikleridir.
- Konjenital hipomineralizasyon: Diş gelişimi sırasında enfeksiyon veya travma gibi etkenlerle ilişkili olarak meydana gelen mineralizasyon bozukluğudur.
- Molar insizör hipomineralizasyonu: Molar ve insizör dişleri etkileyen, mine mineralizasyonundaki yetersizlikle karakterize gelişimsel bir anomalidir.
- Sabit ortodontik tedaviye bağlı mine demineralizasyonu: Yetersiz ağız hijyeni nedeniyle ortodontik braketlerin çevresinde plak birikmesi sonucunda gelişen mineral kaybıdır.

Demineralizasyon Kaynaklı Beyaz Nokta Lezyonları

Applebaum ve Silverstone'un çalışmaları, başlangıç mine çürüklerinde yüzey bütünlüğünün büyük ölçüde korunduğunu ve sağlam görünümlü yüzey tabakasının altında poröz bir lezyon gövdesi bulunduğunu göstermiştir (Applebaum 1932, Kielbassa ve ark 2009).

BNL, plak birikimini artıran ortodontik apareylerin kullanımıyla daha sık görülmekte ve yaklaşık iki haftada gelişebilmektedir (Holmen ve ark 1985). Klinik olarak fark edilebilmeleri için lezyon derinliğinin yaklaşık 300–500 µm'ye ulaşması gerekmektedir (Sadıkoğlu 2020).

BNL, anterior dişlerin labial ve posterior dişlerin interproksimal yüzeylerinde opak beyaz alanlar şeklinde görülmektedir. Mine (1,62), tükürük (1,33) ve hava (1,00) arasındaki kırılma indeksi farklılıkları nedeniyle kurutma sonrasında ışık saçılımı artarak opak görünüm belirginleşmektedir (Kidd ve Fejerskov 2004, Denis ve ark 2013). Gözeneklerin metakrilat esaslı rezinlerle doldurulması ise ışık saçılımını azaltarak opasiteleri maskeleymektedir (Denis ve ark 2013).

Histolojik olarak başlangıç mine çürükleri; saydam tabaka, lezyon gövdesi, karanlık tabaka ve yüzeyel tabakadan oluşmaktadır. Histolojik olarak başlangıç mine çürükleri; yüzeyel tabaka, lezyon gövdesi, karanlık tabaka ve saydam tabaka olmak üzere dört bölgeden oluşmaktadır. Saydam tabakada yaklaşık %1, karanlık tabakada %2–4 ve lezyon gövdesinde %5–25 oranında porozite bulunurken yüzeyel tabaka, %1'in altındaki porozite oranıyla nispeten sağlam yapısını korumaktadır (Kidd ve Fejerskov 2004).

3. Beyaz Nokta Lezyonlarının Tespitinde Kullanılan Yöntemler

BNL tanısında kullanılan ideal bir yöntemin, lezyon varlığını doğru belirleyebilmesi için yüksek duyarlılığa, lezyon bulunmayan durumları doğru değerlendirebilmesi için ise yüksek özgüllüğe sahip olması gerekmektedir (Khatri ve ark 2021).

A. Geleneksel Tanı Yöntemleri

BNL tanısında görsel, dokunsal, radyografik ve fotoğrafik muayene yöntemleri, kolay uygulanabilir ve ekonomik olmaları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Khatri ve ark 2021).

a. Görsel Muayene

Muayene öncesinde diş yüzeyi temizlenmeli ve yeterli aydınlatma altında en az 5 saniye kurutulmalıdır. Kurutmayla mine porozitelerindeki suyun yerini havanın alması, ışık saçılımını artırarak lezyonların opak görünümünü belirginleştirmektedir (Sadıkoğlu 2020). Görsel muayene, kaviteyonlu lezyonlarda etkiliyken aproksimal ve kaviteyonsuz oklüzal çürüklerde sınırlıdır (Kidd ve Fejerskov 2003). Bu nedenle radyografik ve dokunsal değerlendirmeye desteklenmektedir.

b. Radyografik Muayene

Bite-wing radyografi, özellikle aproksimal çürüklerin tespiti ve derinliklerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Janjic Rankovic ve ark 2021). Aproksimal ve oklüzal dentin çürüklerinde görsel muayeneden %50–70 daha yüksek duyarlılık gösterdiği bildirilmiştir (Diniz ve ark 2012).

c. Fotoğrafik Muayene

İntraoral fotoğrafçılıkta standart görüntüler için 100 mm makro lens, f/25 diyafram açıklığı ve uygun diş konumlandırması önerilmektedir. Yöntem, lezyonların tespiti ve takibinde yararlı olmakla birlikte derinliklerinin nicel değerlendirilmesinde sınırlıdır (Izhar 2021).

B. Güncel Tanı Yöntemleri

Çürük lezyonlarının erken tanısı, non-invaziv tedavilerin uygulanabilmesi açısından önemlidir (Spiguel ve ark 2009). Geleneksel tanı yöntemlerinin erken lezyonları saptamadaki sınırlılıkları ve sivri uçlu sondların mine hasarına yol açabilmesi, elektriksel iletkenlik, floresans, termografi, terahertz ve optik görüntüleme esaslı alternatif yöntemlerin geliştirilmesini sağlamıştır (Khatri ve ark 2021).

a. Elektriksel İletkenlik Ölçümleri

Sağlam mine yüksek mineral içeriği nedeniyle elektrik akımına direnç gösterirken, demineralizasyonla oluşan poroziteler elektriksel iletkenliği artırmaktadır (Sikri 2017). Bu prensibe dayalı geliştirilen cihazlardan biri Electronic Caries Monitor (ECM) sistemidir (Stookey ve ark 1999). Ölçüm, diş yüzeyine yerleştirilen prob ve oral dokularla temas eden referans elektrodu aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. ECM, 23 Hz alternatif akımla bölgeye veya yüzeye özgü ölçüm yapmakta; prob doğrudan fissüre yerleştirilmekte veya mine yüzeyine elektrolit uygulanmaktadır (Mohanraj ve ark 2016). Plak uzaklaştırılıp yüzey nemlendirildikten sonra kurutma sırasında iki ölçüm yapılarak ortalaması kaydedilmektedir (Lussi ve ark 1995).

b. Floresans Teknikleri

Diş dokusunun doğal floresansı, demineralizasyonla azalmakta ve bu değişim bakteriyel metabolizmayla ilişkili protoporfirin gibi pigmentlerden etkilenmektedir (Mital ve ark 2014). Çürük tanısında kullanılan optik yöntemler arasında fiber optik transillüminasyon (FOTI), dijital FOTI (DIFOTI), yakın kızılötesi transillüminasyon (NIDIT), lazer floresans (LF), kantitatif ışıkla indüklenen floresans (QLF), boya ile güçlendirilmiş lazer floresans (DELF) ve multifoton görüntüleme bulunmaktadır (Mital ve ark 2014).

- **Fiber Optik Transillüminasyon (FOTI)**

Fiber optik transillüminasyon (FOTI), iyonize radyasyon içermeyen, diş dokularının ışık geçirgenliği farklılıklarına dayanan bir tanı yöntemidir. Özellikle aproksimal çürükler, BNL ve mine çatlaklarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Mital ve ark 2014). Yöntemde 450–700 nm dalga boyundaki görünür ışık kullanılmakta ve demineralize alanlar artan ışık saçılımı nedeniyle koyu gölgeler şeklinde izlenmektedir (Garg ve ark 2014).

FOTI, hızlı, ekonomik ve non-invaziv olmakla birlikte görüntü kaydının yapılamaması ve gözlemciye bağımlılık önemli sınırlılıklarıdır (Kırzioğlu ve ÖE 2009). Bu sınırlılıkları gidermek amacıyla geliştirilen dijital fiber optik transillüminasyon (DIFOTI), görüntülerin kaydedilmesini sağlarken yakın kızılötesi transillüminasyon (NIDIT) daha derin ışık penetrasyonu ve gelişmiş görüntü kalitesi sunmayı amaçlamaktadır (Mital ve ark 2014).

- **Lazer Floresans (LF, DIAGNOdent ve DIAGNOdent Pen)**

Lazer floresans (LF), 655 nm dalga boyundaki lazer ışığıyla çürük dokulardan yayılan floresans sinyallerini ölçen optik bir tanı yöntemidir (Mital ve ark 2014). Bu prensiple geliştirilen DIAGNOdent (DD; KaVo, Almanya), özellikle bakteriyel porfirinlerden kaynaklanan floresansı 0–99 arasında sayısal değerlere dönüştürmektedir (Hibst ve Gall 1998). Cihazın kablosuz modeli DIAGNOdent Pen olarak adlandırılmaktadır (Tomczyk ve ark 2013).

DD ölçümlerinde üreticiye göre 5–25 başlangıç çürüğünü, 26–35 erken dentin çürüğünü, 35 üzerindeki değerler ise ilerlemiş dentin çürüğünü göstermektedir (Korkut ve ark 2011). Özellikle pit ve fissür çürüklerinin değerlendirilmesinde kullanılan DIAGNOdent, non-invaziv ve tekrarlanabilir bir yöntemdir (Lussi ve ark 2004). Ancak plak, diş taşı, renklenmeler ve restoratif materyaller yanlış pozitif sonuçlara neden olabilmektedir (Lussi ve ark 2004). Sistemik bir derlemede görsel-dokunsal muayeneden daha duyarlı olduğu, ancak klinik kanıtların sınırlı kaldığı belirtilmiştir (Hendre ve ark 2017).

Boya ile güçlendirilmiş lazer floresans (DELF) yönteminde ise poröz lezyonlara nüfuz eden boyalar floresans sinyalini artırarak özellikle aproksimal yüzey altı lezyonların tespitini kolaylaştırmaktadır (Garg ve Garg 2008).

- **Kantitatif Işıklı İndüklenen Floresans (QLF)**

Kantitatif ışıklı indüklenen floresans (QLF), demineralizasyona bağlı doğal floresans kaybını ölçerek mine lezyonlarının ilerlemesini ve remineralizasyonunu değerlendiren non-

invaziv bir yöntemdir (Pretty 2006, Karlsson 2010). Diş yüzeyi mavi-mor ışıkla aydınlatılmakta ve oluşan floresans görüntüleri kamera aracılığıyla kaydedilmektedir. Sağlam mine referans alınarak floresans kaybı (%), lezyon alanı (mm²) ve bunların çarpımı olan ΔQ (%·mm²) hesaplanmaktadır (Korkut ve ark 2011).

QLF ölçümleri ile mineral kaybı arasında güçlü korelasyon bildirilmiştir (Heinrich-Weltzien ve ark 2003). Yöntem; koruyucu tedavilerin etkinliğinin, florozisin, dental erozyonun ve beyazlatma işlemlerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Pretty ve ark 2006). Ayrıca dental plakla ilişkili kırmızı floresansın ölçülmesine olanak sağlamakla birlikte bu uygulamaya ilişkin klinik kanıtlar sınırlıdır (Karlsson 2010).

c. Multifoton Görüntüleme

Geleneksel floresans görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak multifoton görüntüleme, diş dokusundaki floresan özellik gösteren moleküllerin eş zamanlı olarak iki kızılötesi fotonla uyarılması prensibine dayanmaktadır. Bu teknikte çürük lezyonları, yüksek floresans yoğunluğuna sahip sağlam diş dokusu içerisinde koyu alanlar şeklinde izlenmektedir. Ayrıca yöntem, lezyonların yaklaşık 500 µm derinliğe kadar değerlendirilmesine ve yüzey altı dokular hakkında bilgi elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Yadav ve ark 2021).

d. Termografi

Başlangıç mine çürüklerinin değerlendirilmesinde termografi yönteminin kullanımı, ilk kez 1999 yılında Kaneko tarafından ortaya konulmuştur (Yadav ve ark 2021). Bu teknik, lezyonun yalnızca varlığını belirlemekten ziyade aktivitesinin değerlendirilmesine odaklanmaktadır (Yadav ve ark 2021). Yöntemin temelini, BNL gibi demineralize alanlardan buharlaşma yoluyla sıvı kaybı meydana gelmesi sonucunda oluşan termal radyasyon enerjisindeki değişimlerin ölçülmesi oluşturmaktadır (Yadav ve ark 2021).

e. Terahertz Görüntüleme

Terahertz parametrik görüntüleme, mikrodalga ve kızılötesi ışınlar arasındaki terahertz dalgalarını kullanarak BNL'nin erken tanısında, lezyon derinliğinin belirlenmesinde ve remineralizasyonun üç boyutlu değerlendirilmesinde potansiyel taşıyan bir yöntemdir (Yadav ve ark 2021). Terahertz dalgalarının su tarafından yüksek oranda absorbe edilmesi ve iyonlaştırıcı radyasyon içermemesi yöntemin önemli özelliklerindendir (Kamburoğlu ve ark 2014). Diş dokularındaki mineral değişikliklerinin değerlendirilmesine olanak sağlayan bu

teknolojinin, gelecekte özellikle çocuklarda ve gebelerde alternatif bir tanı yöntemi olabileceği düşünülmektedir (Kamburoğlu ve ark 2019).

f. Optik Esaslı Çürük Tespit Yöntemleri

Optik esaslı çürük tanı yöntemleri, ışığın diş dokularıyla etkileşimi sonucu oluşan optik değişikliklerin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Demineralizasyonla oluşan, su ve bakteriyel bileşenler içerebilen poröz alanlar ışık saçılımını artırarak lezyonların beyaz ve opak görünmesine neden olmaktadır. Bu özelliklerden yararlanılarak ışığın geçirgenliği, yansıması ve saçılımını esas alan çeşitli tanı yöntemleri geliştirilmiştir (Prabhakar ve ark 2011).

g. Midwest Caries ID Probu

Midwest Caries ID probu, sağlam ve çürük diş dokularının optik özelliklerindeki farklılıklardan yararlanarak çalışan bir tanı cihazıdır (Yadav ve ark 2021). Diş yüzeyine yerleştirilen prob, 635–880 nm dalga boyu aralığında ışık yaymakta ve dokudan yansıyan ışığı algılayarak elektriksel sinyallere dönüştürmektedir (Yadav ve ark 2021).

h. Optik Koherens Tomografi (OCT)

Optik koherens tomografi (OCT), kızılötesi ışık kullanarak dokuların yüksek çözünürlüklü kesitsel görüntülerini sağlayan, non-invaziv ve iyonlaştırıcı radyasyon içermeyen bir yöntemdir (Abogazalah ve Ando 2017). Ultrasonografideki darbe-yankı prensibine benzer şekilde çalışmakta, demineralize alanlarda artan ışık saçılımı ve depolarizasyon sayesinde lezyonların belirlenmesini sağlamaktadır (Abogazalah ve Ando 2017).

OCT; başlangıç çürüklerinin, koronal çatlakların ve restorasyon bütünlüğünün değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Gri tonlamalı görüntülerde mine çürükleri parlak alanlar, dentine ilerleyen lezyonlar ise yüksek yansıtıcılığa sahip ve mine boyunca süreklilik gösteren bölgeler şeklinde izlenmektedir (Abogazalah ve Ando 2017).

4. Beyaz Nokta Lezyonlarının Tedavisi

BNL tedavisinde, lezyonun boyutu ve şiddetine göre farklı tedavi yaklaşımları uygulanabilmektedir (Sampson ve Sampson 2020). Mevcut tedavi seçenekleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Çeşitli BNL'ler ve bunların tedavi seçenekleri (Sampson ve Sampson 2020).

Beyaz nokta lezyonu	Görünüm	Tedavi seçenekleri
Florozis	Hafif lezyonlardan beyaz çizgilere, karla kaplanmış görünümdeki opak alanlardan şiddetli olgularda mine kayıplarına kadar değişebilir.	•Beyazlatma •Mikro-abrazyon •Rezin infiltrasyon • Restorasyon
Travmatik hipomineralizasyon	Genellikle kronun kesici kenarında noktasal lezyonlar şeklinde görülür ve çoğunlukla asimettiktir.	• Beyazlatma • Rezin infiltrasyon • Restorasyon
MIH	Birinci daimi molar dişlerde hipomineralizasyonla birlikte veya hipomineralizasyon olmaksızın dişlerde sararma, lekelenme ve molarlarda post-erüptif yıkım şeklinde görülebilir.	• Remineralizasyon ajanları • Mikro-abrazyon • CPP-ACP ile beyazlatma kombinasyonu • Restorasyon • Çekim
Demineralizasyon	Ortodontik braketlerin çevresinde soluk beyaz lezyonlar şeklinde görülür.	• Remineralizasyon ajanları • Beyazlatma • Rezin infiltrasyon • Mikro-abrazyon
BNL (doğal)	Kesici dişlerde çapı 0,5 mm'den küçük, izole beyaz noktalar şeklinde görülür.	• Beyazlatma

Minimal invaziv diş hekimliği, başlangıç çürük lezyonlarının önlenmesini, ilerlemesinin durdurulmasını ve remineralizasyonunu hedeflerken, kaviteasyon gelişmiş lezyonlarda sağlıklı diş dokusunu mümkün olduğunca koruyarak çürük dokunun uzaklaştırılmasını esas alan bir yaklaşımdır (Holmgren ve ark 2013). Bu kapsamda beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi, ağız hijyeni eğitimi ve hasta motivasyonu, klorheksidin glukonat ve florür uygulamaları ile çeşitli remineralizasyon ajanlarından yararlanılmaktadır (Holmgren ve ark 2013).

- **Mikroabrazyon**

Mikroabrazyon, mine hipoplazisi, amelogenezis imperfekta ve dental florozisle ilişkili intrinsik renklenmelerin ve yüzeyel mine düzensizliklerinin giderilmesinde kullanılan bir yöntemdir (Sundfeld ve ark 2007). Hidroklorik asit ve silisyum karbür gibi aşındırıcı partiküllerle yüzeyel mine dokusunun kontrollü olarak uzaklaştırılmasına dayanır (Donly ve Sasa 2008).

İşlem sırasında interprizmatik boşlukların azalması ve kalsiyum ile fosfatın yeniden düzenlenmesi, mine yüzeyinin optik özelliklerini değiştirerek daha düzgün ve parlak bir görünüm oluşturur. Böylece renklenmiş mine uzaklaştırılırken kalan opasiteler de maskelenebilir (Donly ve Sasa 2008).

Mikroabrazyon sonrasında dört dakika süreyle %2 sodyum florür uygulanması önerilmektedir(Donly ve Sasa 2008). Yeterli estetik iyileşme sağlanamadığında vital diş beyazlatma alternatif olarak değerlendirilebilir (Donly ve Sasa 2008).

- **Beyazlatma**

Vital diş beyazlatma, diş renginin açılmasını amaçlayan ve uygulama şekline göre ev tipi ve ofis tipi olarak sınıflandırılan estetik bir tedavi yöntemidir (Féliz-Matos ve ark 2014). Ev tipi beyazlatma, peroksit içeren ajanların kişiye özel plaklar veya bantlarla uygulandığı ekonomik bir yöntem olup belirgin renk değişikliği genellikle yedinci günden itibaren gözlenmektedir. Ofis tipi beyazlatma ise diş hekimi kontrolünde, gerektiğinde ışık aktivasyonu kullanılarak uygulanmakta ve ilk seanstan itibaren renk değişikliği sağlanabilmektedir. BNL'nin doğal remineralizasyonu sonrasında estetik görünümün iyileştirilmesi amacıyla beyazlatma uygulanabilmektedir (Knösel ve ark 2007). Minimal invaziv olan bu yöntem, sağlam ve demineralize mine arasındaki renk farklılığını azaltarak daha homojen bir görünüm sağlamaktadır (Bussadori ve ark 2005).

Ancak beyazlatma ajanları mine mikrosertliğini azaltabilmekte ve çürüğe yatkınlığı artıracak değişikliklere neden olabilmektedir (Flaitz ve Hicks 1996). Bu nedenle ağız hijyeni yeterli, çürük riski kontrol altında olan hastalarda tercih edilmeli ve florür uygulamalarıyla remineralizasyon desteklenmelidir (Guzmán-Armstrong ve ark 2010).

- **Florür Uygulamaları**

BNL tedavisinde ağız hijyeni, topikal florür ve remineralizasyon ajanları önemli yer tutmaktadır. Florür, mine yüzeyinde asidik koşullarda iyon salan kalsiyum florür (CaF_2) benzeri rezervuarlar oluşturarak remineralizasyonu desteklemekte ve bakteriyel metabolizmayı baskılamaktadır (Hicks ve ark 2004). Düşük konsantrasyonlu florürün düzenli kullanımı çürük kontrolünde etkiliyken, yüksek konsantrasyonlar yüzeyel hipermineralizasyona yol açarak kalsiyum ve fosfatın lezyon derinliklerine ulaşmasını ve estetik iyileşmeyi sınırlandırabilmektedir (Bishara ve Ostby 2008). Bu nedenle mineral iyonlarının lezyona kontrollü geçişi önemlidir (Bishara ve Ostby 2008).

Tükürüğün remineralizasyon kapasitesinin yavaş ve sınırlı olması nedeniyle ağız ortamında sürekli düşük düzeyde florür bulunması önerilmektedir (Hicks ve ark 2004). Bu amaçla florürlü diş macunları, gargaralar, jeller ve vernikler kullanılmaktadır (Marinho ve ark 1996).

Florürlü diş macunları: Düzenli florür maruziyeti sağlayan bu ürünler sodyum florür, sodyum monoflorofosfat, amin florür veya kalay florür içerebilmektedir (Lippert 2013). Genellikle 1000–1500 ppm florür önerilmekte, daha yüksek konsantrasyonların koruyucu etkinliği artırabildiği bildirilmektedir (Lippert 2013). AAPD, üç yaşından küçük çocuklarda pirinç tanesi, 3–6 yaş grubunda bezelye büyüklüğünde macun kullanılmasını ve fırçalama sonrası suyla çalkalamanın sınırlandırılmasını önermektedir (AAPD 2023).

Florürlü ağız gargaraları: Çocuk ve ergenlerde çürük oluşumunu azaltmaktadır. Günlük %0,05 NaF (226 ppm F) veya haftalık %0,2 NaF (900 ppm F) içeren gargaralar demineralizasyonun kontrolünde etkilidir. Yutulma riski nedeniyle altı yaşından küçük çocuklarda önerilmemektedir (ADA 2026).

Florürlü vernikler: Diş yüzeyinde uzun süre tutunarak kontrollü florür salınımı sağlayan profesyonel ajanlardır (Beltrán-Aguilar ve ark 2000). Aktif mine çürüklerinin ilerlemesini durdurmada etkili olup kolay uygulanmaları, nemli yüzeye tutunabilmeleri ve öncesinde profesyonel temizlik gerektirmemeleri avantajlarıdır. Uygulama sonrası birkaç saat besin tüketilmemesi ve aynı gece dişlerin fırçalanmaması önerilebilmektedir (Beltrán-Aguilar ve ark 2000). Yaygın kullanılan preparat %5 NaF (22.600 ppm F) içermektedir. Çürük riskine göre değişmekle birlikte yılda iki uygulama önerilmektedir. AAPD, süt dişlerinde yılda en az iki,

daimi dişlerde iki ila dört uygulama önermekte; düzenli kullanımın her iki dentisyonda çürükleri azalttığı bildirilmektedir (AAPD 2023).

Florür jelleri: Profesyonel veya bireysel olarak özel kaşık, pamuk rulo ya da diş fırçasıyla uygulanmaktadır (Marinho ve ark 2015). Yaygın preparatlar %1,23 asidüle fosfat florür (APF) ve %2 nötral florür jelleridir. Asidik ortam florür penetrasyonunu, fosfat ise florapatit oluşumunu desteklemektedir (Marinho ve ark 2015). Restoratif materyaller üzerindeki olası etkiler nedeniyle nötral jeller tercih edilebilmektedir. Profesyonel uygulamalar için yılda dört kez, dört dakikalık protokol önerilmiş, ancak yutulma riski nedeniyle altı yaşından küçük çocuklarda kullanımı önerilmemiştir (Toumba ve ark 2019).

- **Ksilitol**

Ksilitol, bakteriler tarafından fermente edilemeyen, düşük kalorili ve nonkaryojenik bir şeker alkolüdür. Streptococcus mutans'ın çoğalmasını ve adezyonunu azaltarak plak oluşumunu sınırlandırmakta florürle birlikte remineralizasyonu destekleyebilmektedir (Guzmán-Armstrong ve ark 2010),

Ksilitollü sakızların çürük gelişimini, başlangıç lezyonlarının ilerlemesini ve S. mutans'ın anneden çocuğa geçişini azaltabileceği, sorbitol ve sükroz içeren ürünlerden daha etkili olabileceği bildirilmiştir (Guzmán-Armstrong ve ark 2010). Günde üç kez beş dakikalık kullanımın olumlu sonuçlar verdiği, ancak uzun dönemli kanıtların sınırlı olduğu belirtilmiştir. Orta ve yüksek çürük riskli yetişkinlerde günde 3-5 kez, 10 dakika süreyle iki sakız önerilmiştir. Artan tükürük akışı remineralizasyonu desteklerken, önerilen günlük 6 g miktarın aşılması gastrointestinal rahatsızlıklara neden olabilmektedir (Guzmán-Armstrong ve ark 2010).

- **Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP)**

Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), kalsiyum ve fosfat iyonlarını çözünür formda stabilize ederek mine remineralizasyonunu destekleyen bir ajandır (Tung ve Eichmiller 1999). Dental plakta biriken nanokompleksler, diş yüzeyine ve oral bakterilere bağlanarak mineral iyonlarının kullanılabilirliğini artırmaktadır (Tung ve Eichmiller 1999). Asidik koşullarda serbestleşen iyonlar demineralizasyonu sınırlandırarak BNL'nin remineralizasyonunu ve estetik görünümünü iyileştirebilmektedir (Tung ve Eichmiller 1999).

Recaldent™ teknolojisi, GC Tooth Mousse, MI Paste, MI Paste Plus ve çeşitli sakızlarda kullanılmaktadır (Guzmán-Armstrong ve ark 2010). Bu preparatların mineral kaybını ve dentin hassasiyetini azaltabildiği remineralize mineyi asitlere karşı daha dirençli hâle getirebildiği

bildirilmiştir (Tung ve Eichmiller 1999). Ancak uzun dönem klinik etkinliklerine ilişkin kanıtlar sınırlıdır (Guzmán-Armstrong ve ark 2010).

Ağız ortamında 30 dakika ile birkaç saat kalabilen CPP-ACP preparatları, özellikle yüksek çürük riskli ve ortodontik tedavi gören bireylerde destekleyici olarak kullanılmaktadır (Tung ve Eichmiller 1999). MI Paste Plus, 900 ppm florür içermekte ve 1000 ppm florürlü diş macunuyla birlikte derin lezyonlarda mineral kazanımını destekleyebilmektedir (Walsh 2007). Birkaç hafta veya ay sürebilen remineralizasyon tedavisinde, 5000 ppm florürlü diş macunu kullananlarda MI Paste tercih edilmektedir. Süt proteini alerjisinde kontrendike olan bu ürünler, laktoz intoleransında kullanılabilmektedir (Guzmán-Armstrong ve ark 2010).

- **Rezin İnfiltrasyon Tekniği**

Rezin infiltrasyonu, başlangıç mine çürüklerinin ilerlemesini sınırlandıran ve BNL estetik görünümünü iyileştiren mikroinvaziv bir yöntemdir. BNL'nin opak görünümü, mine, su ve hava arasındaki kırılma indeksi farklılıklarından kaynaklanmaktadır (Paris ve ark 2013). Düşük viskoziteli rezin, mine porozitelerine nüfuz ederek difüzyon bariyeri oluşturmakta ve ışık saçılımını azaltmaktadır (Paris ve ark 2013).

Temel bileşeni trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) olan infiltrantların uygulanmasında, %15 hidroklorik asitle iki dakika yüzey hazırlığı yapılmakta, ardından 30 saniye etanol uygulanmaktadır (Meyer-Lueckel ve ark 2007). İnfiltrant üç dakika uygulandıktan sonra fazlası uzaklaştırılarak ışıkla polimerize edilmektedir (Meyer-Lueckel ve ark 2011). Bu amaçla geliştirilen Icon (DMG, Hamburg, Almanya), düşük viskoziteli ve doldurucu içermeyen bir infiltrasyon sistemidir (Meyer-Lueckel ve ark 2007).

Rezin infiltrasyonu, lezyonun kırılma indeksini sağlam mineye yaklaştırarak opasiteleri maskelemektedir (Paris ve ark 2013). Kim ve ark., lezyonların %61'inde tam, %33'ünde kısmi maskelenme bildirmiştir. ICDAS-II skoru 1–2 olan inaktif lezyonlar ve bazı gelişimsel mine defektleri tedaviye uygun olabilirken molar-insizör hipomineralizasyonu (MIH) ve travmatik hipomineralizasyon dışlama kriterleri arasında bildirilmiştir (Kim ve ark 2011). Ortodontik tedavi sonrası BNL'lerde olumlu kısa dönem sonuçlar elde edilmiş (Knösel ve ark 2013).

Rezin infiltrasyonunun minenin mekanik dayanıklılığını ve asit direncini artırabildiği, çürük ilerlemesini sınırlandırdığı bildirilmiştir (Senestraro ve ark 2013). Ağız hijyeniyle birlikte uygulanması aproksimal çürüklerin kontrolünü desteklemektedir (Doméjean ve ark 2015). Sonuç olarak yöntem, kavitasyonsuz mine lezyonlarında diş dokusunu koruyan etkili bir

mikroinvaziv seçenek olmakla birlikte uzun dönem klinik etkinliğinin değerlendirilmesi gerekmektedir (Chatzimarkou ve ark 2018).

- **Restoratif Tedavi**

BNL tedavisinde remineralizasyon, beyazlatma, mikroabrazyon ve rezin infiltrasyonu gibi koruyucu yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda restoratif tedaviler uygulanmaktadır (Alshehri ve Kwon 2016). Özellikle mine hipoplazisiyle ilişkili derin lezyonlarda, etkilenen dokunun uzaklaştırılarak kompozit rezinle restore edilmesi gerekebilmektedir (Wray ve Welbury 2001). Dişin anatomik bütünlüğünü ve fonksiyonunu yeniden kazandırmayı amaçlayan bu tedavilerde cam iyonomer simanlar, kompozit rezinler, giomerler, kompomerler ve porselen restorasyonlar kullanılmaktadır (Khatri ve ark 2021). Restoratif yaklaşımlar, estetik gereksinimin yüksek ve lezyonun tekrarlama riskinin düşük olduğu olgularda uzun süreli bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Bishara ve Ostby 2008).

SONUÇ

Beyaz nokta lezyonlarının (BNL) erken dönemde tanınması ve uygun tedavi yöntemleriyle kontrol altına alınması, diş dokularının korunması ve çürük ilerlemesinin önlenmesi açısından önemlidir. Geleneksel ve güncel tanı yöntemleri, lezyonların erken dönemde belirlenmesine ve uygun tedavinin planlanmasına katkı sağlamaktadır. Tedavi seçiminde lezyonun derinliği, aktivitesi, etiyolojisi ve hastanın çürük riski dikkate alınmalıdır.

BNL'lerin tedavisinde florür uygulamaları, remineralizasyon ajanları, mikroabrazyon ve rezin infiltrasyonu gibi koruyucu ve minimal invaziv yöntemler kullanılmaktadır. Resin infiltrasyonu, demineralize mine dokusundaki mikroporozitelere penetre olarak lezyon ilerlemesini sınırlandırabilen ve estetik görünümü iyileştirebilen bir tedavi seçeneğidir. Ancak tedavinin başarısı lezyonun özelliklerine ve derinliğine bağlı olarak değişebilmektedir.

Sonuç olarak, BNL'lerin yönetiminde temel amaç, sağlam diş dokusunu korumak, çürük ilerlemesini önlemek ve estetik gereksinimleri karşılamaktır. Tedavide koruyucu ve minimal invaziv yöntemlere öncelik verilmeli, restoratif uygulamalar ise gerekli durumlarda tercih edilmelidir. Bireysel çürük riski değerlendirmesi ve düzenli klinik takip, tedavinin uzun dönem başarısı açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Abogazalah, N., & Ando, M. (2017). Alternative methods to visual and radiographic examinations for approximal caries detection. *Journal of Oral Science*, 59(3), 315-22.
- Alshehri, A., & Kwon, S. R. (2016). Etiology and management of white spot lesions. *Decisions in Dentistry*.
- American Academy of Pediatric Dentistry (t.y.). Fluoride therapy. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry; 2025:372-378.
- American Dental Association (ADA) (2026). Fluoride: Topical and Systemic Supplements. ADA, Chicago, IL, USA.
- Applebaum, E. (1932). Incipient dental caries. *Journal of Dental Research*, 12(4), 619-27.
- Bishara, S. E., & Ostby, A. W. (t.y.). White spot lesions: formation, prevention, and treatment. *Seminars in orthodontics*, 174-82.
- Black, G. (1908). *Operative dentistry: The pathology of the hard tissues of the teeth*. Chicago: Medico-Dental Publishing.
- Bussadori, S. K., do Rego MA, da Silva PE, Pinto, M. M., & Guedes Pinto AC (2005). Esthetic alternative for fluorosis blemishes with the usage of a dual bleaching system based on hydrogen peroxide at 35%. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28(2), 143-6.
- Chandra, S., & Garg, N. (2008). *Textbook of operative dentistry*, Jaypee Brothers Publishers, p.
- Chatzimarkou, S., Koletsi, D., & Kavvadia, K. (2018). The effect of resin infiltration on proximal caries lesions in primary and permanent teeth. A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Journal of dentistry*, 77, 8-17.
- Denis, M., Atlan, A., Vennat, E., Tirlet, G., & Attal, J. P. (2013). White defects on enamel: diagnosis and anatomopathology: two essential factors for proper treatment (part 1). *International orthodontics*, 11(2), 139-65.
- Diniz, M. B., Rodrigues, J., & Lussi, A. (2012). Traditional and novel caries detection methods. *Contemporary approach to dental caries*, 105-28.
- Doméjean, S., Ducamp, R., Léger, S., & Holmgren, C. (2015). Resin infiltration of non-cavitated caries lesions: a systematic review. *Medical Principles and Practice*, 24(3), 216-21.

- Donly, K. J., & Sasa, I. S. (t.y.). Potential remineralization of postorthodontic demineralized enamel and the use of enamel microabrasion and bleaching for esthetics. *Seminars in Orthodontics*, 220-5.
- Eckstein, A., Helms, H. J., & Knösel, M. (2015). Camouflage effects following resin infiltration of postorthodontic white-spot lesions in vivo: One-year follow-up. *The Angle Orthodontist*, 85(3), 374-80.
- Featherstone, J. D. (2004). The caries balance: the basis for caries management by risk assessment. *Oral health & preventive dentistry*, 2, 259-64.
- Flaitz, C. M., & Hicks, M. J. (1996). Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surfaces and caries-like lesion formation: an SEM and polarized light microscopic in vitro study. *ASDC journal of dentistry for children*, 63(4), 249-56.
- Féliz-Matos, L., Hernández, L. M., & Abreu, N. (2014). Dental bleaching techniques; hydrogen-carbamide peroxides and light sources for activation, an update. Mini review article. *The open dentistry journal*, 8, 264.
- Garg, A., Biswas, G., & Saha, S. (2014). *Recent Advancements in Diagnosis of Dental Caries*, LAP LAMBERT Academic Publishing, p.
- Garg, N., & Garg, A. (2008). *Textbook of Operative Dentistry*. Jaypee Brothers Medical Publishers, New Delhi, India, 440 p.
- Guzmán-Armstrong, S., Chalmers, J., & Warren, J. J. (2010). White spot lesions: Prevention and treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(6), 690-6.
- Heinrich-Weltzien, R., Kühnisch, J., van der Veen M, de Josselin de Jong E, & Stöber, L. (2003). Quantitative light-induced fluorescence (QLF)--a potential method for the dental practitioner. *Quintessence international*, 34, 3.
- Hendre, A. D., Taylor, G. W., Chávez, E. M., & Hyde, S. (2017). A systematic review of silver diamine fluoride: Effectiveness and application in older adults. *Gerodontology*, 34(4), 411-9.
- Hibst, R., & Gall, R. (1998). Development of a diode laserbased fluorescence caries detector. *Caries Research*, 32, 294.
- Hicks, J., Garcia-Godoy, F., & Flaitz, C. (2004). Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 2). *Journal of clinical pediatric dentistry*, 28(2), 119-24.
- Holmen, L., Thylstrup, A., Øgaard, B., & Kragh, F. (1985). A polarized light microscopic study of progressive stages of enamel caries in vivo. *Caries research*, 19(4), 348-54.

- Holmgren, C., Roux, D., & Doméjean, S. (2013). Minimal intervention dentistry: part 5. Atraumatic restorative treatment (ART)—a minimum intervention and minimally invasive approach for the management of dental caries. *British dental journal*, 214(1), 11-8.
- Izhar, B., & Miglani (2021). Diagnostic Tools For Early Diagnosis Of White Spot Lesions. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine (EJMCM)*, 8(2), 680-95.
- Janjic Rankovic M, Kapor, S., Khazaei, Y., Crispin, A., Schöler, I., Krause, F., & et al (2021). Systematic review and meta-analysis of diagnostic studies of proximal surface caries. *Clinical Oral Investigations*, 25(11): 6069–6079.
- Kamburoğlu, K., Karagöz, B., Altan, H., & Özen, D. (2019). An ex vivo comparative study of occlusal and proximal caries using terahertz and X-ray imaging. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(2), 20180250.
- Kamburoğlu, K., Yetimoğlu NÖ, & Altan, H. (2014). Characterization of primary and permanent teeth using terahertz spectroscopy. *Dentomaxillofacial Radiology*, 43(6), 20130404.
- Karlsson, L. (2010). Caries detection methods based on changes in optical properties between healthy and carious tissue. *International journal of dentistry*, 2010.
- Khatri, M., Kishore, S., Nagarathinam, S., Siva, S., & Barai, V. (2021). White Spot Lesions and Remineralization. In: *Oral Health Care-An Important Issue of the Modern Society*. Eds: IntechOpen, p.
- Kidd, E., & Fejerskov, O. (2004). What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *Journal of dental research*, 83(1_suppl), 35-8.
- Kidd, E. A., & Fejerskov, O. (2003). *Dental caries: The disease and its clinical management*, Blackwell Munksgaard, p.
- Kielbassa, A. M., Mueller, J., & Gernhardt, C. R. (2009). Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions. *Quintessence international*, 40, 8.
- Kim, S., KIM, E. Y., JEONG, T. S., & KIM, J. W. (2011). The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *International journal of paediatric dentistry*, 21(4), 241-8.
- Knösel, M., Attin, R., Becker, K., & Attin, T. (2007). External bleaching effect on the color and luminosity of inactive white-spot lesions after fixed orthodontic appliances. *The Angle Orthodontist*, 77(4), 646-52.

- Knösel, M., Eckstein, A., & Helms, H. J. (2013). Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: a single-center, split-mouth, randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(1), 86-96.
- Korkut, B., Tağtekin, D. A., & Yanıkoğlu, F. (2011). Diş çürüklerinin erken teşhisi ve teşhiste yeni yöntemler: QLF, Diagnodent, Elektriksel İletkenlik ve Ultrasonik Sistem. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32(2), 55-67.
- Kırzioğlu, Z., & ÖE, G. (2009). Okluzal yüz çürüklerinin tanı yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*, 15, 30-9.
- Lippert, F. (2013). An introduction to toothpaste-its purpose, history and ingredients. In: *Toothpastes*. Eds: Karger Publishers, p. 1-14.
- Lussi, A., Firestone, A., Schoenberg, V., Hotz, P., & Stich, H. (1995). In vivo diagnosis of fissure caries using a new electrical resistance monitor. *Caries Research*, 29(2), 81-7.
- Lussi, A., Hibst, R., & Paulus, R. (2004). DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *Journal of dental research*, 83(1_suppl), 80-3.
- Manoharan, V., Kumar, S. A., Arumugam, S. B., Anand, V., Krishnamoorthy, S., & Methippara, J. J. (2019). Is resin infiltration a microinvasive approach to white lesions of calcified tooth structures?: a systemic review. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 12(1), 53.
- Marinho, V. C., Worthington, H. V., Walsh, T., & Chong, L. Y. (2015). Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6.
- Meyer-Lueckel, H., Chatzidakis, A., Naumann, M., Dörfer, C. E., & Paris, S. (2011). Influence of application time on penetration of an infiltrant into natural enamel caries. *Journal of dentistry*, 39(7), 465-9.
- Meyer-Lueckel, H., Paris, S., & Kielbassa, A. (2007). Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries research*, 41(3), 223-30.
- Mital, P., Mehta, N., Saini, A., Raisingani, D., & Sharma, M. (2014). Recent advances in detection and diagnosis of dental caries. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 3(1), 177-92.
- Mohanraj, M., Prabhu, V. R., & Senthil, R. (2016). Diagnostic methods for early detection of dental caries-A review. *International Journal of Pedodontic Rehabilitation*, 1(1), 29.

- n der Veen M, Thomas, R., Huysmans, M., & De Soet J (2006). Red autofluorescence of dental plaque bacteria. *Caries research*, 40(6), 542-5.
- Paris, S., & Meyer-Lueckel, H. (2012). The potential for resin infiltration technique in dental practice. *Dental update*, 39(9), 623-8.
- Paris, S., Schwendicke, F., Keltsch, J., Dörfer, C., & Meyer-Lueckel, H. (2013). Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *Journal of dentistry*, 41, e28-e34.
- Paula, A. B. P., Fernandes, A. R., Coelho, A. S., Marto, C. M., Ferreira, M. M., Caramelo, F., Do Vale F, & Carrilho, E. (2017). Therapies for white spot lesions—A systematic review. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 17(1), 23-38.
- Pontes, D. G., Correa, K. M., & Cohen-Carneiro, F. (2012). Re-establishing esthetics of fluorosis-stained teeth using enamel microabrasion and dental bleaching techniques. *Eur J Esthet Dent*, 7(2), 130-7.
- Prabhakar, N., Kiran, K., & Kala, M. (2011). A review of modern noninvasive methods for caries diagnosis. *Arch Oral Sci Res*, 1(3), 168-77.
- Pretty, I. A. (2006). Caries detection and diagnosis: novel technologies. *Journal of dentistry*, 34(10), 727-39.
- Robinson, C., Hallsworth, A., Weatherell, J., & Künzel, W. (1976). Arrest and control of carious lesions: a study based on preliminary experiments with resorcinol-formaldehyde resin. *Journal of dental research*, 55(5), 812-8.
- Sadıkoğlu, İ. S. (t.y.). White spot lesions: recent detection and treatment methods. *Cyprus J Med Sci* 2020; 5(3): 260-266.
- Sampson, V., & Sampson, A. (2020). Diagnosis and treatment options for anterior white spot lesions. *British Dental Journal*, 229(6), 348-52.
- Senestraro, S. V., Crowe, J. J., Wang, M., Vo, A., Huang, G., Ferracane, J., & Covell Jr DA (2013). Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions: a randomized clinical trial. *The Journal of the American Dental Association*, 144(9), 997-1005.
- Shafiei, F., Tavangar, M., & Alavi, A. (2014). Direct esthetic rehabilitation of teeth with severe fluorosis: a case report. *Journal of Dentistry*, 15(1), 44.
- Sikri, V. K. (2017). *Textbook of Operative Dentistry*, CBS Publishers & Distributors Pvt Ltd, India, p. 97-98.
- Spiguel, M., Tovo, M., Kramer, P., Franco, K., Alves, K., & Delbem, A. C. B. (2009). Evaluation of laser fluorescence in the monitoring of the initial stage of the de-/remineralization process: an in vitro and in situ study. *Caries Research*, 43(4), 302-7.

- Stookey, G. K., Jackson, R. D., Zandona, A. G. F., & Analoui, M. (1999). Dental caries diagnosis. *Dental Clinics of North America*, 43(4), 665-77.
- Tajmehr, N. (2020). A minimally invasive treatment for white spots on teeth. *BDJ Team*, 7(1), 20-3.
- Tomczyk, J., Komarnitki, I., & Olczak-Kowalczyk D (2013). Brief communication: a pilot study: smooth surface early caries (caries incipiens) detection with KaVo DIAGNODent in historical material. *American journal of physical anthropology*, 150(3), 475-81.
- Torres, C., Rosa, P., Ferreira, N., & Borges, A. (2012). Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on microhardness of enamel carious lesions. *Operative dentistry*, 37(4), 363-9.
- Toumba, K., Twetman, S., Splieth, C., Parnell, C., Van Loveren C, & Lygidakis, N. (2019). Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 20, 507-16.
- Tung, M., & Eichmiller, F. (1999). Dental applications of amorphous calcium phosphates. *The Journal of clinical dentistry*, 10(1 Spec No), 1-6.
- Walsh, L. J. (2007). White Spots: Unlock the Mystery, Identify the Problem, Find the Appropriate Treatment Solution, GC Asia Dental, p.
- Yadav, N. P., Hu, G. Z., Yao, Z. P., & Kumar, A. (2021). Diagnosis of dental problem by using terahertz technology. *Journal of Electronic Science and Technology*, 19(3), 100082.

BÖLÜM 7

DENTİN HASSASIYETİ: ETİYOLOJİDEN GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARINA

Atiye Tuğba KUZGUN TÜRKMEN¹

¹ Araştırma Görevlisi, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Bölümü, E-posta: atiye.kuzgu@gmail.com, ORCID : 0009-0003-2184-4173

GİRİŞ

Dentin Hassasiyeti (DH), klinik pratikte sıklıkla karşılaşılan, kronik seyirli ve tedavisi karmaşık bir durumdur (West, 2008). Kanada Danışma Kurulu, dentin hassasiyetini; *"Açığa çıkmış dentinden kaynaklanan; termal, dokunsal, ozmotik, kimyasal veya buharlaşma uyarılarına yanıt olarak gelişen ve başka herhangi bir dental defekt veya patoloji ile açıklanamayan kısa süreli, keskin bir ağrı"* olarak tanımlamaktadır (Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity, 2003). Benzer şekilde Pashley (1992) de bu durumu uyarının ortadan kalkmasıyla sona eren, kendiliğinden oluşmayan, iyi lokalize ve keskin bir ağrı tablosu olarak ifade etmiştir (Pashley, 1992). Özellikle diş eti çekilmesinin eşlik ettiği olgularda dentin hassasiyeti, literatürde mecazi olarak "diş hekimliğinin nezlesi" veya "diş fırçası hastalığı" şeklinde de adlandırılmaktadır (Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity, 2003; Pashley & Swift, 2008).

Dentin Hassasiyeti Prevalansı

Dentin hassasiyeti (DH) çoğunlukla yaşamın 3. ve 4. dekadındaki genç erişkin popülasyonda gözlenmektedir. Bununla birlikte, modern yaşam tarzının getirdiği asidik gıda ve içecek tüketimindeki artış ile yükselen ağız hijyeni farkındalığı göz önüne alındığında, DH prevalansının gelecekte daha genç yaş gruplarına kayacağı öngörülmektedir (Chabanski ve ark., 1997; Clayton ve ark., 2002).

Cinsiyetler arası dağılım incelendiğinde, literatürde kadınlarda erkeklere kıyasla biraz daha yüksek DH prevalansı bildirilmiştir; bu durumun kadınların daha yüksek ağız bakımı ve hijyen farkındalığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Dababneh ve ark., 1999). Ancak yürütülen çalışmaların büyük çoğunluğunda cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

DH'nin ağız içi dağılımı ve etkilediği bölgeler farklılık göstermektedir. Hassasiyetin en sık gözlemlendiği diş grupları sırasıyla; kaninler, birinci küçük azılar, kesiciler, ikinci küçük azılar ve büyük azı dişleridir (Dababneh ve ark., 1999). Yüzeyel dağılım açısından ise bukkal yüzeyler ilk sırada yer alırken, bunu sırasıyla labiyal, oklüzal, distal ve lingual yüzeyler takip etmekte; insizal ve palatal yüzeyler ise en az etkilenen bölgeler olarak karşımıza çıkmaktadır (Amarasena ve ark., 2011; Splieth & Tachou, 2013).

Dentin Hassasiyeti Etiyolojisi

Dentin hipersensitivitesinin (DH) klinik semptomlarının gelişmesindeki temel mekanizma, kron bölgesinde mine, kök yüzeyinde ise sement kaybı sonucunda dentin dokusunun ağız boşluğuna açılmasıdır. Mine ve/veya sement örtüsü ile üzerindeki periodontal ataşman aparatının kaybını kapsayan bu süreç, DH gelişiminde kritik bir aşama olan "lezyon lokalizasyonu" olarak tanımlanmaktadır (Dababneh ve ark., 1999). Ağız ortamına açılan dentin tübülleri buradaki çevresel uyaranlara doğrudan maruz kalmakta ve bu evre "lezyon başlangıcı" aşamasını oluşturmaktadır (Dababneh ve ark., 1999).

Bununla birlikte, ağız ortamıyla temas eden her dentin yüzeyi klinik olarak duyarlılık göstermemektedir (Rimondini ve ark., 1995). Bu durum, dentin tübüllerini fiziksel olarak tıkayarak onları izole eden ve duyarsız hale getiren smear tabakasının yüzeyde bulunmasıyla açıklanmaktadır (Brännström & Garberoglio, 1980). Öte yandan lezyon başlangıcı; aşınma, erozyon ve dişeti çekilmesi gibi süreçlerle tetiklenerek diş yapısının kaybına ve dentinin açığa çıkmasına yol açabilir. Açıkta kalan her dentin alanı doğrudan duyarlı olmasa da açık dentin tübüllerine sahip olduğu takdirde duyarlılık potansiyeli taşımaktadır (Brännström, 1965). Sonuç olarak, bir dizi etiyolojik ve predispozan faktör, mine ve/veya periodontal destek dokularının kaybına neden olarak dentini oral kaviteye maruz bırakmakta ve nihayetinde DH tablosuna zemin hazırlamaktadır (Brännström, 1965).

Dentin Hassasiyetinin Oluşum Mekanizmaları

Dentin hassasiyetini açıklamak üzere 3 farklı hipotez öne sürülmüştür (West, 2008):

1. Odontoblastik Transdüksiyon Teorisi

Bu teoriye göre odontoblastik uzantılar, uyaranlara karşı doğrudan bir reseptör rolü oynamasa da tübül içindeki serbest sinir sonlanmalarıyla temas ederek stimulus oluşturabilir (Bernick, 1948; Frank, 1968). Hasar gören odontoblastların açığa çıkardığı kimyasal maddeler veya yüzey elektrik potansiyeli aracılığıyla uyarının pulpal sinirlere iletildiği savunulmaktadır (Bartold, 2006).

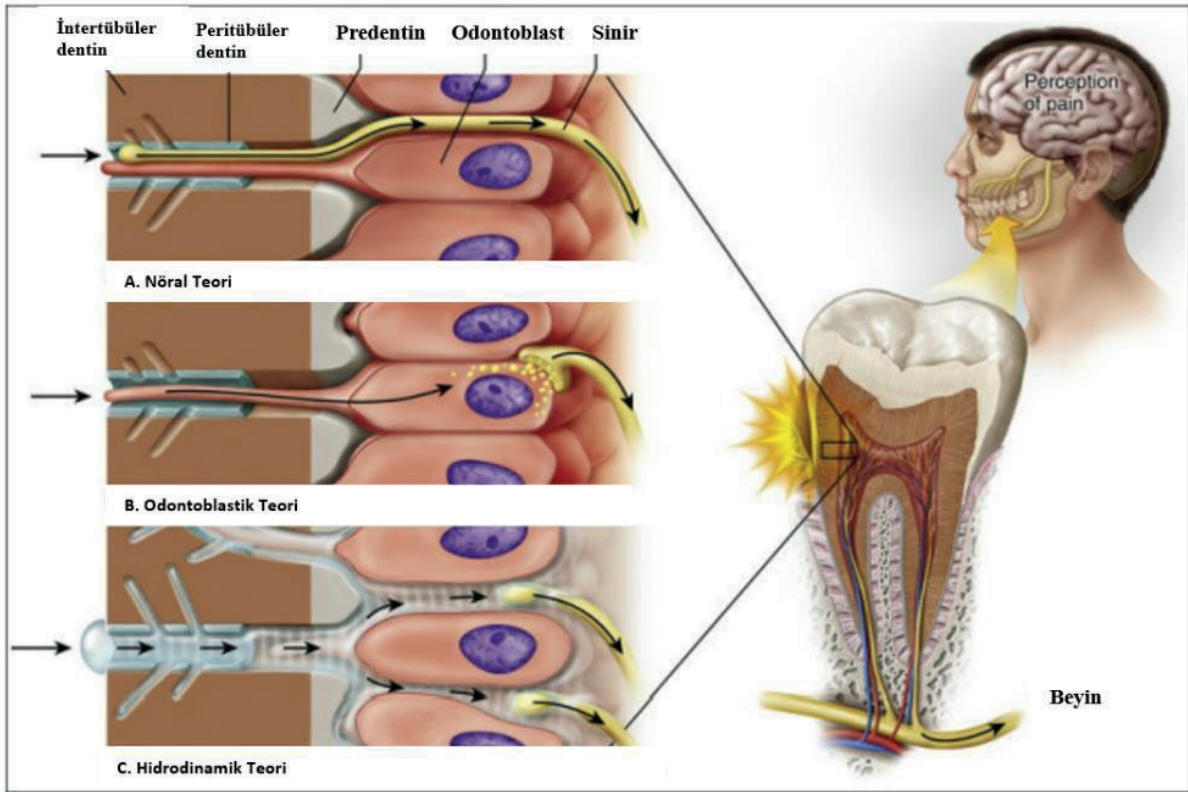
2. Nöral Teori

Odontoblastik teorinin bir uzantısı olan bu yaklaşıma; termal veya mekanik uyanların, dentin tübüllerindeki miyelinsiz sinir uçlarını doğrudan etkilediğini ve pulpal sinir lifleriyle iletildiğini ne sürer. Dış dentin tabakasında miyelinsiz sinir liflerinin ve nörojenik polipeptitlerin varlığı gözlemlenmiş olsa da hipotezi destekleyecek somut kanıtlar yetersizdir (Bartold, 2006).

3. Hidrodinamik Teori

Günümüzde en yaygın kabul gören bu görüş, Brnnstrm ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Brnnstrm ve ark., 1979; Brnnstrm & Aström, 1972). Teori, her iki ucu açık ve sıvı dolu olan dentin tübüllerindeki sıvı hareketinin baroreseptörleri uyararak nöral deşarja yol açtığını savunur.

- **Termal ve Fiziksel Uyanlar:** Kurutma/dehidrasyon, dentin sıvısını yzeyeye doğru çekerek; termal değişiklikler ise tübüllerdeki genişleme veya daralma ile sıvı akışını tetikleyerek ağrı oluşturur. Mekanik aşınmalar da benzer şekilde tübüler sıvı hareketini indükleyebilir.
- **Ozmotik Uyanlar:** şeker, asit ve tuz gibi maddeler tübüllerde sıvı akışına neden olarak ağrılı duyuyu başlatır.
- **Sinir İletimi:** Hidrodinamik mekanizmada esas olarak yüzeyel pulpadaki A-delta (A- δ) lifleri uyarılır. Ancak uzun süreli sıcaklık artışlarında (pulpa ısısı 43,8 °C'yi aştığında) pulpal hasarla birlikte C lifleri devreye girer.



Şekil 1. Üç dentin hassasiyeti teorisi. A, dentinin doğrudan innerve edildiğini, B, odontoblastın bir reseptör görevi gördüğünü ve C, odontoblastların tabanındaki reseptörlerin, tübüller boyunca sıvı hareketi ile uyarıldığını öne sürer (Hand ve Frank 2014).

Dentin Hassasiyeti Tedavi Yaklaşımları

Günümüzde dentin hipersensitivitesinin (DH) tedavisinde hekimler tarafından evrensel olarak kabul görmüş tek bir "altın standart" materyal veya protokol bulunmamakla birlikte, semptomları azaltmaya ya da tamamen ortadan kaldırmaya yönelik geniş bir tedavi seçeneği ve ürün yelpazesi mevcuttur. DH tedavisinde uygulanan stratejiler temel olarak iki ana mekanizmaya dayanmaktadır:

1. Intradental Sinir Desensitizasyonu: Dentin tübülleri içerisindeki sıvı hareketlerinin tetiklediği sinirsel uyarılabilirliği baskılayarak ağrı iletimini engellemek (örneğin; potasyum iyonları, guanetidin).
2. Tübüler Tıkanma (Oklüzyon): Açık dentin tübüllerini tıkarak hidrodinamik sıvı akışını fiziksel veya kimyasal olarak önlemek (örneğin; florürler, stronsiyum tuzları, oksalatlar, kalsiyum fosfat bileşikler, restoratif materyaller vb.).

Bu tedavi yaklaşımlarında kullanılan ajanı ve materyaller; etki mekanizmalarına, uygulama şekillerine (ev tipi / hekim kontrolünde klinik uygulama) ve fizikokimyasal özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Kullanılan maddelere ilişkin ayrıntılı sınıflandırma Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. DH tedavi yöntemlerinin sınıflandırılması (Orchardson & Gillam, 2006)

Sinir duyarsızlaştırma
•Potasyum nitrat •Nitrik oksit
Protein çökmesi
•Gluteraldehit •Gümüş nitrat •Çinko Klorür •Stronsiyum klorür heksahidrat
Dentin tübüllerinin tıkanması
•Sodyum florür •Kalay florür •Stronsiyum klorür •Potasyum oksalat •Kalsiyum fosfat •Kalsiyum karbonat •Biyoaktif camlar ($\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-CaO-Na}_2\text{O}$)
Dentin adeziv kapatıcılar
•Florür vernikleri •Oksalik asit ve reçine •Cam iyonomer simanlar •Kompozitler •Dentin bağlayıcı ajanlar
Lazerler
•Neodimyum:itriyum alüminyum granat (Nd-YAG) lazer •GaAlAs (galyum-alüminyum-arsenit lazer) •Erbium-YAG lazer

Sinir Duyarsızlaştırması (Nosisepsiyon)

Dentin hipersensitivitesinin (DH) patogeneğinde Hidrodinamik Teori günümüzde en çok kabul gören mekanizmadır. Bu teori çerçevesinde sinirsel duyarsızlaştırma iki temel model üzerinden açıklanmaktadır:

1. Potasyum İyon Difüzyonu

Odontoblast tabakası ve potasyum (K^+) konsantrasyonu dikkate alındığında, potasyum içeren preparatların açığa çıkmış dentin yüzeyine uygulanması, tübüllerin iç uçlarındaki potasyum iyonu düzeyini artırarak intradental sinir inaktivasyonunu sağlar. Potasyum iyonu derişimindeki bu başlangıç artışı, ilk depolarizasyonu takiben aksiyon potansiyeli frekansını geçici olarak yükseltir. Ancak hücre dışı potasyum konsantrasyonunun yüksek seviyelerde sürdürülmesi sinir liflerinin repolarize olmasını engelleyerek sürekli bir depolarizasyon

durumuna (aksonal akomodasyon) yol açar ve nosiseptif iletimi baskılar. Lokalize potasyum konsantrasyonundaki bu artış geçici nitelikte olup; tübüler sıvı akış hızı gibi dinamik faktörlerden etkilenerek zamanla azalır (Greenhill & Pashley, 1981).

2. Nitrik Oksit İyon Difüzyonu

Nitrik oksit aracılı duyarsızlaştırma, alternatif bir ikincil haberci mekanizması sunar. Bu süreç, duyarlılaşmış nosiseptörlerin aşağı regülasyonu (down-regulation) üzerinden nosiseptif girdiyi modüle ederek analjezik etki meydana getirir.

Literatürde, dentin yüzeyine uygulanan yüksek molar konsantrasyondaki iki değerlikli katyon solüsyonlarının hem intradental hem de duysal sinir aktivitesini düşürdüğü gösterilmiştir. Bu çalışmalar, potasyum nitratın duyarsızlaştırıcı etkisindeki ana kilit bileşenin nitrat anyonu değil, potasyum katyonu olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca potasyum; kombine edildiği anyondan bağımsız olarak, değerlendirilen diğer solüsyonlara kıyasla en etkili desensitize edici ajan olarak öne çıkmaktadır (Greenhill & Pashley, 1981; Markowitz ve ark., 1991; Pashley ve ark., 1981).

Bununla birlikte, *in vitro* dentin diskleri üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar, potasyum nitratın (%30 solüsyon veya %5'lik diş macunu formunda) dentin hidrodinamik sıvı akışı veya dentin geçirgenliği üzerinde herhangi bir tıkaçıcı/azaltıcı etkisinin bulunmadığını kanıtlamıştır (Greenhill & Pashley, 1981; Pashley ve ark., 1981)

Dentin Tübül Blokajı

Açık dentin tübüllerinin tıkanarak hidrodinamik sıvı akışının engellenmesi "tübül blokajı" olarak adlandırılır. Bu amaçla çok çeşitli ajan ve materyallerden yararlanılmaktadır:

1. Seçilmiş Florür Formülasyonları

Florürler, dentin hipersensitivitesinin (DH) giderilmesinde uzun süredir kullanılmakta olup ilk olarak 1941'de Lukomsky tarafından önerilmiştir (Orchardson & Gillam, 2006). Geleneksel olarak remineralizasyonu destekleyen çürük önleyici ajanlar olsalar da klinik çalışmalar florür uygulamalarının DH'yi belirgin şekilde azalttığını göstermektedir (Leonard ve ark., 2004; Morris ve ark., 1999).

Florürler, tübül içerisinde tükürükte kısmen çözünmeyen kalsiyum florür (CaF_2) kristalleri çöktürerek dentin geçirgenliğini düşürür (Orchardson & Gillam, 2006). Bu amaçla sodyum

florür (NaF), kalay florür (SnF_2), sodyum monoflorofosfat, florosilikatlar ve iyontoforez destekli florür uygulamaları tercih edilir (Orchardson & Gillam, 2006):

- **Sodyum Florür (NaF):** Ev tipi macunlarda veya klinik ortamda %2'lik konsantrasyonda kullanılır. Oluşan çökeltiler mekanik veya tükürük etkisiyle uzaklaşabileceğinden asitli formülasyonlar veya elektrik akımıyla iyon difüzyonunu artıran iyontoforez ile kombine edilmesi önerilmektedir (Gangarosa & Park, 1978; Kern ve ark., 1989; Orchardson & Gillam, 2006).
- **Kalay Florür (SnF_2):** CaF_2 çökeltisinin yanı sıra açık dentin yüzeyinde çözünmeyen kalay bileşikleri oluşturur (Morris ve ark., 1999). %0,4 SnF_2 gliserin jeli ve kombine formülasyonların DH'yi hızla azalttığı gösterilmiştir (Miller ve ark., 1969; Thrash ve ark., 1994). Ancak SnF_2 'nin sulu ortamda hidrolize uğrayarak çökmesi (jel form gereksinimi), kötü tadı ve restorasyon/dişlerde lekelenme yapması dezavantajlarıdır (Miller ve ark., 1969). Amin florürlerin kullanımı da diş temizleme ürünlerinde yer bulmaktadır.

2. Stronsiyum Tuzları

Stronsiyum klorürün hem protein çökeltici hem de tübül tıkayıcı etkisi bulunur (Blitzer, 1967; Gedalia ve ark., 1978; Uchida ve ark., 1980). Stronsiyum iyonları, Na ve K geçirgenliğini değiştirerek nöral membranları stabilize edebilmekte ve dentin kalsiyumu ile yer değiştirerek kalsiyum-stronsiyum-hidroksiapatit kompleksi halinde yeniden kristalleşmektedir (Blitzer, 1967; Uchida ve ark., 1980). Florür ile uygulandığında apatit kristallerinin asidik çözünürlüğünü düşürür (Närhi ve ark., 1982). Diş macunlarındaki aşındırıcılarla birleştiğinde smear tabakası oluşumuna da katkı sağlar.

3. Seçilmiş Kalsiyum Bileşikleri

- **Kazein Fosfopeptid–Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP–ACP):** Sığır sütü kazeininden elde edilen CPP, ağız dokularına bağlanarak diş yüzeyinde Ca ve PO_4 rezervuarı oluşturur (Reynolds, 1998). Asit atağında salınan bu iyonlar mineral çökeltisi bırakarak tübülleri tıkar ve DH'yi azaltır (Cherng ve ark., 2004).
- **Kalsiyum Karbonat ve Arginin (Pro-Argin™):** Pozitif yüklü arginin, negatif yüklü dentine bağlanarak kalsiyum karbonatın tübül içine çekilmesini ve aside dirençli bir tıkaç oluşturmalarını sağlar (Kleinberg, 2002; Petrou ve ark., 2009). Sistemik derlemeler klinik faydasını doğrulasa da metodolojik açıdan daha nitelikli çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir (Sharif ve ark., 2013; Yan ve ark., 2013).

- **Biyoaktif Camlar (Kalsiyum Sodyum Fosfosilikat / NovaMin®):** Tükürükle etkileşime girerek dentin yüzeyinde hidroksikarbonat apatit (HCA) tabakası oluşturur (Burwell ve ark., 2010; Forsback ve ark., 2004; Mneimne ve ark., 2011). Nano-HCA içeren diş macunlarının klinik etkinliği gösterilmiştir (Orsini ve ark., 2010). Ancak HCA asit ataklarında kolay çözündüğünden, günümüzde fizyolojik ortamlarda aside daha dirençli olan **florapatit (FAp)** oluşturan florürlü biyoaktif camlar tercih edilmektedir (Brauer ve ark., 2010).
- **Nano-Hidroksiapatit (nHAp):** Doğal mine apatitine biyomimetik benzerlik gösteren nHAp, yüksek remineralizasyon ve tübül tıkama kapasitesi sayesinde DH'yi belirgin derecede düşürmektedir (Anand ve ark., 2017; Huang ve ark., 2009; Vano ve ark., 2018)

4. Polimerleşmeyen Ürünler

- **Vernikler ve Primerler:** Kopal gibi geleneksel kavite vernikleri termal yalıtımda yetersiz kalmış ve rezin restorasyonların polimerizasyonunu bozmuştur (Voth ve ark., 1966). Günümüzde rezinle uyumlu vernikler ve florür vernikleri CaF_2 çökeltisiyle tübül tıkanması sağlar (Orchardson & Gillam, 2006).
- **HEMA İçeren Sistemler (örn. Gluma):** Glutaraldehit ve HEMA içeren ajanlar, dentin sıvısındaki albumin ile reaksiyona girip protein çökeltisi (fibriler tıkaç) oluşturarak sıvı akışını keser ve DH'yi belirgin şekilde azaltır (Camps & Pashley, 2003; Orchardson & Gillam, 2006)
- **Oksalat Çözeltileri:** Dentindeki kalsiyum ile reaksiyona girerek çözünmeyen kalsiyum oksalat kristalleri oluşturur ve yüzey altı tübüler oklüzyon sağlar (Greenhill & Pashley, 1981; Ling & Gillam, 1996). Yaygın kullanılmakla birlikte (Cunha-Cruz ve ark., 2010), sistematik derlemeler rutin kullanımı için klinik kanıtların henüz yetersiz olduğunu göstermektedir (Cunha-Cruz ve ark., 2011).
- **Kalsiyum Hidroksit:** Serbest protein radikallerine bağlanarak ve remineralizasyonu uyatarak tübülleri tıkar (Greenhill & Pashley, 1981; Ling & Gillam, 1996). Ancak oluşturduğu tabaka asit atağına karşı dirençsiz olduğundan klinik başarısı kısa sürelidir ve etkisi hızla azalır (Pashley ve ark., 1986).

5. Sertleşme/Polimerizasyon Reaksiyonuna Giren Ürünler

- **Cam İyonomer Simanlar (GIC) ve Kompomerler:** Geleneksel GIC, RMGIC ve kompomerler diş dokusuna kimyasal/iyon değişimiyle bağlanır ve sürekli florür salınımı/şarjı sağlarlar (Burrow ve ark., 2009; Pardi ve ark., 2003). Düşük viskoziteli

GIC'lerin (örn. Fuji VII) DH yönetiminde uzun dönemde oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Polderman & Frencken, 2007).

- **Adeziv Restoratif Materyaller (Dentin Bağlayıcı Sistemler):** Demineralize dentinde kollajen ağının rezinle mikromekanik olarak kilitlemesi (hibrit tabaka) esasına dayanır (Tyas & Burrow, 2004). DH üzerinde anında ve uzun süreli rahatlama sağlarlar (Pashley, 1992). Ancak bu materyaller tekniğe son derece hassastır ve lokalize hassasiyet vakalarında minimal girişimsel bir yaklaşım olarak tercih edilmelidir (Orchardson & Gillam, 2006; Veitz-Keenan ve ark., 2013).

6. Restoratif ve Diğer Yaklaşımlar

Lokalize, orta ve şiddetli DH vakalarında acil semptomatik rahatlama sağlamak amacıyla restoratif prosedürler uygulanabilir (Orchardson & Gillam, 2006). Bunun yanı sıra oklüzal uyumlandırma, kron restorasyonları, periodontal cerrahi (kök yüzeyi kapatma), pulpa ekstirpasyonu, lazer uygulamaları, propolis veya hipnoz gibi alternatif yöntemler de öne sürülmüştür (Eitner ve ark., 2010; Tavares ve ark., 2021). Ancak invaziv restoratif prosedürlerin veya diş beyazlatma işlemlerinin kendilerinin de tedavi sonrası geçici hassasiyet tetikleyebileceği unutulmamalıdır (DeRouen ve ark., 2010).

Diğer Tedavi Seçenekleri ve Alternatif Yaklaşımlar

Dentin hipersensitivitesinin (DH) yönetiminde kanıta dayalı düzeyi sınırlı olmakla birlikte, çeşitli alternatif ve restoratif yaklaşımlar önerilmiştir:

- **Periodontal Cerrahi:** Koronale kaydırılan flep operasyonları ile açığa çıkmış kök yüzeylerinin kapatılması hassasiyeti ortadan kaldırabilir.
- **Oklüzal Düzenleme:** Abfraksiyon lezyonlarıyla ilişkili olan DH vakalarında oklüzal uyumlandırma etkili bir seçenek oluşturabilir.
- **Protetik ve Endodontik Müdahaleler:** Açıkta kalan kök yüzeylerinin pürüzsüzleştirilmesi/cilalanması, kron restorasyonları ve dirençli vakalarda pulpa ekstirpasyonu diğer rapor edilen yöntemler arasındadır (Coleman ve ark., 2003).

Lazer Uygulamaları

Lazer teknolojisi, DH tedavisinde klinik potansiyeli nedeniyle öne sürülen bir diğer seçenektir.

- **Etki Mekanizması:** Lazerlerin hassasiyet giderici etkisi tam olarak netleşmemekle birlikte; dentin sıvısındaki plazma proteinlerinin pıhtılaştırılıp çöktürülmesi, yayılan

termal enerji sayesinde intradental yapıların değiştirilmesi veya sinir aktivitesinin modülasyonu ile açıklanmaktadır (Addy ve ark., 2007).

- **Yüzey Değişiklikleri:** Nd:YAG ve Er:YAG lazerler, dentinin eriyip yeniden katılaşması veya ablasyonu yoluyla tübülleri kısmen tıkamaktadır. Ancak lazerler tamamen pürüzsüz ve geçirimsiz bir cam yüzeyi oluşturmaz; yüzeyde krater benzeri çöküntüler, açık veya tıkalı tübüller gözlenir.
- **Kullanılan Sistemler:** Literatürde Nd:YAG, Er,Cr:YSGG, CO_2 ve diyet lazerler gibi farklı sistemler tanımlanmıştır.
- **Kombine Tedaviler:** Lazerlerin (örn. GaAlAs, CO_2 , Er:YAG, Nd:YAG veya 810 nm diyet) NaF jelleri, florür vernikleri veya %10 potasyum nitrat içerikli biyo-yapışkan jellerle kombine kullanımının olumlu klinik sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ancak bu çalışmalarda örneklem boyutlarının küçüklüğü nedeniyle ek klinik faydaların netleştirilmesi için ileri araştırmalara ihtiyaç vardır (Kara & Orbak, 2009).
- **Klinik Etkinlik ve Kanıt Düzeyi:** Sistematik derleme ve meta-analizler, lazer tedavisinin plaseboya kıyasla DH'yi azaltmada belirgin şekilde etkili olduğunu; ancak farklı lazer tipleri veya konvansiyonel tedavi yöntemleri arasında üstünlük açısından anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir (Sgolastra ve ark., 2013). Bu nedenle lazer uygulamaları bilimsel açıdan ilgi çekici bir alan olsa da genel diş hekimliği pratiğinde DH tedavisi için kullanımı henüz sınırlı düzeydedir (Cunha-Cruz ve ark., 2011).

SONUÇ

Dentin hipersensitivitesi (DH), mine ve sement kaybı sonucu açığa çıkan dentin tübüllerindeki sıvı hareketlerinin sinir sonlanmalarını uyarmasıyla (Hidrodinamik Teori) gelişen, multifaktöriyel bir klinik tablodur.

DH yönetiminde evrensel tek bir "altın standart" bulunmamakla birlikte; tedavi stratejileri temel olarak sinir desensitizasyonu (potasyum iyonları vb.) ve tübüler oklüzyon (florür, biyoaktif cam, nano-hidroksiapatit, HEMA/adeziv sistemler, lazer vb.) mekanizmalarına dayanmaktadır.

Başarılı bir DH yönetiminde ilk adım; doğru tanı koymak ve asidik beslenme ile hatalı fırçalama gibi predispozan faktörleri ortadan kaldırmaktır. Tedavi protokolünde öncelikle hasta tarafından uygulanan invaziv olmayan ev tipi hassasiyet giderici ürünler tercih edilmeli; dirençli veya lokalize şiddetli vakalarda ise hekim kontrolünde uygulanan profesyonel ajanlara ve restoratif yaklaşımlara başvurulmalıdır. Aside dirençli biyomimetik materyallerin gelişimiyle, gelecekte daha kalıcı ve öngörülebilir klinik başarıların elde edilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- Addy, M., West, N. X., Barlow, A., & Smith, S. (2007). Dentine hypersensitivity: is there both stimulus and placebo responses in clinical trials? *International Journal of Dental Hygiene*, 5(1), 53–59. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2007.00228.x>
- Amarasena, N., Spencer, J., Ou, Y., & Brennan, D. (2011). Dentine hypersensitivity in a private practice patient population in Australia. *Journal of Oral Rehabilitation*, 38(1), 52–60. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02132.x>
- Anand, S., Rejula, F., Sam, J. V. G., Christaline, R., Nair, M. G., & Dinakaran, S. (2017). Comparative Evaluation of Effect of Nano-hydroxyapatite and 8% Arginine Containing Toothpastes in Managing Dentin Hypersensitivity: Double Blind Randomized Clinical Trial. *Acta Medica (Hradec Kralove)*, 60(3), 114–119. <https://doi.org/10.14712/18059694.2018.3>
- Bartold, P. M. (2006). Dentinal hypersensitivity: a review. *Australian Dental Journal*, 51(3), 212–218; quiz 276. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17037886>
- Bernick, S. (1948). Innervation of the human tooth. *The Anatomical Record*, 101(1), 81–107. <https://doi.org/10.1002/ar.1091010110>
- Blitzer, B. (1967). A consideration of the possible causes of dental hypersensitivity: treatment by a strontium-ion dentifrice. *Periodontics*, 5(6), 318–321. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4864123>
- Brännström, M. (1965). The surface of sensitive dentine. An experimental study using replication. *Odontologisk Revy*, 16(4), 293–299. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5216250>
- Brännström, M., & Aström, A. (1972). The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. *International Dental Journal*, 22(2), 219–227. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4505631>
- Brännström, M., & Garberoglio, R. (1980). Occlusion of dentinal tubules under superficial attrited dentine. *Swedish Dental Journal*, 4(3), 87–91. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6933708>
- Brännström, M., Johnson, G., & Nordenvall, K. J. (1979). Transmission and control of dentinal pain: resin impregnation for the desensitization of dentin. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 99(4), 612–618. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1979.0337>
- Brauer, D. S., Karpukhina, N., O'Donnell, M. D., Law, R. V., & Hill, R. G. (2010). Fluoride-containing bioactive glasses: effect of glass design and structure on degradation, pH and

- apatite formation in simulated body fluid. *Acta Biomaterialia*, 6(8), 3275–3282. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2010.01.043>
- Burrow, M. F., Banomyong, D., Harnirattisai, C., & Messer, H. H. (2009). Effect of glass-ionomer cement lining on postoperative sensitivity in occlusal cavities restored with resin composite--a randomized clinical trial. *Operative Dentistry*, 34(6), 648–655. <https://doi.org/10.2341/08-098-C>
- Burwell, A., Jennings, D., Muscle, D., & Greenspan, D. C. (2010). NovaMin and dentin hypersensitivity--in vitro evidence of efficacy. *The Journal of Clinical Dentistry*, 21(3), 66–71. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21207916>
- Camps, J., & Pashley, D. (2003). In vivo sensitivity of human root dentin to air blast and scratching. *Journal of Periodontology*, 74(11), 1589–1594. <https://doi.org/10.1902/jop.2003.74.11.1589>
- Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity. (2003). Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *Journal (Canadian Dental Association)*, 69(4), 221–226. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12662460>
- Chabanski, M. B., Gillam, D. G., Bulman, J. S., & Newman, H. N. (1997). Clinical evaluation of cervical dentine sensitivity in a population of patients referred to a specialist periodontology department: a pilot study. *Journal of Oral Rehabilitation*, 24(9), 666–672. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1997.tb01079.x>
- Cherng, A. M., Chow, L. C., & Takagi, S. (2004). Reduction in dentin permeability using mildly supersaturated calcium phosphate solutions. *Archives of Oral Biology*, 49(2), 91–98. [https://doi.org/10.1016/s0003-9969\(03\)00202-4](https://doi.org/10.1016/s0003-9969(03)00202-4)
- Clayton, D. R., McCarthy, D., & Gillam, D. G. (2002). A study of the prevalence and distribution of dentine sensitivity in a population of 17-58-year-old serving personnel on an RAF base in the Midlands. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29(1), 14–23. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2002.00805.x>
- Coleman, T. A., Grippo, J. O., & Kinderknecht, K. E. (2003). Cervical dentin hypersensitivity. Part III: resolution following occlusal equilibration. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 34(6), 427–434. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12859087>
- Cunha-Cruz, J., Stout, J. R., Heaton, L. J., Wataha, J. C., & Northwest PRECEDENT. (2011). Dentin hypersensitivity and oxalates: a systematic review. *Journal of Dental Research*, 90(3), 304–310. <https://doi.org/10.1177/0022034510389179>

- Cunha-Cruz, J., Wataha, J. C., Zhou, L., Manning, W., Trantow, M., Bettendorf, M. M., Heaton, L. J., & Berg, J. (2010). Treating dentin hypersensitivity: therapeutic choices made by dentists of the northwest PRECEDENT network. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 141(9), 1097–1105. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0340>
- Dababneh, R., Khouri, A., & Addy, M. (1999). Dentine hypersensitivity — an enigma? a review of terminology, mechanisms, aetiology and management. *British Dental Journal*, 187(11), 606–611. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800345a>
- DeRouen, T. A., Cunha-Cruz, J., Hilton, T. J., Ferracane, J., Berg, J., Zhou, L., Rothen, M., & Northwest Practice-based REsearch Collaborative in Evidence-based DENTistry (PRECEDENT). (2010). What's in a dental practice-based research network? Characteristics of Northwest PRECEDENT dentists, their patients and office visits. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 141(7), 889–899. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0289>
- Eitner, S., Bittner, C., Wichmann, M., Nickenig, H.-J., & Sokol, B. (2010). Comparison of conventional therapies for dentin hypersensitivity versus medical hypnosis. *The International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 58(4), 457–475. <https://doi.org/10.1080/00207144.2010.499350>
- Forsback, A.-P., Areva, S., & Salonen, J. I. (2004). Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62(1), 14–20. <https://doi.org/10.1080/00016350310008012>
- Frank, R. M. (1968). Attachment sites between the odontoblast process and the intradentinal nerve fibre. *Archives of Oral Biology*, 13(7), 833–834. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(68\)90104-0](https://doi.org/10.1016/0003-9969(68)90104-0)
- Gangarosa, L. P., & Park, N. H. (1978). Practical considerations in iontophoresis of fluoride for desensitizing dentin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 39(2), 173–178. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(78\)80017-1](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(78)80017-1)
- Gedalia, I., Brayer, L., Kalter, N., Richter, M., & Stabholz, A. (1978). The effect of fluoride and strontium application on dentin: in vivo and in vitro studies. *Journal of Periodontology*, 49(5), 269–272. <https://doi.org/10.1902/jop.1978.49.5.269>
- Greenhill, J. D., & Pashley, D. H. (1981). The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. *Journal of Dental Research*, 60(3), 686–698. <https://doi.org/10.1177/00220345810600030401>

- Hand, Arthur R., ve Marion E. Frank. Fundamentals of Oral Histology and Physiology. John Wiley & Sons, 2015, https://books.google.com/books/about/Fundamentals_of_Oral_Histology_and_Physi.htm?hl=&id=Us70CAAAQBAJ
- Huang, S. B., Gao, S. S., & Yu, H. Y. (2009). Effect of nano-hydroxyapatite concentration on remineralization of initial enamel lesion in vitro. *Biomedical Materials (Bristol, England)*, 4(3), 034104. <https://doi.org/10.1088/1748-6041/4/3/034104>
- Kara, C., & Orbak, R. (2009). Comparative evaluation of Nd:YAG laser and fluoride varnish for the treatment of dentinal hypersensitivity. *Journal of Endodontics*, 35(7), 971–974. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.04.004>
- Kern, D. A., McQuade, M. J., Scheidt, M. J., Hanson, B., & Van Dyke, T. E. (1989). Effectiveness of sodium fluoride on tooth hypersensitivity with and without iontophoresis. *Journal of Periodontology*, 60(7), 386–389. <https://doi.org/10.1902/jop.1989.60.7.386>
- Kleinberg, I. (2002). SensiStat. A new saliva-based composition for simple and effective treatment of dentinal sensitivity pain. *Dentistry Today*, 21(12), 42–47. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12572161>
- Leonard, R. H., Jr, Smith, L. R., Garland, G. E., & Caplan, D. J. (2004). Desensitizing agent efficacy during whitening in an at-risk population. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [ve ark.]*, 16(1), 49–55; discussion 56. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2004.tb00452.x>
- Ling, T. Y., & Gillam, D. G. (1996). The effectiveness of desensitizing agents for the treatment of cervical dentine sensitivity (CDS)--a review. *The Journal of the Western Society of Periodontology/Periodontal Abstracts*, 44(1), 5–12. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9477862>
- Markowitz, K., Bilotto, G., & Kim, S. (1991). Decreasing intradental nerve activity in the cat with potassium and divalent cations. *Archives of Oral Biology*, 36(1), 1–7. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(91\)90047-x](https://doi.org/10.1016/0003-9969(91)90047-x)
- Miller, J. T., Shannon, I. L., Kilgore, W. G., & Bookman, J. E. (1969). Use of a water-free stannous fluoride-containing gel in the control of dental hypersensitivity. *Journal of Periodontology*, 40(8), 490–491. <https://doi.org/10.1902/jop.1969.40.8.490>
- Mneimne, M., Hill, R. G., Bushby, A. J., & Brauer, D. S. (2011). High phosphate content significantly increases apatite formation of fluoride-containing bioactive glasses. *Acta Biomaterialia*, 7(4), 1827–1834. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2010.11.037>

- Morris, M. F., Davis, R. D., & Richardson, B. W. (1999). Clinical efficacy of two dentin desensitizing agents. *American Journal of Dentistry*, 12(2), 72–76. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10477986>
- Närhi, M. V., Hirvonen, T. J., & Hakumäki, M. O. (1982). Responses of intradental nerve fibres to stimulation of dentine and pulp. *Acta Physiologica Scandinavica*, 115(2), 173–178. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1982.tb07062.x>
- Orchardson, R., & Gillam, D. G. (2006). Managing dentin hypersensitivity. *Journal of the American Dental Association* (1939), 137(7), 990–998; quiz 1028–1029. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0321>
- Orsini, G., Procaccini, M., Manzoli, L., Giuliadori, F., Lorenzini, A., & Putignano, A. (2010). A double-blind randomized-controlled trial comparing the desensitizing efficacy of a new dentifrice containing carbonate/hydroxyapatite nanocrystals and a sodium fluoride/potassium nitrate dentifrice. *Journal of Clinical Periodontology*, 37(6), 510–517. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01558.x>
- Pardi, V., Pereira, A. C., Mialhe, F. L., Meneghim, M. de C., & Ambrosano, G. M. B. (2003). A 5-year evaluation of two glass-ionomer cements used as fissure sealants. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 31(5), 386–391. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0528.2003.00113.x>
- Pashley, D. H. (1992). Dentin bonding agents. *Current Opinion in Dentistry*, 2, 46–51. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1298457>
- Pashley, D. H., Kalathoor, S., & Burnham, D. (1986). The effects of calcium hydroxide on dentin permeability. *Journal of Dental Research*, 65(3), 417–420. <https://doi.org/10.1177/00220345860650030801>
- Pashley, D. H., Michelich, V., & Kehl, T. (1981). Dentin permeability: effects of smear layer removal. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 46(5), 531–537. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(81\)90243-2](https://doi.org/10.1016/0022-3913(81)90243-2)
- Pashley, D. H., & Swift, E. J., Jr. (2008). Dentin bonding. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [ve ark.]*, 20(3), 153–154. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2008.00169.x>
- Petrou, I., Heu, R., Stranick, M., Lavender, S., Zaidel, L., Cummins, D., Sullivan, R. J., Hsueh, C., & Gimzewski, J. K. (2009). A breakthrough therapy for dentin hypersensitivity: how dental products containing 8% arginine and calcium carbonate work to deliver effective relief of sensitive teeth. *The Journal of Clinical Dentistry*, 20(1), 23–31. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19489189>

- Polderman, R. N., & Frencken, J. E. (2007). Comparison between effectiveness of a low-viscosity glass ionomer and a resin-based glutaraldehyde containing primer in treating dentine hypersensitivity--a 25.2-month evaluation. *Journal of Dentistry*, 35(2), 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2006.06.005>
- Reynolds, E. C. (1998). Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Special Care in Dentistry : Official Publication of the American Association of Hospital Dentists, the Academy of Dentistry for the Handicapped, and the American Society for Geriatric Dentistry*, 18(1), 8–16. <https://doi.org/10.1111/j.1754-4505.1998.tb01353.x>
- Rimondini, L., Baroni, C., & Carrassi, A. (1995). Ultrastructure of hypersensitive and non-sensitive dentine. A study on replica models. *Journal of Clinical Periodontology*, 22(12), 899–902. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1995.tb01792.x>
- Sgolastra, F., Petrucci, A., Severino, M., Gatto, R., & Monaco, A. (2013). Lasers for the treatment of dentin hypersensitivity: a meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 92(6), 492–499. <https://doi.org/10.1177/0022034513487212>
- Sharif, M. O., Iram, S., & Brunton, P. A. (2013). Effectiveness of arginine-containing toothpastes in treating dentine hypersensitivity: a systematic review. *Journal of Dentistry*, 41(6), 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.01.009>
- Splieth, C. H., & Tachou, A. (2013). Epidemiology of dentin hypersensitivity. *Clinical Oral Investigations*, 17 Suppl 1(Suppl 1), S3–S8. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0889-8>
- Tavares, J. A. O., da Silva, F. A., Santos, T. M. L., Caneppele, T. M. F., & Augusto, M. G. (2021). The effectiveness of propolis extract in reducing dentin hypersensitivity: A systematic review. *Archives of Oral Biology*, 131, 105248. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2021.105248>
- Thrash, W. J., Dodds, M. W., & Jones, D. L. (1994). The effect of stannous fluoride on dentinal hypersensitivity. *International Dental Journal*, 44(1 Suppl 1), 107–118. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8021036>
- Tyas, M. J., & Burrow, M. F. (2004). Adhesive restorative materials: a review. *Australian Dental Journal*, 49(3), 112–121; quiz 154. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2004.tb00059.x>
- Uchida, A., Wakano, Y., Fukuyama, O., Miki, T., Iwayama, Y., & Okada, H. (1980). Controlled clinical evaluation of a 10% strontium chloride dentifrice in treatment of dentin hypersensitivity following periodontal surgery. *Journal of Periodontology*, 51(10), 578–581. <https://doi.org/10.1902/jop.1980.51.10.578>

- Vano, M., Derchi, G., Barone, A., Pinna, R., Usai, P., & Covani, U. (2018). Reducing dentine hypersensitivity with nano-hydroxyapatite toothpaste: a double-blind randomized controlled trial. *Clinical Oral Investigations*, 22(1), 313–320. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2113-3>
- Veitz-Keenan, A., Barna, J. A., Strober, B., Matthews, A. G., Collie, D., Vena, D., Curro, F. A., & Thompson, V. P. (2013). Treatments for hypersensitive noncarious cervical lesions: a Practitioners Engaged in Applied Research and Learning (PEARL) Network randomized clinical effectiveness study. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 144(5), 495–506. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2013.0152>
- Voth, E. D., Phillips, R. W., & Swartz, M. L. (1966). Thermal diffusion through amalgam and various liners. *Journal of Dental Research*, 45(4), 1184–1190. <https://doi.org/10.1177/00220345660450042501>
- West, N. X. (2008). Dentine hypersensitivity: preventive and therapeutic approaches to treatment. *Periodontology 2000*, 48, 31–41. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2008.00262.x>
- Yan, B., Yi, J., Li, Y., Chen, Y., & Shi, Z. (2013). Arginine-containing toothpastes for dentin hypersensitivity: systematic review and meta-analysis. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 44(9), 709–723. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a30177>

BÖLÜM 8

DERİN MARJİN ELEVASYONU: KLİNİK KARAR, BİYOLOJİK SINIRLAR VE RESTORATİF BAŞARI

Şevval ARTANLAR¹, Özden ÖZEL BEKTAŞ²

¹ Arş. Gör. „Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Sivas,Türkiye. ORCID:0009-0002-4418-7009

² Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye. ORCID:0000-0003-1321-2056

GİRİŞ:

Diş hekimliğinde derin subgingival marjinler, hem restoratif tedavilerin uygulanması sırasında karşılaşılan teknik zorluklar hem de çevre dokuların sağlığı açısından önemli bir klinik sorun oluşturmaktadır. Bu olguların yönetiminde cerrahi kron boyu uzatma, ortodontik ekstrüzyon veya derin marjin elevasyonu uygulanabilmektedir (Huang ve ark., 2021; Samartzi ve ark., 2022; Sarfati ve Tirlet, 2018). Cerrahi kron boyu uzatma ile yumuşak ve sert dokular yeniden şekillendirilerek yeterli restoratif alan oluşturulur. Ortodontik ekstrüzyonda dişin kontrollü kuvvetlerle koronal yönde hareket ettirilerek marjinin daha erişilebilir bir konuma taşınması amaçlanmaktadır. Ancak cerrahi kron boyu uzatma ve ortodontik ekstrüzyon bazı önemli dezavantajlara sahiptir. Cerrahi kron boyu uzatmanın periodontal destek ve estetik üzerinde olumsuz etkileri olabilir (Sarfati ve Tirlet, 2018). Ortodontik ekstrüzyon ise uzun tedavi süresine ve hasta kooperasyonuna gereksinim duyar (Huang ve ark., 2021). Derin marjin elevasyonu (DME), subgingival marjinin adeziv restoratif materyaller kullanılarak koronal bir konuma taşınmasını sağlayan, daha invaziv prosedürlere alternatif olabilecek konservatif bir restoratif yaklaşımdır (Samartzi ve ark., 2022).

Derin servikal marjinlerin restoratif materyaller kullanılarak koronale taşınması düşüncesinin temelleri, derin kavitelerde servikal kısımların cam iyonomer siman ile restore edildiği açık sandviç tekniğine dayandırılabilir (Loguercio ve ark., 2002). Dental materyallerdeki gelişmelerle birlikte cam iyonomer simanların yanı sıra rezin modifiye cam iyonormeler, kompomerler, akışkan kompozitler de bu amaçla kullanılmak üzere araştırılmıştır (Juloski ve ark., 2018). Açık sandviç tekniği temel olarak direkt restorasyonlar için tasarlanmışken, derin marjin elevasyonu indirekt restorasyonların uygulanmasını kolaylaştırması prensibiyle geliştirilmiştir. Dietschi ve Spreafico 1998 yılında, derin servikal marjinlerin kompozit rezin kullanılarak koronal yönde taşınmasına dayanan bu restoratif yaklaşımı tanımlamışlardır (Dietschi ve Spreafico, 1998). Bu yaklaşım literatürde “servikal marjin relokasyonu” ve “proksimal kutu elevasyonu” ismi ile de anılmaktadır. Teknikte temel mantık, derin servikal marjinin restoratif materyaller kullanılarak koronal pozisyona taşımak, izolasyon sağlamak, ölçü alımını kolaylaştırmak ve indirekt restorasyonların yapıştırma aşamasını daha güvenli hale getirmektir. (Ferrari ve ark., 2018). Bu işlem için 2012 yılında Magne ve Spreafico günümüzde yaygın kullanılan terimlerden biri olan “derin marjin elevasyonu (DME)” ismini önermişlerdir (Magne ve Spreafico, 2012).

DME, indirekt restorasyonlarda “immediate dentin sealing (IDS)” ile birlikte uygulanabilmektedir. Bu iki yaklaşımda kompozit rezin kullanılması dentin yüzeyinin örtülenmesine, kavite geometrisinin düzenlenmesine, kuspların güçlendirilmesine ve undercut

alanlarının doldurulmasına katkı sağlayabilmektedir (Magne ve Spreafico, 2012; Samartzi ve ark., 2022).

DME uygulanırken restorasyon marjininin periodontal dokular ve özellikle suprakrestal doku ataşmanı ile ilişkisi dikkate alınmalıdır. Restorasyon marjini ile alveolar kemik krestindeki ilişkinin değerlendirilmesi, periodontal sağlığın korunması açısından önem taşımaktadır. Mevcut klinik çalışmalar DME uygulanan restorasyonlarda umut verici kısa, orta ve uzun dönem sonuçlar bildirmekle birlikte, periodontal yanıtın olgu seçimi ve marjinin biyolojik yapılarla ilişkisine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir (Eggmann ve ark., 2023). Derin subgingival marjin nedeniyle DME uygulanmış dişlerdeki CAD/CAM restorasyonların 10 yıllık klinik sonuçlarının DME gereksinimi bulunmayan dişlerdeki restorasyonlarla benzer bulunması, tekniğin uzun dönem klinik potansiyelini desteklemektedir (Aziz ve ark., 2025).

Bununla birlikte, DME'nin klinik kullanımını destekleyen kanıtların sınırlı olması, tekniğin rutin uygulamadaki yerinin net olarak belirlenmesini güçleştirmektedir. Bu bölümün amacı, mevcut kanıtlar doğrultusunda biyolojik sınırları, olgu seçimini ve restoratif başarıyı değerlendirmektir.

BİYOLOJİK SINIRLAR VE OLGU SEÇİMİ

Dentogingival birleşimin fizyolojik boyutları ilk kez Gargiulo ve arkadaşları tarafından 1961 yılında histolojik olarak değerlendirilmiş; sulkus derinliği, epitelyal ataşman ve bağ dokusu ataşımının ortalama değerleri sırasıyla 0,69 mm, 0,97 mm ve 1,07 mm olarak bildirilmiştir. Bu verilere göre daha sonraki yıllarda “biyolojik genişlik” olarak tanımlanan epitelyal ve bağ dokusu ataşımının toplam değeri yaklaşık 2,04 mm'dir. Sulkus derinliğinin de dahil edildiği toplam dentogingival kompleksin boyutu ise yaklaşık 2,73 mm'dir (Gargiulo ve ark., 1961). Yine Vacek ve arkadaşları 1994 yılında epitelyal ve bağ dokusu ataşımının toplam boyutunu yaklaşık 1,91 mm, sulkusun da dahil edildiği dentogingival kompleksin toplam boyutunun ise yaklaşık 3,25 mm olarak bildirmiştir (Vacek ve ark., 1994). Bu klasik histolojik veriler doğrultusunda, restoratif marjin ile alveolar kemik krestinin arasında yaklaşık 3 mm mesafe bırakılması uzun yıllar periodontal sağlığın korunmasına yönelik klinik bir referans olarak kabul edilmiştir.

Biyolojik genişlik olarak adlandırılan bu fizyolojik alan güncel periodontal sınıflandırmada “suprakrestal doku ataşmanı” (STA) olarak adlandırılmaktadır. Alveolar kemik kretinin koronalinde yer alan birleşim epiteli ve hemen altındaki suprakrestal bağ

ataşmanınından oluşur (Jepsen ve ark., 2018; Papapanou ve ark., 2018). Restorasyon marjinin bulunması gereken sabit mesefeye olan yaklaşım, birleşim epiteli boyutunun bireyler arasında değişebilmesi nedeniyle tartışmalıdır (Schmidt ve ark., 2013). Ferrari ve arkadaşları, restorasyon marjininin alveolar kemik krestine 2 mm veya daha fazla yaklaştığı durumlarda sondalamada kanama oranının artabileceğini bildirmiştir (Ferrari ve ark., 2018; Frese ve ark., 2014). Bu nedenle DME uygulanırken yalnızca sayısal bir mesafe kriterinin değil; periodontal sağlık, oral hijyen ve restorasyon marjininin çevre periodontal dokularla ilişkisinin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Literatürde restorasyon marjininin alveolar kemik krestine 0,5-1,0 mm kadar yaklaştığı bazı olgularda periodontal sağlığın korunabildiği bildirilmiştir (Ferrari ve ark., 2018; Frese ve ark., 2014). Ancak bu bulgular sınırlı klinik gözleme dayandığından, söz konusu mesafenin güvenli bir biyolojik sınır olarak değerlendirilmemelidir. Bu tür olgularda restorasyon marjininin kalitesi ve hastanın plak kontrolü periodontal yanıt açısından önem taşımaktadır.

Suprakrestal doku ataşmanınin bileşenleri restoratif materyallere farklı biyolojik yanıtlar vermektedir. Histolojik bulgular, epitelyal dokunun rezin esaslı restoratif materyallerin yüzeyi boyunca uzanabildiği, ancak doğal kök yüzeyindekine benzer bir bağ dokusu ataşmanınin gösterilemediği bildirmektedir (Martins ve ark., 2007). Bu nedenle DME uygulanırken özellikle suprakrestal bağ dokusu ataşmanınin bulunduğu alana restorasyon marjininin uzanmaması gerekmektedir (Samartzi ve ark., 2022).

DME kararı öncesinde klinik ve radyografik değerlendirmeler yapılmalıdır. Klinik muayenede sondlama derinliği ölçülmeli, gerekli durumlarda lokal anestezi altında transgingival sondlama (bone sounding) yapılarak restorasyon marjini ile alveoler kret arasındaki mesafe değerlendirilmelidir. Periapikal veya bitewing radyografilerle de çürüğün derinliği ve alveoler kemikle olan mesafesi analiz edilmelidir (Magne ve Spreafico, 2012). Ağız hijyeni ve hasta motivasyonu da olgu seçiminde önem taşımaktadır. Hastanın özellikle arayüz temizliğini sürdürebilmesi ve düzenli kontrollere uyum göstermesi beklenmektedir (Taylor ve Burns, 2024). Aktif periodontal hastalığı veya yetersiz ağız hijyeni bulunan hastalarda DME uygulaması dikkatle değerlendirilmelidir (Eggmann ve ark., 2023).

Temel gerekliliklerden biri de çalışma alanının tükürük, diş eti oluğu sıvısı, kan kaynaklı kontaminasyonlardan etkin şekilde izole edilebilmesidir (Samartzi ve ark., 2022). DME tekniğine ilişkin klinik olgular incelendiğinde izolasyon konusunda görüş birliği bulunmadığı

görülmektedir. Birçok çalışmaya göre yalnızca rubber dam ile izolasyon sağlanabildiği durumlarda uygulanması gerekmektedir (Magne ve Spreafico, 2012). Bununla birlikte, literatürde rubber dam izolasyonu kullanılmadan DME uygulanan klinik olgular da bildirilmiştir (Kielbassa ve Philipp, 2015). Derin subgingival alanlarda yeterli izolasyonun sağlanamaması, adeziv restorasyonların performansını olumsuz etkileyebilir. Bu durum, dentine bağlanmanın mineye kıyasla daha sınırlı ve daha az stabil olması nedeniyle adeziv bağlantının kalitesini olumsuz etkileyebilir (Juloski ve ark., 2018). Rubber dam kullanımının restorasyonların klinik performansı ve ömrü üzerinde anlamlı etkisi olduğu gösterilmiştir (Heintze ve Rousson, 2012). DME uygulanacak olgularda rubber dam ile izolasyon sağlanamıyorsa endikasyon sorgulanmalıdır.

DME uygulanabilecek olgular ile cerrahi müdahale gerektirebilecek durumların ayırımında Veneziani sınıflandırması ve Ghezzi İlkesi klinik karar sürecine yardımcı olan yaklaşımlardır. Veneziani, çalışma alanının rubber dam ile izole edilebilirliğini ve marjinin periodontal dokularla ilişkisini esas alan bir sınıflandırma geliştirmiştir. Rubber dam yerleştirildiğinde servikal marjin görünür ve izole edilebilir ise ‘Derece I’ olarak tanımlanır ve DME uygulanabilir. Rubber dam ile izolasyon sağlanamıyor ancak biyolojik sınırlar korunuyorsa olgu ‘Derece II’ olarak tanımlanır ve marjinin cerrahi olarak açığa çıkarılması gerekir. Servikal marjinin biyolojik sınırları ihlal edecek kadar derin olduğu ‘Derece III’ olgularda ise cerrahi kron boyu uzatma düşünülmelidir (Veneziani, 2010).

Ghezzi ve arkadaşları, cerrahi müdahaleye olan gereksinimi rubber dam izolasyonunun sağlanabilirliğine göre sınıflandırmıştır. Doğrudan izolasyon sağlanabiliyorsa cerrahi olmayan DME olarak tanımlanmıştır. İzolasyon ancak flep kaldırıldıktan sonra sağlanabiliyorsa cerrahi DME’nin diş eti yaklaşımı uygulanmaktadır. Flep kaldırılmasına rağmen yeterli izolasyon sağlanamıyorsa kemik rezeksiyonunun yapıldığı, cerrahi DME’nin kemik yaklaşımı tercih edilmektedir (Ghezzi ve ark., 2019).

RESTORATİF MATERYALLERİN UYGULAMASI

DME uygulamasında çürük dokuların uzaklaştırılmasının ardından servikal marjinin restorasyonu için çevresel matriksler kullanılabildiği gibi gingival çıkış profilinin daha uygun oluşturulmasına olanak sağlamaları nedeniyle konturlu matriksler de tercih edilebilir (Dietschi ve Spreafico, 2015; Magne ve Spreafico, 2012; Rocca ve ark., 2015; Veneziani, 2010). Magne ve Spreafico, mine-sement birleşiminin koronalinde yer alan marjinlerde geleneksel

matrikslerin yeterli olabileceğini ancak marjinin mine sement birleşimi düzeyinde bulunduğu durumlarda bu matrikslerin uygun gingival çıkış profili ve kontur oluşturmakta yetersiz kalabileceğini belirtmiş, konturlu matrikslerin tercih edilmesini önermişlerdir (Magne ve Spreafico, 2012). Matriks bandının servikal marjini tamamen sararak boşluksuz bir şekilde kapatması gerekmektedir. Matriksin ağız içerisinde kaymadan stabil kalabilmesi için hem bukkal hem lingual duvarlarda yeterli miktarda diş sert dokusunun bulunması önemlidir (Magne ve Spreafico, 2012). Matriksin subgingival bölgeye daha iyi ilerletilebilmesi ve daha iyi kapatma sağlayabilmesi için bant 2-3 mm (oluşturulmak istenen marjin seviyesinden biraz daha yüksek) kesilerek daraltılabilir. Çok derin ve lokalize lezyonlarda “matriks içinde matriks” tekniği kullanılabilir. Bu teknikte çevresel matriks yerleştirildikten sonra hafifçe gevşetilir ve içine yalnızca derin defekt bölgesine ulaşan ikinci bir dar matriks bandı servikal yönde ilerletilir. İkinci matriks parçası en derin seviyeye ulaştığında dış matriks yeniden sıkıştırılarak sistem stabilize edilir (Magne ve Spreafico, 2012). İçte yerleştirilen matriksin diş yüzeyine adaptasyonu ve sızdırmazlığını arttırmak için teflon banttı yararlanılabilir. Özellikle kama kullanmanın mümkün olmadığı veya matriks konturunu olumsuz etkilediği durumlarda teflon bant, matriksin apikale doğru adapte edilmesine ve çıkış profilinin korunmasına yardımcı olabilir (Bresser ve ark., 2019; Samartzi ve ark., 2022).

Çürük dokuların uzaklaştırılması ve matriks bandının yerleştirilmesinden sonra dentinin aşırı asitlenmesi riskini azaltmak amacıyla self-etch veya universal adezivlerin tercih edilmesi önerilmektedir (Samartzi ve ark., 2022). Immediate dentin sealing (IDS), preparasyonun hemen ardından açığa çıkan dentin yüzeyinin adeziv sistemle kapatılması işlemidir. DME ile birlikte uygulanabilen IDS, dentin yüzeyinin erken dönemde örtülenmesiyle indirekt restorasyonların bağlanma performansını artırabilir. Doldurucusuz ya da düşük doldurucu içeriğine sahip adezivlerin kullanıldığı durumlarda, üzerine ince bir akışkan kompozit tabakası uygulanabilir. Böylece adeziv tabaka korunur ve kalınlığı artırılır (Magne, 2005; Samartzi ve ark., 2021).

DME için geleneksel, akışkan ve bulk-fill rezin kompozitler gibi farklı materyaller kullanılabilir (Samartzi ve ark., 2022). Mikrohibrit ve nanohibrit kompozitlerin önceden ısıtılarak kullanılması viskozitenin azaltılarak kavite adaptasyonunun kolaylaşmasına ve tabakalar arası boşluk oluşumunun azalmasına katkı sağlayabilir (Magne ve Spreafico, 2012). Kompozitin tek bir kalın tabaka yerine ince tabakalar halinde yerleştirilmesi de marjinal bütünlük açısından yararlı olabilir (Juloski ve ark., 2018). Kavite tabanında adaptasyonu

arttırmak amacıyla “snowplough” tekniğinden de yararlanılabilir. Bu teknikte polimerize edilmemiş akışkan kompozit tabakası ve bunun üzerine daha viskoz kompozit yerleştirilerek ikisi birlikte polimerize edilir. Akışkan kompozitin servikal bölgeye adaptasyonundan yararlanılırken kalınlığı sınırlı tutulması amaçlanır (Frese ve ark., 2014).

Kompozit rezinin polimerizasyonu ardından oksijen temasını engelleyerek yüzey polimerizasyonunun tamamlanmasına yardımcı olmak için gliserin jel tabakası uygulanarak son polimerizasyon gerçekleştirilebilir (Magne ve Spreafico, 2012). Servikal bölgedeki kompozit fazlalıklar 12 numaralı bistüri ucu veya orak uçlu el aletiyle dikkatlice uzaklaştırılır. Marjinler ince elmas frezler, diskler ve ara yüz zımparaları kullanılarak düzeltilmeli ve pürüzsüz bir yüzey elde edilmelidir (Taylor ve Burns, 2024). DME tamamlandıktan sonra bitewing radyografi ile marjinal adaptasyonun, olası taşkınlık ya da boşlukların değerlendirilmesi önerilir. Bu kontrolün ardından final restorasyon için preparasyon ve ölçü aşamasına geçilebilir (Magne ve Spreafico, 2012).

MATERYAL SEÇİMİ

DME uygulamalarında materyal seçimi, restorasyonun marjinal uyumu, mikrosızıntı, mekanik dayanıklılık ve periodontal dokularla uyumu açısından kritik öneme sahiptir. Literatürde farklı içerik ve viskoziteye sahip çeşitli restoratif materyaller değerlendirilmiştir (Koken ve ark., 2019; Lefever ve ark., 2012). En sık kullanılan materyal grubunu kompozit rezinler oluşturmaktadır (Samartzi ve ark., 2022). Hem kompozit rezinlerin hem de cam iyonomer esaslı materyallerin uygun yüzey bitimi ve plak kontrolü sağlandığında periodontal dokular tarafından tolere edilebildiği bildirilmiştir (Konradsson ve van Dijken, 2005; Santamaria ve ark., 2008; Santos ve ark., 2007). Ancak geleneksel cam iyonomer simanların, düşük mekanik dayanımları ve ağız ortamındaki çözünürlüğe karşı dirençlerinin az olması nedeniyle kompozit rezinlere kıyasla kullanımı önerilmemektedir. Resin modifiye cam iyonomer simanlar ise geleneksel cam iyonomerlere göre daha iyi mekanik özelliklere sahip olmakla birlikte, uzun dönem mekanik stabiliteleri konusunda kompozit rezinlerin gerisinde kalmaktadır (Taylor ve Burns, 2024). Yüksek dolduruculu akışkan kompozitler ve akışkan bulk-fill materyaller, akışkanlıkları ve uygulama kolaylıkları nedeniyle sık tercih edilen materyaller arasında yer almaktadır (Baldi ve ark., 2022; Garzón Idrovo ve ark., 2026). Kendinden adeziv resin simanlar, uygulama kolaylıklarına rağmen DME materyali olarak önerilmemektedir. İn vitro çalışmalar, termal ve mekanik yaşlandırmalar sonrasında diğer restoratif materyallere kıyasla daha fazla boşluk oluşumu ve daha düşük marjinal adaptasyon

gösterebildiğini bildirmiştir (Roggendorf ve ark., 2012). Bununla birlikte, kullanılan kompozit tipi ve tabakalama protokolü açısından güncel literatürde kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır.

UZUN DÖNEM BAŞARI

DME tekniğinin klinik sonuçlarına ilişkin mevcut veriler uzun dönem başarısı açısından olumlu sonuçlar ortaya koymaktadır. Çalışmalarda yüksek sağkalım oranları bildirilmekle birlikte, literatürün önemli bir kısmı in vitro çalışmalardan oluşmaktadır. Ayrıca uzun takip süreli çalışmaların sınırlı olması ve arasındaki metodolojik farklılıklar dikkatli yorumlanmalıdır. Buna rağmen mevcut çalışmalar DME'nin klinik başarısını desteklemektedir (Eggmann ve ark., 2023; Taylor ve Burns, 2024).

Bresser ve arkadaşlarının 2019 yılında yayımlanan klinik çalışmasında, DME uygulanmış 120 hastaya ait 197 parsiyel indirekt restorasyon 12 yıla kadar takip edilmiştir. Ortalama takip süresi 57,7 ay olan çalışmada sağkalım oranı %95,9 olarak bildirilmiştir (Bresser ve ark., 2019). Aziz ve arkadaşlarının 10 yıllık çok merkezli çalışmasında, 153 DME uygulanmış kron değerlendirilmiştir. DME uygulanan grupta sağ kalım oranı %95,8, DME gereksinimi bulunmayan grupta ise %94,7 olarak bulunmuş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (Aziz ve ark., 2025). Dietschi ve arkadaşlarının uzun dönemli klinik vaka serisinde, 6-21 yıl süreyle takip edilen 25 indirekt restorasyon değerlendirilmiştir. Bu restorasyonların 10'unda DME uygulanmış ve ortalama 14 yıllık takip sonucunda tamamının klinik olarak başarılı olduğu bildirilmiştir (Dietschi ve Spreafico, 2019).

Uzun dönemli retrospektif verilerin yanı sıra, yakın dönemde yayımlanan prospektif ve randomize klinik çalışmalar da DME'nin klinik performansına ilişkin kanıtları desteklemektedir. Adson ve arkadaşlarının 24 aylık prospektif çalışmasında, DME uygulanmış 50 indirekt restorasyon ile supragingival marjine sahip 50 restorasyon karşılaştırılmıştır. Sağkalım oranları sırasıyla %96 ve %98 olarak bulunmuş, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (Adson ve ark., 2026). Roshdy ve arkadaşlarının üç yıllık randomize çalışmasında dört farklı materyal kullanılarak DME tekniği uygulanmış 64 onlay değerlendirilmiştir. Üç yıllık takip sonucunda tamamının fonksiyonda olduğu ve kullanılan materyaller arasında anlamlı farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Roshdy ve ark., 2026). Uygun olgu seçimi ve klinik protokol altında DME'nin indirekt restorasyonların sağkalımını olumsuz etkilemediği söylenebilir.

Restorasyonların başarısının yanı sıra periodontal dokuların uzun dönemde yanıtı da DME tekniğinin değerlendirilmesinde önemlidir. Bu konuda yayımlanan güncel klinik çalışmaların sonuçları farklılık göstermektedir. Muscholl ve arkadaşlarının ortalama 2,7 yıllık takip çalışmasında, DME uygulanan dişler ile kontrol dişleri arasında sondalamada kanama, gingival kanama ve plak birikimi açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bununla birlikte, DME uygulanan bölgelerde klinik ataşman kaybının bir miktar daha fazla olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada düzenli arayüz temizliği uygulayan hastalarda gingival inflamasyonun daha düşük olması, uzun dönem periodontal sonuçlarda ağız hijyeninin önemini göstermektedir (Muscholl ve ark., 2022).

DME'nin periodontal etkilerine ilişkin daha yakın dönem çalışmalar ise tamamen benzer sonuçlar ortaya koymamaktadır. Hausdörfer ve arkadaşlarının iki yıllık çalışmasında DME uygulanan bölgelerde sondlamada kanama başlangıca göre artmış ve sondlama derinliği kontrol bölgelerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Hausdörfer ve ark., 2024). Buna karşılık Aksaka ve arkadaşlarının üç yıllık klinik takibinde DME uygulanan ve kontrol bölgeleri arasında plak indeksi, gingival indeks, sondlama derinliği ve sondlamada kanama açısından anlamlı farklılık saptanmamış; radyografik olarak belirgin alveolar kemik kaybı gözlenmemiştir (Aksaka ve ark., 2025). Üç yıllık randomize klinik bir başka çalışmada da farklı DME materyalleri arasında periodontal yanıt açısından belirgin bir farklılık görülmemekle birlikte gingival indeksin zaman içinde hafif artış gösterdiği bildirilmiştir (Roshdy ve ark., 2026). Mevcut bulgular birlikte değerlendirildiğinde, uygun olgu seçimi ve yeterli plak kontrolü sağlandığında DME periodontal açıdan kabul edilebilir sonuçlar gösterebilmekle birlikte, uzun dönem periodontal etkilerine ilişkin kanıtların henüz tamamen tutarlı olmadığı görülmektedir.

CERRAHİ KRON BOYU UZATMA VE ORTODONTİK EKSTRÜZYON

Derin subgingival marjinlerin yönetiminde cerrahi kron boyu uzatma (SCL) ve ortodontik ekstrüzyon uygulanabilir. Bu yaklaşımlar, restoratif marjinin çevre dokularla ilişkisini değiştirir. SCL, suprakrestal doku ataşmanına yeterli alanı oluşturmak için dokuların cerrahi olarak yeniden şekillendirilmesi işlemidir (Albugami ve ark., 2020). Olguya göre gingivektomi, apikale kaydırılan flep ve gerekli durumlarda kemik rezeksiyonu uygulanarak restoratif sınırlar açığa çıkarılır (Eggmann ve ark., 2023; Pilalas ve ark., 2016). Cerrahi sonrasında doku stabilitesinin sağlanabilmesi için daimi restorasyon öncesinde posterior bölgede 6-12 hafta, estetik bölgede ise 3-6 ay beklenmesi önerilmektedir (Mugri ve ark., 2021). İleri düzeyde madde kaybına uğramış dişlerin tedavisinde öngörülebilir bir tedavi seçeneği

olmasıyla birlikte, 10-13 yıllık klinik takipte endodontik tedavili dişlerde furkasyonun açığa çıkması ve destek kemik kaybına bağlı diş kayıpları bildirilmiştir (Patil ve ark., 2019). Cerrahi kron boyu uzatma sonrasında diş etinde çekilme, klinik kron boyunda artış, papil kaybına bağlı siyah üçgen (black triangle) gibi estetik sorunlarla karşılaşılabilir (Mugri ve ark., 2021). Özellikle posterior bölgede furkasyon veya kök yüzeylerinin açığa çıkmasına, dentin hassasiyetine ve kron-kök oranının olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir (Brägger ve ark., 1992; Samartzi ve ark., 2022).

SCL ve DME tekniğini karşılaştıran randomize kontrollü çalışmada, 12 aylık takip sonucunda her iki yaklaşımın da kabul edilebilir biyolojik sonuçlar sağladığı bildirilmiştir. Kanama indeksi ve krestal kemik seviyesi değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmazken, sondlama derinliği SCL grubunda daha yüksek bulunmuştur. DME'nin daha az seans gerektirmesi ve kısa tedavi süresiyle avantajlı olduğunu ancak marjinlerin yönetilemeyecek kadar derin olduğu durumlarda SCL'nin önemini koruduğunu belirtmişlerdir (Farouk ve ark., 2023). Falahchai ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında, endodontik tedavili dişlerde CMR (cervical margin relocation) ile tam ferrule sağlanan SCL arasında kırılma direnci açısından anlamlı farklılık bulunmazken, parsiyel ferrule ile gerçekleştirilen SCL daha düşük kırılma direnci göstermiştir (Falahchai ve ark., 2024). Her iki yaklaşımı değerlendiren bir sistematik derlemede DME uygulanan dişlerde daha yüksek sağkalım oranları bildirilmiş ancak dahil edilen çalışmaların sınırlı olması, yüksek yanlılık riski bulunması nedeniyle teknikler arasında üstünlük gösterilemediği belirtilmiştir (Mugri ve ark., 2021). Bu bulgular DME ve SCL'nin birbirinin alternatifi olarak değil, olgunun durumuna göre seçilmesi gereken yaklaşımlar olduğunu düşündürmektedir.

Diş eti seviyesinin altındaki marjinlerin yönetiminde SCL ile birlikte değerlendirilen diğer yaklaşım ortodontik ekstrüzyondur (Felippe ve ark., 2003; Juloski ve ark., 2018). Dişe kontrollü ortodontik kuvvetler uygulanarak koronal yönde hareket ettirilir. Böylece diş eti sınırı altında kalan alan supragingival seviyeye getirilmiş olur (Samartzi ve ark., 2022). Ortodontik ekstrüzyon, cerrahi kron boyu uzatmaya kıyasla alveoler kemiğin ve komşu dişlerin periodontal dokularının korunması açısından avantaj sağlayabilir. Kron-kök oranını daha az etkilemesi ve diş eti çekilmesi riskinin az olması nedeniyle estetik bölgede tercih edilebilecek bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Huang ve ark., 2021). Bu yaklaşımın dezavantajları, tedavi süresinin uzun olması, düzenli kontroller ve ortodontik aparey kullanımı gerektirmesidir. Hızlı ekstrüzyon uygulanması ve periodontal dokuların diş ile birlikte olan hareketini azaltmak

amacıyla fiberotomi gerekebilir. Ekstrüzyon sonucunda kron-kök oranı olumsuz etkilenebilir (Eggmann ve ark., 2023). İleri derecede ekstrüzyon uygulanan vital dişlerde sonrasında gerekli olabilecek oklüzal redüksiyon nedeniyle endodontik tedavi gereksinimi ortaya çıkabilir (Huang ve ark., 2021). Tedavinin hasta uyumuna bağlı olması da klinik kullanımını sınırlandıran faktörler arasındadır (Eggmann ve ark., 2023).

Ortodontik ekstrüzyon ve SCL karşılaştırması yapan ex vivo çalışmada, ortodontik ekstrüzyon uygulanan dişlerde kırılma dayanımının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Naumann ve ark., 2023). Bu sonuç destek dokuların korunmasına bağlı olarak biyomekanik avantaj sağlayabileceğini düşündürmektedir. DME ile ortodontik ekstrüzyonu doğrudan karşılaştıran klinik çalışma bulunmamaktadır. Ortodontik ekstrüzyon ile ilgili uzun dönem klinik bir çalışmada %96 sağkalım oranı belirtilmiştir (Qali ve ark., 2022). Anterior dişlerde subgingival kırık varlığında ortodontik ekstrüzyonu değerlendiren sistematik derlemede, özellikle estetik ve periodontal dokuların korunmasının önemli olduğu olgularda uygulanabilir bir yaklaşım olduğunu bildirilmiştir (Reichardt ve ark., 2021). Yöntemler arasında değerlendirme yapmak için karşılaştırmalı klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Mevcut veriler her üç yaklaşımın da uygun olgu seçimi ile derin marjinlerin yönetiminde kullanılabileceğini göstermektedir.

SONUÇ

Derin marjin elevasyonu, uygun olgu seçimi ve adeziv protokollerin doğru uygulanması koşuluyla derin subgingival marjinlerin yönetiminde konservatif bir restoratif yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Mevcut klinik veriler DME'nin restoratif sağkalım açısından umut verici sonuçlar gösterdiğini ortaya koymakla birlikte, periodontal yanıtın marjinin biyolojik yapılarla ilişkisi, izolasyonun yeterliliği ve hastanın plak kontrolü gibi faktörlerden etkilendiği görülmektedir. Bu nedenle DME endikasyonu yalnızca kavitenin derinliğine göre değil, suprakrestal doku ataşmanı, periodontal sağlık ve restoratif koşullar birlikte değerlendirilerek belirlenmelidir.

Cerrahi kron boyu uzatma, ortodontik ekstrüzyon ve DME birbirinin doğrudan yerine geçen eşdeğer seçenekler değil, olgunun biyolojik, anatomik ve estetik gereksinimlerine göre tercih edilebilecek farklı tedavi yaklaşımlarıdır. Mevcut kanıtlar bu yöntemlerden birinin tüm olgularda diğerlerine üstün olduğunu göstermemektedir. Bu nedenle tedavi seçimi bireyselleştirilmeli; DME'nin uzun dönem periodontal güvenliği ve diğer tedavi seçenekleriyle

karşılaştırmalı etkinliğinin ortaya konması için daha uzun takip süreli, kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Adson, O. ve ark. (2026). Clinical evaluation of deep margin elevation in CAD/CAM indirect restorations: A 24-month follow-up study. *J Dent*, 167, 106522. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2026.106522>
- Aksaka, N. ve ark. (2025). Periodontal status of indirect resin composite restorations with proximal box elevation: 3-year clinical results. *Clin Oral Investig*, 29(12), 593. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06676-9>
- Albugami, R. ve ark. (2020). The Important Considerations and the Clinical Assessment Proceeding Crown Lengthening Surgery: Revisited Review.
- Aziz, A. M. ve ark. (2025). Clinical and radiographical evaluation of CAD-CAM crowns with and without deep margin elevation: 10-year results. *J Prosthet Dent*, 134(4), 1125-1132. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.04.017>
- Baldi, A. ve ark. (2022). Highly-filled flowable composite in deep margin elevation: FEA study obtained from a microCT real model. *Dent Mater*, 38(4), e94-e107. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.10.005>
- Brägger, U. ve ark. (1992). Surgical lengthening of the clinical crown. *J Clin Periodontol*, 19(1), 58-63. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1992.tb01150.x>
- Bresser, R. A. ve ark. (2019). Up to 12 years clinical evaluation of 197 partial indirect restorations with deep margin elevation in the posterior region. *J Dent*, 91, 103227. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.103227>
- Dietschi, D.ve Spreafico, R. (1998). Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, 10(1), 47-54; quiz 56.
- Dietschi, D.ve Spreafico, R. (2015). Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part I. Historical perspectives and clinical rationale for a biosubstitutive approach. *Int J Esthet Dent*, 10(2), 210-227.
- Dietschi, D.ve Spreafico, R. (2019). Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part III. A case series with long-term clinical results and follow-up. *Int J Esthet Dent*, 14(2), 118-133.
- Eggmann, F. ve ark. (2023). Deep margin elevation-Present status and future directions. *J Esthet Restor Dent*, 35(1), 26-47. <https://doi.org/10.1111/jerd.13008>
- Falahchai, M. ve ark. (2024). Fracture resistance and failure mode of endodontically treated premolars reconstructed by different preparation approaches: Cervical margin relocation and crown lengthening with complete and partial ferrule with three different post and core systems. *J Prosthodont*, 33(8), 774-782. <https://doi.org/10.1111/jopr.13741>
- Farouk, A. T. ve ark. (2023). Biological evaluation of indirect restorations in endodontically treated posterior teeth with deeply located proximal margins following deep margin elevation versus surgical crown lengthening: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig*, 28(1), 24. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05434-z>
- Felippe, L. A. ve ark. (2003). Reestablishing biologic width with forced eruption. *Quintessence Int*, 34(10), 733-738.
- Ferrari, M. ve ark. (2018). Influence of cervical margin relocation (CMR) on periodontal health: 12-month results of a controlled trial. *J Dent*, 69, 70-76. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.10.008>
- Frese, C. ve ark. (2014). Proximal box elevation with resin composite and the dogma of biological width: clinical R2-technique and critical review. *Oper Dent*, 39(1), 22-31. <https://doi.org/10.2341/13-052-t>

- Gargiulo, A. W. ve ark. (1961). Dimensions and Relations of the Dentogingival Junction in Humans. *Journal of Periodontology*, 32, 261-267.
- Garzón Idrovo, S. B. ve ark. (2026). Comparison of microleakage in restorative materials used for deep cervical margin elevation: a systematic review. *Biomater Investig Dent*, 13, 46289. <https://doi.org/10.2340/biid.v13.46289>
- Ghezzi, C. ve ark. (2019). Cervical margin relocation: case series and new classification system. *Int J Esthet Dent*, 14(3), 272-284.
- Hausdörfer, T. ve ark. (2024). Periodontal health in teeth treated with deep-margin-elevation and CAD/CAM partial lithium disilicate restorations-a prospective controlled trial. *Clin Oral Investig*, 28(12), 670. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-06053-y>
- Heintze, S. D.ve Rousson, V. (2012). Clinical effectiveness of direct class II restorations - a meta-analysis. *J Adhes Dent*, 14(5), 407-431. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a28390>
- Huang, G. ve ark. (2021). Clinical Considerations in Orthodontically Forced Eruption for Restorative Purposes. *J Clin Med*, 10(24). <https://doi.org/10.3390/jcm10245950>
- Jepsen, S. ve ark. (2018). Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol*, 89 Suppl 1, S237-s248. <https://doi.org/10.1002/jper.17-0733>
- Juloski, J. ve ark. (2018). Cervical margin relocation in indirect adhesive restorations: A literature review. *J Prosthodont Res*, 62(3), 273-280. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2017.09.005>
- Kielbassa, A. M.ve Philipp, F. (2015). Restoring proximal cavities of molars using the proximal box elevation technique: Systematic review and report of a case. *Quintessence Int*, 46(9), 751-764. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a34459>
- Koken, S. ve ark. (2019). Influence of cervical margin relocation and adhesive system on microleakage of indirect composite restorations. *Journal of Osseointegration*, 11, 21-28. <https://doi.org/10.23805/JO.2019.11.01.04>
- Konradsson, K.ve van Dijken, J. W. (2005). Interleukin-1 levels in gingival crevicular fluid adjacent to restorations of calcium aluminate cement and resin composite. *J Clin Periodontol*, 32(5), 462-466. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00698.x>
- Lefever, D. ve ark. (2012). Supragingival relocation of subgingivally located margins for adhesive inlays/onlays with different materials. *J Adhes Dent*, 14(6), 561-567. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a27795>
- Loguercio, A. D. ve ark. (2002). Microleakage in class II composite resin restorations: total bonding and open sandwich technique. *J Adhes Dent*, 4(2), 137-144.
- Magne, P. (2005). Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent*, 17(3), 144-154; discussion 155. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2005.tb00103.x>
- Magne, P.ve Spreafico, R. C. (2012). Deep margin elevation: A paradigm shift. *Amer J Esthet Dent*, 2, 86-96.
- Martins, T. M. ve ark. (2007). Periodontal tissue response to coverage of root cavities restored with resin materials: a histomorphometric study in dogs. *J Periodontol*, 78(6), 1075-1082. <https://doi.org/10.1902/jop.2007.060457>
- Mugri, M. H. ve ark. (2021). Treatment Prognosis of Restored Teeth with Crown Lengthening vs. Deep Margin Elevation: A Systematic Review. *Materials (Basel)*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/ma14216733>
- Muscholl, C. ve ark. (2022). Retrospective Clinical Evaluation of Subgingival Composite Resin Restorations with Deep-Margin Elevation. *J Adhes Dent*, 24, 335-344. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b3240665>

- Naumann, M. ve ark. (2023). Effect of apical root resection, orthodontic extrusion, and surgical crown lengthening on load capability. *Clin Oral Investig*, 27(8), 4379-4387. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05057-4>
- Papapanou, P. N. ve ark. (2018). Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol*, 89 Suppl 1, S173-s182. <https://doi.org/10.1002/jper.17-0721>
- Patil, K. ve ark. (2019). The Effect of Crown Lengthening on the Outcome of Endodontically Treated Posterior Teeth: 10-year Survival Analysis. *J Endod*, 45(6), 696-700. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.02.006>
- Pilalas, I. ve ark. (2016). Pre-restorative crown lengthening surgery outcomes: a systematic review. *J Clin Periodontol*, 43(12), 1094-1108. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12617>
- Qali, M. ve ark. (2022). Evaluation of Long-Term Efficacy of Forced Erupted Teeth for Restorative Purposes: A Clinical Retrospective Study. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 42(6), 809-815. <https://doi.org/10.11607/prd.5928>
- Reichardt, E. ve ark. (2021). Orthodontic Forced Eruption of Permanent Anterior Teeth with Subgingival Fractures: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*, 18(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph182312580>
- Rocca, G. T. ve ark. (2015). Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part II. Guidelines for cavity preparation and restoration fabrication. *Int J Esthet Dent*, 10(3), 392-413.
- Roggendorf, M. J. ve ark. (2012). Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of resin composite inlays in vitro. *J Dent*, 40(12), 1068-1073. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.08.019>
- Roshdy, B. N. ve ark. (2026). Effect of deep margin elevation with different injectable materials on performance of CAD/CAM-Fabricated nanoceramic-resin onlays: 3-year randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*, 30(1), 41. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06705-7>
- Samartzi, T. K. ve ark. (2022). Deep Margin Elevation: A Literature Review. *Dent J (Basel)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/dj10030048>
- Samartzi, T. K. ve ark. (2021). Immediate Dentin Sealing: A Literature Review. *Clin Cosmet Investig Dent*, 13, 233-256. <https://doi.org/10.2147/ccide.S307939>
- Santamaria, M. P. ve ark. (2008). Coronally positioned flap plus resin-modified glass ionomer restoration for the treatment of gingival recession associated with non-carious cervical lesions: a randomized controlled clinical trial. *J Periodontol*, 79(4), 621-628. <https://doi.org/10.1902/jop.2008.070285>
- Santos, V. R. ve ark. (2007). Effects of glass ionomer and microfilled composite subgingival restorations on periodontal tissue and subgingival biofilm: a 6-month evaluation. *J Periodontol*, 78(8), 1522-1528. <https://doi.org/10.1902/jop.2007.070032>
- Sarfati, A.ve Tirlet, G. (2018). Deep margin elevation versus crown lengthening: biologic width revisited. *Int J Esthet Dent*, 13(3), 334-356.
- Schmidt, J. C. ve ark. (2013). Biologic width dimensions--a systematic review. *J Clin Periodontol*, 40(5), 493-504. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12078>
- Taylor, A.ve Burns, L. (2024). Deep margin elevation in restorative dentistry: A scoping review. *J Dent*, 146, 105066. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105066>
- Vacek, J. S. ve ark. (1994). The dimensions of the human dentogingival junction. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 14(2), 154-165.
- Veneziani, M. (2010). Adhesive restorations in the posterior area with subgingival cervical margins: new classification and differentiated treatment approach. *Eur J Esthet Dent*, 5(1), 50-76.