

PEDODONTİ

ALANINDA ARAŞTIRMALAR VE DEĞERLENDİRMELER



EDİTÖR

Prof. Dr. Emin Caner TÜMEN

ARALIK 2025

YAYLIK 3032

gece
kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Yaşar Hız
Yayına Hazırlayan / Gece Kitaplığı

Birinci Basım / Aralık 2025 - Ankara
ISBN / 978-625-388-986-9

© 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

PEDODONTİ
ALANINDA ARAŞTIRMALAR VE
DEĞERLENDİRMELER

ARALIK 2025

EDİTÖR

Prof. Dr. Emin Caner TÜMEN

gece
kitaplığı

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

ÇOCUKLARDA BRUKSİZM: ETİYOLOJİ, TANI VE GÜNCEL YÖNETİM STRATEJİLERİ

İsmail Haktan ÇELİK 7

BÖLÜM 2

ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDEKİ YERİ

Ömer Barış KAVAS , Didem SAKARYALI UYAR 19

BÖLÜM 3

İMMATÜR DAİMİ DİŞLERDE ENDODONTİK TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Büşra GÜNGÖR IŞIK , Necibe Damla ŞAHİN 35

BÖLÜM 4

ÇOCUK HASTALARA UYGULANAN LOKAL ANESTEZİ TEKNİKLERİ VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

*Beyza GÜNAYDIN, Canan BAYRAKTAR NAHİR,
Necibe Damla ŞAHİN* 53

BÖLÜM 5

ÇOCUKLARDA MEDİKAL ACİL DURUMLAR

Sümeyye KABAK, Asu ÇAKIR 71

BÖLÜM 6

DIŞ SÜRMESİ

Şeyma DEMİRCİ ÇELİK, Ebru HAZAR BODRURLU, Melek BELEVÇİKLİ 87

BÖLÜM 1

ÇOCUKLARDA BRUKSİZM: ETİYOLOJİ, TANI VE GÜNCEL YÖNETİM STRATEJİLERİ

İsmail Haktan ÇELİK¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi., Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti A.D. ORCID ID, 0000-0003-1662-3790

1. Giriş

"Bruksizm" terimi, etimolojik kökenini Yunanca "diş gıcırdatma" anlamına gelen "brygmōs" kelimesinden almaktadır (Leung & Robson, 1991). Tıbbi literatürde ilk kez 1907 yılında Marie Pietkiewicz tarafından tanımlanan bu olgu (Pietkiewicz, 1907), günümüzde pedodonti pratiğinde sıklıkla karşılaşılan, etiyolojisi multifaktöriyel ve yönetimi disiplinler arası yaklaşım gerektiren bir klinik durumdur.

Geleneksel olarak tek ve homojen bir klinik antite olarak değerlendirilen bruksizm, güncel uluslararası konsensus raporlarında sirkadiyen ritimle ilişkili iki ayrı fenotip, yani uyku bruksizmi (Sleep Bruxism, SB) ve uyanıklık bruksizmi (Awake Bruxism, AB) altında sınıflandırılmaktadır (Lobbezoo ve ark., 2013).

Uyku Bruksizmi: Uyku sırasında meydana gelen, ritmik veya sürekli karakterdeki çiğneme kası aktivitesidir (Lobbezoo ve ark., 2013). Amerikan Uyku Tıbbı Akademisi (AASM) uyanıklık bruksizmini "uyku ile ilişkili bir hareket bozukluğu" (sleep-related movement disorder) olarak sınıflandırmaktadır (Sateia, 2014).

Uyanıklık Bruksizmi: Uyanıklık esnasında diş temasının olduğu veya olmadığı, tekrarlayıcı ya da sürekli diş sıkma ve/veya mandibulayı itme/kasma hareketi ile karakterize edilen bir kas aktivitesidir (Lobbezoo ve ark., 2013).

Güncel literatürde bruksizmin her bireyde kategorik olarak bir "patoloji" veya "bozukluk" şeklinde tanımlanmaması gerektiği vurgulanmaktadır. Özellikle sağlıklı bireylerde uyku bruksizminin, üst hava yolunun açıklığını korumak veya uyku sırasında tükürük akışını stimüle ederek orofarinks nemlendirmek gibi fizyolojik ve koruyucu bir rol üstlenebileceği hipotezi (örneğin; reaktif motor aktivite) giderek daha fazla kabul görmektedir (Khouri ve ark., 2008). Pediatrik popülasyonda bruksizm, genellikle büyüme ve gelişim sürecinin bir parçası olarak kabul edilen ve çoğunlukla kendini sınırlayan bir durumdur (Restrepo ve ark., 2009). Ancak, fizyolojik tolerans sınırlarının aşıldığı durumlarda stomatognatik sistem üzerinde yıkıcı etkiler doğurabilmektedir. Kontrol altına alınamayan olgularda; diş dokularında patolojik aşınma, restorasyonlarda kırıklar, periodontal ligamentte genişleme, masseter kas hipertrofisi ve temporomandibular eklem (TME) disfonksiyonları gibi komplikasyonlar gelişebilmektedir (Manfredini ve ark., 2013).

1.2. Epidemiyoloji

Çocuklarda bruksizm prevalansı, literatürde oldukça geniş bir varyasyon göstermekte olup bildirilen oranlar %3.5 ile %40.6 arasında değişmektedir (Manfredini ve ark., 2013; Machado ve ark., 2014). Bazı çalışmalarda bu oranın %49'a kadar çıktığı rapor edilmiştir (Alfano ve ark., 2018). İstatistiksel verilerdeki bu heterojenitenin temel nedeni; çalışmalarda kullanılan tanı kriterlerinin standardizasyon eksikliği (ebeveyn bildirimi vs. polisomnografik kayıtlar) ve örneklem gruplarının farklılığıdır (Manfredini ve ark., 2013).

Yaş dağılımı incelendiğinde, bruksizm prevalansının süt dentisyonu ve erken karma dentisyon döneminde pik yaptığı, yaşın ilerlemesiyle birlikte ise azalma eğilimi gösterdiği izlenmektedir (Machado ve ark., 2014). Erken çocukluk döneminde %14-20 bandında seyreden prevalansın, ergenlik ve yetişkinlik dönemine doğru fizyolojik olarak gerilediği kabul edilmektedir (Wetselaar ve ark., 2021). Cinsiyet faktörü açısından

değerlendirildiğinde, çoğu sistematik derleme kız ve erkek çocuklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını ortaya koymaktadır (Manfredini ve ark., 2013; Machado ve ark., 2014). Ancak, cinsiyetten bağımsız olarak modern yaşam koşullarının prevalans üzerindeki etkisi dikkat çekicidir. Özellikle COVID-19 pandemisi sürecinde yapılan güncel çalışmalar, artan anksiyete seviyeleri ve kontrolsüz ekran maruziyeti ile ilişkili olarak çocuklarda bruksizm insidansının %70 seviyelerine kadar yükseldiğini göstermiştir (Lima ve ark., 2022). Bu durum, bruksizmin sadece santral kaynaklı bir motor aktivite değil, aynı zamanda psikososyal stresörlere verilen bir yanıt olduğunu da desteklemektedir.

1.3. Etiyoloji ve Risk Faktörleri

Bruksizmin etiyolojisi günümüzde hala tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte, "kompleks ve multifaktöriyel" bir yapıya sahip olduğu konusunda geniş bir uzlaşı bulunmaktadır (Klasser ve ark., 2015). Geçmişte oklüzal uyumsuzluklara dayandırılan periferik teoriler yerini, büyük ölçüde santral sinir sistemi (SSS) kaynaklı mekanizmalara ve psikososyal faktörlere bırakmıştır (Lobbezoo ve ark., 2012). Pediyatrik popülasyonda bruksizmin oluşumunda rol oynayan temel faktörler aşağıdaki alt başlıklarda incelenmiştir.

1.3.1. Psikososyal Faktörler

Çocuklarda bruksizmin en yaygın nedeni olarak psikolojik faktörler gösterilmektedir (Antonio ve ark., 2006). Anksiyete, stres, bastırılmış öfke ve hayal kırıklığı gibi duygusal durumlar ile bruksizm arasında güçlü bir korelasyon mevcuttur. Yapılan çalışmalarda, bruksizm tanısı alan çocukların idrar örneklerinde, bu alışkanlığa sahip olmayan çocuklara kıyasla daha yüksek seviyelerde katekolamin (dopamin, noradrenalin, adrenalin) tespit edilmiştir (Vanderas ve ark., 1999). Ayrıca kişilik özellikleri açısından, nevroitik eğilimleri olan, sorumluluk duygusu yüksek ve içe kapanık çocuklarda bruksizm prevalansının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Castroflorio ve ark., 2015). Aile içi huzursuzluklar, okul stresi veya akran zorbalığı gibi çevresel stresörler de bu tabloyu tetikleyebilmektedir.

1.3.2. Uyku Fizyolojisi ve Solunum Bozuklukları

Uyku bruksizmi, özellikle uykunun NREM (Non-Rapid Eye Movement) evresinden uyanıklığa geçiş aşamalarındaki "kısa süreli uyanma" dönemlerinde tetiklenmektedir (Lavigne ve ark., 2007). Bu durum, uyku bruksizminin bir uyku bozukluğundan ziyade, uykudaki fizyolojik geçişlere eşlik eden bir motor aktivite olduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte, obstrüktif uyku apnesi (OSA), horlama ve ağız solunumu gibi solunum yolu problemleri ile bruksizm arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Uyku bruksizminin uyku sırasında hava yolu açıklığını korumak veya tükürük salgısını artırarak orofaringeal lubrikasyonu sağlamak amacıyla gelişen reaktif bir mekanizma olabileceği hipotezi üzerinde durulmaktadır (Guo ve ark., 2018). Adenotonsiller hipertrofiye bağlı üst solunum yolu obstrüksiyonu olan çocuklarda, cerrahi müdahale (tonsillektomi/adenoidektomi) sonrası bruksizm şikayetlerinde belirgin azalma olduğu rapor edilmiştir (Di Francesco ve ark., 2004).

1.3.3. Genetik ve Nörobiyolojik Temeller

Bruksizmin kalıtsal bir bileşeni olduğuna dair güçlü kanıtlar mevcuttur. İkiz çalışmaları ve aile öyküsü analizleri, genetik yatkınlığın bruksizm etiolojisinde %50'ye varan oranda etkili olabileceğini göstermektedir (Hublin ve ark., 1998). Özellikle dopaminerjik ve serotonerjik yollar üzerindeki genetik varyasyonlar dikkat çekicidir. Serotonin reseptör geni (HTR2A) polimorfizmleri (Wieckiewicz ve ark., 2020) ve dopamin reseptör genleri (DRD2) ile kas iskelet sistemiyle ilişkili ACTN3 (alfa-aktinin-3) genindeki tek nükleotid polimorfizmlerinin çocuklarda bruksizm yatkınlığını artırdığı saptanmıştır (Scariot ve ark., 2022).

1.3.4. Çevresel ve Ekzojen Faktörler

İlaç kullanımı ve çevresel maruziyetler, "sekonder bruksizm" oluşumunda kritik rol oynamaktadır. Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) tedavisinde kullanılan metilfenidat grubu ilaçlar ile depresyon tedavisinde kullanılan Selektif Serotonin Geri Alım İnhibitörleri (SSRI - örn: fluoksetin, sertralin), bruksizmi indükleyebilmektedir (de Baat ve ark., 2021). Bunun yanı sıra, pasif içicilik (evde sigara dumanına maruz kalma) çocuklarda uyku bruksizmi riskini 3 kat artırabilmektedir (Montaldo ve ark., 2012). Güncel çalışmalar ayrıca, modern yaşam tarzının bir parçası olan artmış ekran süresi, yatmadan önce dijital oyunlara maruziyet ve yüksek şeker tüketiminin de bruksizm etiolojisinde tetikleyici faktörler olduğunu ortaya koymaktadır (Restrepo ve ark., 2021).

1.3.5. Oklüzyon ve Morfolojik Faktörler

Tarihsel olarak maloklüzyonlar, erken temaslar ve oklüzal uyumsuzluklar bruksizmin ana nedeni olarak kabul edilse de, güncel ve kanıta dayalı çalışmalar bu ilişkiyi desteklememektedir. Morfolojik faktörlerin bruksizm etiolojisindeki rolünün minimal olduğu ve oklüzal düzenlemelerin bruksizmi tedavi etmede yetersiz kaldığı görüşü günümüzde hakimdir (Manfredini ve ark., 2020).

1.4. Klinik Bulgular ve Semptomlar

Bruksizmin klinik tablosu, parafonksiyonun şiddetine, süresine ve çocuğun fizyolojik toleransına bağlı olarak geniş bir yelpazede değişkenlik göstermektedir. Tanı genellikle ebeveynlerin gıcırdatma seslerini bildirmesiyle başlasa da, olguların yalnızca %50-60'ında bu seslerin duyulabilir olduğu unutulmamalıdır (Pavone ve ark., 2017). Hekimler, detaylı bir klinik muayene ile intraoral ve ekstraoral belirtileri değerlendirmelidir.

1.4.1. Ağız İçi Bulgular

Klinik muayenede en sık karşılaşılan bulgu diş aşınmasıdır. Süt dişleri, daimi dişlere kıyasla daha az mineralize ve dentin tübülleri daha geniş olduğundan, aşınma süt dentisyonunda daha hızlı ve belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır (Restrepo ve ark., 2006). Aşınma genellikle kanin ve molar dişlerin tüberküllerinde düzleşme, insizal kenarlarda ise

parlak ve keskin kenarlı çukurlar şeklinde izlenir. Ancak diş aşınması tek başına bruksizmin kesin bir göstergesi değildir; geçmişte yaşanmış bir döneme ait bir iz olabileceği gibi, erozyon veya abrazyon kaynaklı da olabilir (Lobbezoo ve ark., 2018). Bu nedenle diş aşınması patognomonik bir bulgu olarak değil, yardımcı bir tanı kriteri olarak değerlendirilmelidir. Yumuşak doku muayenesinde ise, yanak mukozasında oklüzal düzlem boyunca izlenen beyaz çizgi (linea alba) ve dil kenarlarında dişlerin baskısına bağlı oluşan girintili çıkıntılı görünüm (scalloped tongue / tongue indentation), kronik diş sıkmanın önemli göstergeleridir (Vinod ve ark., 2017). İleri vakalarda dişlerde mobilite artışı, pulpal hassasiyet, restorasyonlarda kırıklar ve periodontal ligaman aralığında genişleme radyografik ve klinik olarak tespit edilebilir (Bernhardt ve ark., 2004).

1.4.2. Ağız Dışı ve Kas-İskelet Sistemi Bulguları

Bruksizm, çiğneme kaslarında izometrik veya izotonik kasılmalara neden olarak kas yorgunluğuna yol açar. Çocuk hastalar bu durumu genellikle "sabah uyandığında çenelerde yorgunluk hissi" veya "çiğneme sırasında ağrı" olarak tarif ederler (Carra ve ark., 2011). Masseter ve temporal kaslarda palpasyonla hassasiyet ve ileri vakalarda masseter kas hipertrofisi gözlemlenebilir. Baş ağrısı, çocuklarda uyku bruksizminin yaygın bir belirtisidir. Yapılan çalışmalarda, uyku bruksizmi olan çocukların, olmayanlara kıyasla gerilim tipi baş ağrısı yaşama olasılığının 3-4 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Carra ve ark., 2012). Temporomandibular Eklem (TME) üzerindeki etkiler ise tartışmalıdır; ancak bruksizimli çocuklarda eklem sesleri, ağız açıklığında kısıtlılık ve TME ağrısı prevalansının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Fernandes ve ark., 2012).

1.5. Tanı Yöntemleri ve Sınıflandırma

Çocuklarda bruksizm tanısı koymak, genellikle yetişkinlere kıyasla daha zordur. Çocukların çoğu uyku sırasında çıkardıkları seslerin farkında değildir ve diş sıkma/gıcırdatma eylemini kendileri rapor edemezler. Bu nedenle tanı süreci, büyük ölçüde ebeveynlerin gözlemlerine ve hekimin klinik muayenesine dayanmaktadır (Lobbezoo ve ark., 2018). Günümüzde bruksizm tanısında standardizasyonu sağlamak amacıyla, uluslararası uzmanlar grubu tarafından geliştirilen ve geniş kabul gören bir derecelendirme sistemi kullanılmaktadır. 2018 yılında güncellenen bu rapora göre bruksizm tanısı, kanıt düzeyine göre üç kategoriye ayrılmaktadır (Lobbezoo ve ark., 2018):

1.5.1. Tanısal Sınıflandırma

Olası Uyku Bruksizmi: Sadece öz bildirim veya ebeveyn/bakım veren kişilerin uyku sırasında diş gıcırdatma seslerini duyduklarına dair beyanlarına dayanır. Fiziksel muayene bulgusu yoktur. Epidemiyolojik tarama çalışmaları ve anketler genellikle bu tanı düzeyini kullanır.

Muhtemel Uyku Bruksizmi: Ebeveyn bildirimine ek olarak, klinik muayenede bruksizm ile uyumlu fiziksel bulguların (diş aşınması, masseter kas hipertrofisi, yanakta linea alba,

dilde indentasyon vb.) tespit edildiği durumdur. Klinik pratikte en sık kullanılan tanı düzeyidir.

Kesin Uyku Bruksizmi: Ebeveyn bildirimi ve klinik bulgulara ek olarak, tanının enstrümantal yöntemlerle (tercihen polisomnografi ile) doğrulandığı durumdur. Altın standart tanı yöntemidir.

1.5.2. Enstrümantal Tanı Yöntemleri

Polisomnografi (PSG): Uyku bruksizmi tanısında "altın standart" olarak kabul edilmektedir. PSG kaydı sırasında çiğneme kaslarından (masseter ve temporalis) alınan elektromiyografik (EMG) sinyallerin yanı sıra; beyin aktivitesi (EEG), göz hareketleri, kalp ritmi ve solunum parametreleri eş zamanlı olarak izlenir. Bu sayede bruksizm atakları, diğer uyku bozukluklarından (örn. uyku apnesi, PLMS) ayırt edilebilir (Beddis ve ark., 2018). Ancak yüksek maliyeti, özel uyku laboratuvarı gerektirmesi ve çocukların uyum zorlukları nedeniyle rutin klinik kullanımda tercih edilmemektedir; daha çok karmaşık vakalarda ve araştırma amaçlı kullanılmaktadır.

Taşınabilir EMG Cihazları: PSG'nin kısıtlılıklarını aşmak için geliştirilen, ev ortamında kullanılabilen kompakt cihazlardır (örn. BiteStrip). Bu cihazlar, gece boyunca masseter kas aktivitesini kaydederek bruksizm ataklarının sayısını ve şiddetini ölçmeyi amaçlar (Deregibus ve ark., 2014). Çocuklarda kullanımı daha pratik ve düşük maliyetli olmakla birlikte, diğer uyku parametrelerini kaydetmedikleri için "kesin" tanı koymaktan ziyade tarama amaçlı veya tedavi etkinliğini izlemek için önerilmektedir.

1.6. Yönetim ve Tedavi Yaklaşımları

Çocuklarda bruksizmin yönetimi, günümüzde hala üzerinde tam bir fikir birliği sağlanamamış, tartışmalı bir konudur. Literatürdeki genel görüş, pediatrik bruksizmin çoğunlukla kendi kendini sınırlayan bir durum olduğu ve yetişkinlik dönemine geçişte prevalansının azaldığı yönündedir (Leung ve ark., 2025; Guaita & Högl, 2016). Bu nedenle, çocuklarda tedavi planlaması yapılırken agresif ve invaziv yöntemlerden kaçınılmalı; öncelikle etiyolojik faktörlerin tespitine ve eliminasyonuna odaklanan konservatif yaklaşımlar tercih edilmelidir. Yönetim stratejileri dört ana başlıkta toplanabilir:

1.6.1. Konservatif Yaklaşım, Eğitim ve Uyku Hijyeni

Tedavinin ilk basamağı, ebeveyn ve çocuğun durum hakkında bilgilendirilmesi ve farkındalık oluşturulmasıdır. Bruksizmin multifaktöriyel yapısı göz önüne alındığında, ev ortamındaki stresin azaltılması ve uyku kalitesinin artırılması hedeflenmelidir. Uyku hijyeni eğitimi, yönetim sürecinin temel taşıdır. Yatak odasının sessiz, karanlık ve uygun sıcaklıkta olması, yatmadan önceki saatlerde fiziksel aktivitenin ve mental stimülasyonun (özellikle tablet/telefon gibi mavi ışık kaynaklarının) kısıtlanması önerilmektedir (Bulanda ve ark., 2021). Ayrıca kafein içeren gıda ve içeceklerin diyetten çıkarılması, uykuya geçişi kolaylaştırarak bruksizm ataklarını azaltabilir (Ghanizadeh, 2013).

1.6.2. Fiziksel ve Davranışsal Terapiler

Çiğneme kaslarındaki gerginliği azaltmak amacıyla uygulanan fizyoterapi yöntemleri (masaj, termal uygulamalar, germe egzersizleri) semptomatik rahatlama sağlayabilir. Son yıllarda popüleritesi artan ve umut vaat eden bir yöntem ise Fotobiyomodülasyon (Düşük Seviyeli Lazer Tedavisi - LLLT) uygulamalarıdır. Yapılan randomize kontrollü çalışmalar, akupunktur noktalarına veya doğrudan çiğneme kaslarına uygulanan lazer terapisinin; ağrısız olması, kısa sürede uygulanabilmesi ve yan etkisinin bulunmaması nedeniyle çocuklarda bruksizm yönetiminde, kas aktivitesini ve ağrıyı azaltmada etkili bir alternatif olduğunu göstermektedir (Salgueiro ve ark., 2021; Amaral ve ark., 2024).

1.6.3. Dental Uygulamalar (Oklüzal Splintler)

Yetişkinlerde bruksizm tedavisinde "altın standart" olarak kabul edilen oklüzal splintlerin (gece plakları) çocuklarda kullanımı tartışmalıdır. Süt dişlenme ve erken karma dişlenme döneminde maksillofasiyal büyüme ve gelişimin aktif olarak devam etmesi nedeniyle, sert oklüzal splintlerin kullanımı çene gelişimini kısıtlayabilir veya diş sürmesini engelleyebilir (Restrepo ve ark., 2009; Leung ve ark., 2025). Literatür, splint kullanımının bruksizmi tamamen ortadan kaldırmadığını (kür sağlamadığını), ancak diş dokularını aşınmadan korumak ve TME üzerindeki yükü azaltmak amacıyla geçici süreyle kullanılabileceğini belirtmektedir. Çocuklarda, büyüme potansiyelini engellemeyen yumuşak splintlerin kullanımı veya splintlerin sık aralıklarla (büyümeye uyum sağlaması için) yenilenmesi önerilmektedir (Restrepo ve ark., 2009; Kolcakoglu ve ark., 2022).

1.6.4. Farmakolojik Yaklaşım

Çocuklarda bruksizm tedavisi için rutin olarak önerilen bir farmakolojik ajan bulunmamaktadır (Bulanda ve ark., 2021). Diazepam, metokarbamol gibi kas gevşeticilerin veya antidepresanların kullanımı, yan etkileri (sedasyon, bağımlılık riski vb.) nedeniyle pediatrik grupta tercih edilmemektedir. Bazı çalışmalarda, sedatif ve anksiyolitik etkisi olan Hidroksizin (Hydroxyzine) kullanımının bruksizm skorlarını düşürdüğü rapor edilmiş olsa da, bu konuda geniş kapsamlı ve uzun dönemli güvenilir kanıtlara ihtiyaç duyulmaktadır (Ghanizadeh, 2013; Mostafavi ve ark., 2019). Ayrıca, adenotonsiller hipertrofiye bağlı hava yolu obstrüksiyonu tespit edilen olgularda, KBB konsültasyonu ile cerrahi tedaviye (tonsillektomi) yönlendirme, bruksizm yönetiminin önemli bir parçasıdır (Di Francesco ve ark., 2004).

7. Sonuç ve Klinik Öneriler

Çocuklarda bruksizm, geçmişte sadece dişsel bir problem veya parazitoz belirtisi olarak görülürken, güncel literatür ışığında etiolojisinde psikolojik, biyolojik ve çevresel faktörlerin rol oynadığı "biyopsikososyal" bir fenomen olarak kabul edilmektedir (Manfredini ve ark., 2020). Yapılan çalışmaların ortak sonucu; çocukluk çağı bruksizminin genellikle yaşla birlikte azalan, kendini sınırlayan bir durum olduğu, ancak ihmal edildiğinde

stomatognatik sistemde geri dönüşümsüz hasarlara ve yaşam kalitesinde düşüşe neden olabileceğidir (Scarpini ve ark., 2023).

Bu kitap bölümünde incelenen güncel veriler ışığında, klinisyenler için öne çıkan temel çıkarımlar ve öneriler şunlardır:

Tanısal Farkındalık: Bruksizm tanısı sadece diş aşınmasına indirgenmemelidir. Diş aşınması "geçmiş" bir aktivitenin izi olabilir. Güncel ("aktif") bruksizm varlığını değerlendirmek için ebeveynlerin gıcırdatma seslerine dair bildirimleri, sabah yorgunluğu ve yumuşak doku bulguları (linea alba, dilde indentasyon) mutlaka sorgulanmalıdır.

Bütüncül Değerlendirme: Bruksizm şikayeti ile gelen bir çocukta sadece ağız içi muayene yeterli değildir. Hekim; çocuğun uyku düzenini, horlama veya ağız solunumu varlığını (hava yolu açıklığını), okul başarısını, anksiyete düzeyini ve ekran kullanım alışkanlıklarını içeren detaylı bir anamnez almalıdır.

Konservatif Yönetim: Çocuklarda, büyüme ve gelişimi engelleyebilecek veya çocuğun psikolojisini olumsuz etkileyebilecek agresif tedavilerden kaçınılmalıdır. Mevcut kanıtlar, çocuklarda bruksizmi tamamen ortadan kaldıran "kesin" bir tedavi yönteminin henüz bulunmadığını göstermektedir. Bu nedenle amaç; bruksizmi yok etmekten ziyade, semptomları yönetmek ve doku hasarını önlemektir.

Multidisipliner İş Birliği: Bruksizmin multifaktöriyel doğası, tek bir disiplinin sınırlarını aşmaktadır. Obstrüktif uyku apnesi şüphesi olan çocuklar Kulak Burun Boğaz (KBB) uzmanına; yoğun anksiyete, DEHB veya davranışsal sorunları olan çocuklar ise Çocuk Psikiyatristi veya Psikologlara yönlendirilmelidir.

Sonuç olarak; çocuk diş hekiminin rolü sadece dişleri korumak değil, bruksizmi bir "alarm işareti" olarak görüp çocuğun genel sağlığını etkileyebilecek altta yatan nedenleri (uyku bozukluğu, stres vb.) tespit etmek ve aileyi doğru yönlendirmektir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, daha geniş örneklem gruplarıyla ve uzun dönemli takiplerle, özellikle modern yaşamın getirdiği yeni risk faktörlerinin (dijitalleşme, pandemi sonrası etkiler) bruksizm üzerindeki etkilerini aydınlatması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Alfano, C. A., Bower, J. L., & Meers, J. M. (2018). Polysomnography-detected bruxism in children is associated with somatic complaints but not anxiety. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 14, 23–29.
- Amaral, C. S., Sobral, J. G., Alves, F. C. T. F., et al. (2024). Bruxism in childhood: A scoping review. *Journal of the California Dental Association*, 52(1), 2313775.
- Antonio, A. G., Pierro, V. S., & Maia, L. C. (2006). Bruxism in children: A warning sign for psychological problems. *Journal of the Canadian Dental Association*, 72(2), 155–160.
- Beddis, H., Pemberton, M., & Davies, S. (2018). Sleep bruxism: An overview for clinicians. *British Dental Journal*, 225(6), 497–501.
- Bernhardt, O., Gesch, D., Schwahn, C., et al. (2004). Signs of temporomandibular disorders in tinnitus patients and in a population-based group of volunteers: Results of the Study of Health in Pomerania. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31, 311–319.
- Bulanda, S., Ilczuk-Rypuła, D., Nitecka-Buchta, A., et al. (2021). Sleep bruxism in children: Etiology, diagnosis, and treatment—A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 9544.
- Carra, M. C., Bruni, O., & Huynh, N. (2012). Topical review: Sleep bruxism, headaches, and sleep-disordered breathing in children and adolescents. *Journal of Orofacial Pain*, 26(4), 267–276.
- Carra, M. C., Huynh, N., Morton, P., et al. (2011). Prevalence and risk factors of sleep bruxism and wake-time tooth clenching in a 7- to 17-yr-old population. *European Journal of Oral Sciences*, 119(5), 386–394.
- Castroflorio, T., Bargellini, A., Rossini, G., et al. (2015). Risk factors related to sleep bruxism in children: A systematic literature review. *Archives of Oral Biology*, 60(11), 1618–1624.
- de Baat, C., Verhoeff, M. C., Ahlberg, J., et al. (2021). Medications and addictive substances potentially inducing or attenuating sleep bruxism and/or awake bruxism. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(3), 343–354.
- Deregibus, A., Castroflorio, T., & Bargellini, A. (2014). Reliability of a portable device for the detection of sleep bruxism. *Clinical Oral Investigations*, 18, 2037–2043.
- Di Francesco, R. C., Junqueira, P. A. S., Trezza, P. M., et al. (2004). Improvement of bruxism after T & A surgery. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68(4), 441–445.
- Fernandes, G., Franco, A. L., Siqueira, J. T., et al. (2012). Sleep bruxism increases the risk for painful temporomandibular disorder, depression and non-specific physical symptoms. *Journal of Oral Rehabilitation*, 39, 538–544.
- Ghanizadeh, A. (2013). Treatment of bruxism with hydroxyzine. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 17(6), 839–841.

- Guaita, M., & Högl, B. (2016). Current treatments of bruxism. *Current Treatment Options in Neurology*, 18(2), 10.
- Guo, H., Wang, T., Niu, X., et al. (2018). The risk factors related to bruxism in children: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Oral Biology*, 86, 18–34.
- Hublin, C., Kaprio, J., Partinen, M., & Koskenvuo, M. (1998). Sleep bruxism based on self-report in a nationwide twin cohort. *Journal of Sleep Research*, 7(1), 61–67.
- Khoury, S., Rouleau, G. A., Rompré, P. H., et al. (2008). A significant increase in breathing amplitude precedes sleep bruxism. *Chest*, 134, 332–337.
- Klasser, G. D., Rei, N., & Lavigne, G. J. (2015). Sleep bruxism etiology: The evolution of a changing paradigm. *Journal of the Canadian Dental Association*, 81, f2.
- Kolcakoglu, K., Dogan, S., Oz, F. T., & Aydinbelge, M. (2022). A comparison of hard and soft occlusal splints for the treatment of nocturnal bruxism in children using the BiteSTRIP. *Clinical Pediatric Dentistry*, 46(3), 219–224.
- Lavigne, G. J., Huynh, N., Kato, T., et al. (2007). Genesis of sleep bruxism: Motor and autonomic-cardiac interactions. *Archives of Oral Biology*, 52(4), 381–384.
- Leung, A. K. C., & Robson, W. L. M. (1991). Bruxism. *Postgraduate Medicine*, 89(8), 167–171.
- Leung, A. K. C., Wong, A. H. C., Lam, J. M., & Hon, K. L. (2025). Sleep bruxism in children: A narrative review. *Current Pediatric Reviews*, 21, 40–50.
- Lima, L. C. M., Leal, T. R., Araújo, L. J. S., et al. (2022). Impact of the COVID-19 pandemic on sleep quality and sleep bruxism in children eight to ten years of age. *Brazilian Oral Research*, 36, e046.
- Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Glaros, A. G., et al. (2013). Bruxism defined and graded: An international consensus. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(1), 2–4.
- Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Manfredini, D., & Winocur, E. (2012). Are bruxism and the bite causally related? *Journal of Oral Rehabilitation*, 39(7), 489–501.
- Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Raphael, K. G., et al. (2018). International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(11), 837–844.
- Machado, E., Dal-Fabbro, C., Cunali, P. A., & Kaizer, O. B. (2014). Prevalence of sleep bruxism in children: A systematic review. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19(6), 54–61.
- Manfredini, D., Colonna, A., Bracci, A., & Lobbezoo, F. (2020). Bruxism: A summary of current knowledge on aetiology, assessment and management. *Oral Surgery*, 13, 358–370.
- Manfredini, D., Restrepo, C., Diaz-Serrano, K., et al. (2013). Prevalence of sleep bruxism in children: A systematic review of the literature. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(8), 631–642.

- Montaldo, L., Montaldo, P., Caredda, E., & D'Arco, A. (2012). Association between exposure to secondhand smoke and sleep bruxism in children: A randomised control study. *Tobacco Control*, 21(4), 392–395.
- Mostafavi, S. M., Jafari, A., Hoseini, S. G., et al. (2019). The efficacy of low and moderate dosage of diazepam on sleep bruxism in children: A randomized placebo-controlled clinical trial. *Journal of Research in Medical Sciences*, 31, 24–28.
- Pavone, K. J., Cohen, A. A., Ristow, T., et al. (2017). Nightly variability in the number of sleep bruxism episodes in children. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 13, 845–850.
- Pietkiewicz, M. (1907). Bruxomania. *Czasopismo Stomatologiczne*, 5, 1–10.
- Restrepo, C., Gomez, S., & Manrique, R. (2009). Treatment of bruxism in children: A systematic review. *Quintessence International*, 40(10), 849–855.
- Restrepo, C., Pelaez, A., Alvarez, E., et al. (2006). Digital imaging of patterns of dental wear to diagnose bruxism in children. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 16, 278–285.
- Restrepo, C., Santamaria, A., & Manrique, R. (2021). Sleep bruxism in children: Relationship with screen-time and sugar consumption. *Sleep Medicine: X*, 3, 100035.
- Salgueiro, M. C. C., Kobayashi, F. Y., Motta, L. J., et al. (2021). Effect of photobiomodulation on salivary cortisol, masticatory muscle strength, and clinical signs in children with sleep bruxism: A randomized controlled trial. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 39(1), 23–29.
- Sateia, M. J. (2014). International classification of sleep disorders-third edition: Highlights and modifications. *Chest*, 146, 1387–1394.
- Scariot, R., Brunet, L., Olsson, B., et al. (2022). Single nucleotide polymorphisms in dopamine receptor D2 are associated with bruxism and its circadian phenotypes in children. *Cranio*, 40(2), 152–159.
- Scarpini, S., Lira, A. O., Gimenez, T., et al. (2023). Associated factors and treatment options for sleep bruxism in children: An umbrella review. *Brazilian Oral Research*, 37, e006.
- Vanderas, A. P., Menenakou, M., Kouimtzis, T. H., & Papagiannoulis, L. (1999). Urinary catecholamine levels and bruxism in children. *Journal of Oral Rehabilitation*, 26(2), 103–110.
- Vinod, K., Reddy, P., & Pillai, V. (2017). Scalloped tongue: A rare finding in nocturnal bruxism. *National Medical Journal of India*, 30(5), 296.
- Wetselaar, P., Vermaire, E. J. H., Lobbezoo, F., & Schuller, A. A. (2021). The prevalence of awake bruxism and sleep bruxism in the Dutch adolescent population. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(2), 143–149.
- Wieckiewicz, M., Bogunia-Kubik, K., Mazur, G., et al. (2020). Genetic basis of sleep bruxism and sleep apnea—Response to a medical puzzle. *Scientific Reports*, 10, 7497.

BÖLÜM 2

ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDEKİ YERİ

Ömer Barış KAVAS¹, Didem SAKARYALI UYAR²

¹ Arş. Gör. Dt., Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID ID: 0009-0004-4996-6794

² Doç. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0001-7850-2375

GİRİŞ

İçerisinde bulunduğumuz zaman diliminde teknoloji sürekli gelişmekte ve yaygınlaşmaktadır. Gelişen bu teknoloji sağlık alanında uygulama, eğitim ve tedavi süreçlerine büyük ölçüde katkı sağlamaktadır (Aydın & Küçük, 2017). Üç boyutlu yazıcılar gelişen bu teknoloji sayesinde diş hekimliğinde artan kullanım alanlarıyla birlikte klinik uygulamalara dahil edilmektedir. Bu konuda farklı tipteki üç boyutlu yazıcılarla farklı tedavi seçenekleri için araştırmalar artarak devam etmektedir.

ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN TARİHÇESİ

Günümüzde bilgisayarla programlama yapılarak işlem yapan cihazlar, 1948 yılında *Frank L. Sluten* ve *John L. Pearson* tarafından sayısal kontrollü (*numerical control*) cihazları icat etmeleri sayesinde geliştirilmiştir (Raicu & Marin, 2008; Özsoylu, 2017). 1970'li yıllardaysa *Duret* ve *Preston*, Bilgisayar Destekli Tasarım / Bilgisayar Destekli Üretim (*Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing-CAD/CAM*) teknolojisini diş hekimliği uygulamalarına dahil etmişlerdir (Duret & Preston, 1991).

Üç boyutlu (*Three-Dimensional-3D*) baskı için ilk cihaz 1980'lerin başında piyasaya sürülmüştür. Bu teknolojinin öncüleri de *Charles W. Hull* (*3D Systems* firmasının kurucusu), *S. Scott Crump* (*Stratasys* firmasının kurucusu) ve *Hans J. Langer* ve *Hans Steinbichler*'dir (Kaushik ve ark., 2024). 1986 yılında ilk üç boyutlu baskı süreci olan stereolitografinin patenti *Charles W. Hull* tarafından alınmıştır (Nesic ve ark., 2020; Kaushik ve ark., 2024). Kaynaşmış biriktirme modelleme işleminin patentinin 2009 yılında alınmasıyla birlikte üç boyutlu yazıcılar tüketici sektörüne giriş yapmaya başlamıştır. Kısa zaman içerisinde diş hekimliği sektöründe de etkileri görülmüştür. Daha sonra, baskı üniteleri daha küçük ve ucuz hale getirilerek uygulama alanları genişlemiştir. İlerleyen yıllarda teknolojinin hızla gelişimi ile basılabilir malzemeler plastik, metal, seramik ve hatta insan dokusunu içerecek şekilde gelişmiştir. Kasım 2002'de metallerin basılması için sunulan seçici lazer sinterleme teknolojisi büyük bir ilgi yaratmış ve kuronlar, köprüler ve kroşeli döküm metal çerçeveler gibi metalik yapıların üretiminin temeli olarak dünya çapında kabul görmüştür (Schweiger, Edelhoff, & Güth, 2021).

ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN ÜRETİM TEKNİKLERİ

Eksiltmeli Üretim Teknolojisi

Eksiltmeli üretim teknolojisi, aşındırıcı özelliğe sahip kesici malzemelerin kullanılmasıyla elde edilmek istenilen materyallerin üretildiği tekniktir. CAD/CAM sistemleri, aşındırma yoluyla yapılan üretim şekillerinden biridir. CAD/CAM sistemler dental implant, kuron, inley, onley ve ortodontik apareyler gibi dental malzemelerin tasarımlarında kullanılan cihazların genel ismidir (van Noort, 2012; Özürmeli, 2019). Ayrıca CAD/CAM, elde edilen veriler ile farklı tasarımlar yapmak ve bunları üretmek için kullanılan bilgisayar temelli bir teknolojik sistemdir (Duret & Preston, 1991).

CAD/CAM sisteminin temeli, hassas bir freze makinesi ile bilgisayar yazılımının birlikte çalışması sayesinde seramik, kompozit, metal veya hibrit bloklar gibi çeşitli materyaller kullanılarak üretim yapılması esasına dayanmaktadır (Heffernan ve ark., 2002; Miyazaki ve ark., 2009). Verileri toplama işlemi için yararlanılan sistemler farklılık göstermektedir (Almeida e Silva ve ark., 2014). Dijital sistemlerle görüntüleme amacıyla indirekt ve direkt teknik olarak iki ayrı teknik kullanılmaktadır (Cave & Keys, 2018). İndirekt teknikte, ağız içi tarayıcı kullanılmadan geleneksel ölçü ile model elde edilmekte veya ölçü üzerinden tarama yapılmaktadır. Direkt teknikte ise ağız içi görüntüleme sistemleri ile tarama yapılmakta ve bilgisayar ortamına aktararak planlama tamamlanmaktadır (Güth ve ark., 2013). Yapılan

tedavilerin estetik olmaları, genellikle hasta başında ve tek seansta hazırlanabilmeleri, verileri arşivleme kolaylığı ve yüksek kalite kontrolü sağlanabilmesi gibi avantajları bulunmaktadır (Heffernan ve ark., 2002; Miyazaki ve ark., 2009; Almeida e Silva ve ark., 2014). Bu avantajlara rağmen kullanılan teknolojiyi elde etme ve ürüne ulaşma maliyetlerinin çok yüksek olması, yüksek bilgi ve beceri gerektirmesi gibi dezavantajları vardır (Kaur & Datta, 2006).

CAD/CAM gibi aşındırma temelli üretim tekniğinden farklı olarak geliştirilen üç boyutlu yazıcı adı verilen sistemler günümüzde diş hekimliği pratiğinde yaygınlaşmaktadır. Üç boyutlu yazıcılar, teknik olarak eklemeli üretim teknolojisi ile çalışmakta ve katmanlar birbiri üzerine eklenerek birleştirilmektedir. Üç boyutlu yazıcı sisteminin, CAD/CAM sistemlerinden temel farkı bu üretim şeklidir (Tian ve ark., 2021).

Eklemeli Üretim Teknolojisi

Üç boyutlu yazıcı yöntemi olarak da adlandırılan eklemeli üretim teknolojisi 1980’li yıllarda piyasaya sürülmüştür. İlk üç boyutlu yazıcı makinesinin patenti *Charles W. Hull* tarafından alınmıştır (Schweiger, Edelhoff, & Güth, 2021). Dijital ortamda üç boyutlu olarak planlanmış olan tasarımın katı olarak basılması işlemine üç boyutlu baskı, bu işlemi yapan cihazlara ise üç boyutlu yazıcı denilmiştir (Tian ve ark., 2021). Kaynaşmış biriktirme modelleme işleminin 2009 yılında patent süresinin bitmesiyle birlikte üç boyutlu yazıcı makineleri diş hekimliği sektörüne giriş yapmıştır (Schweiger, Edelhoff, & Güth, 2021). Pawar (2019) tarafından üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile titanyum bazlı toz metal ve şeffaf fotopolimer reçine kullanılarak üretilen ilk yer tutucu, üç boyutlu yazıcı teknolojisinin pedodontide kullanımı açısından bir örnek olmuştur. Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (*International Organization for Standardization-ISO*) 2015 yılında paylaştığı yayına göre eklemeli üretim teknolojisi; kazan fotopolimerizasyonu (*vat photopolymerization*), malzeme ekstrüzyonu (*material extrusion*), malzeme püskürtme (*material jetting*), bağlayıcı püskürtme (*binder jetting*), toz yataklı füzyon (*powder bed fusion*), yönlendirilmiş enerji biriktirme (*directed energy deposition*) ve sac laminasyon (*sheet lamination*) olmak üzere yedi grup altında toplanmıştır. Bunlardan diş hekimliğinde kullanılan gruplar ise kazan fotopolimerizasyonu, malzeme ekstrüzyonu, malzeme püskürtme ve toz yataklı füzyondur (Türk, Çömlekoğlu, & Çömlekoğlu, 2022; ISO/ASTM 52900:2021).

ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN TİPLERİ

Stereolitografi

Stereolitografi (*Stereolithography*), ilk üç boyutlu baskı sürecidir ve 1983 yılında *Charles W. Hull* tarafından üretilmiştir (Kaushik ve ark., 2024). *Charles W. Hull* bu sistemi “Ultraviyole ile sertleşen bir materyalin birbiri üzerine ince tabakalar halinde yığılmasıyla katı objelerin yapımı” şeklinde tanımlamıştır. Başta pahalı olan bu sistem günümüzde ise daha uygun fiyatlıdır. Bu yazıcı tipinde baskı için akrilat fotopolimerler, plastik ve seramik materyaller kullanılabilmektedir (Türk, Çömlekoğlu, & Çömlekoğlu, 2022). Stereolitografi cerrahi rehberlerin, kişiye özel maksillofasiyal dental implantların ve protezlerin, protetik kaidelerin, ortodontik şeffaf plakların, ağız koruyucu apareylerin, geçici restorasyonların ve tüm seramik restorasyonların üretimi için kullanılmaktadır. Bir günde üretim yapılabilmesi, basit kullanımına sahip olması, diğer yöntemlere kıyasla yüzey pürüzlülüğünün göreceli olarak daha az olması, ince detayların daha kolay verilebilmesi ve daha iyi çözünürlük sağlayabilmesi gibi avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlara rağmen seri üretimde kullanılmaya uygun olmaması, oluşturulan materyalin dayanıklılığı ve cihaz maliyetinin yüksek olması gibi

dezavantajları da bulunmaktadır (ISO/ASTM 52900:2021; Methani, Revilla-León, & Zandinejad, 2020; Aral & Keskin, 2024).

Seçici Lazer Sinterleme

Seçici lazer sinterleme (*Selective Laser Sintering*) tekniği *Carl Deckard* tarafından 1986 yılında icat edilmiştir ve toz yataklı füzyon yöntemlerinden birisidir (Revilla-León, Meyer, & Özcan, 2019; Methani, Revilla-León, & Zandinejad, 2020; Kaushik ve ark., 2024). Ayrıca, seçici lazer sinterleme tekniğinde odaklanmış bir yüksek enerjili lazer ışını kullanılmaktadır (Çelik & Özkan, 2017; Methani, Revilla-León, & Zandinejad, 2020; Türk, Çömlekoğlu, & Çömlekoğlu, 2022). Bu yazıcı tipinde baskı için termoplastikler, polimerler, metal ve seramik materyaller kullanılmaktadır (Javaid & Haleem, 2019; Türk, Çömlekoğlu, & Çömlekoğlu, 2022; Aral & Keskin, 2024). Seramiğin yüksek erime noktası ve düşük plastisitesinden dolayı diğer malzemelere göre seçici lazer sinterleme ile üretilmesi daha zordur. Bu sistemde üretim sırasında destek malzeme kullanımına ihtiyaç olmaması, üretilen yapının yüksek dayanıklılığı ve sertliği gibi önemli avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlara rağmen malzeme yüzeylerinin poröz yapıda olması ve katmanların arasındaki bağlantıyı sağlaması için siyanoakrilat benzeri yapıştırıcıların kullanılmasının gerekliliği gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Methani, Revilla-León, & Zandinejad, 2020; ISO/ASTM 52900:2021; Aral & Keskin, 2024).

Kaynaşmış Biriktirme Modellemesi

Kaynaşmış biriktirme modellemesi (*Fused Deposition Modeling*) ve malzeme ekstrüzyonu terimleri genelde eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Malzeme ekstrüzyonu 1980'li yılların sonlarına doğru *S. Scott Crump* tarafından icat edilmiştir. 1990 yılında ise *S. Scott Crump*'ın kurduğu *Stratasys* firması tarafından kaynaşmış biriktirme modellemesi adı altında tescillenerek ticari hale getirilmiştir (Methani, Revilla-León, & Zandinejad, 2020). Günümüzde en çok satılan eklemeli üretim teknolojisi kaynaşmış biriktirme modellemesidir (Çelik & Özkan, 2017; Özsoy & Duman, 2017; Gebisa & Lemu, 2018). Bu yazıcı tipinde baskı için polikarbonatlar ve akrilonitril bütadien strien materyalleri kullanılmaktadır. Ekonomik olması gibi önemli bir avantajının olmasına rağmen bu sistemin doğruluğunun püskürtme ucunun çapıyla sınırlı olması ve yavaş üretim yapması gibi önemli dezavantajları da bulunmaktadır (Türk, Çömlekoğlu, & Çömlekoğlu, 2022).

Dijital Işık İşleme

Dijital ışık işleme (*Digital Light Process*), stereolitografi gibi istenilen malzemenin fotopolimerizasyonu ile sertleşmesi prensibiyle çalışan yazıcı tipidir. Stereolitografiden farklı olmasına rağmen birbirlerine oldukça benzerdirler. Stereolitografi ile temel farkı kullanılan ışık kaynağıdır. Stereolitografide malzeme fotopolimer bir lazer ışını yardımıyla kürlenmektedir. Dijital ışık işlemede ise kısa dalga boyuna sahip ışığın (mevcutta kullanılan dalga boyları 380 ve 450 nanometre) bu sistemin teknolojisinin temelini oluşturan bir dijital mikro ayna cihazı aracılığı ile yönlendirilmesinin kullanıldığı bir projeksiyon teknolojisi kullanılmaktadır. Bu sistem büyük bir yüzeydeki bütün rezini tek katman olarak işleyebilme avantajına sahip olmasına rağmen büyük parçalar şeklinde üretildiği zaman düşük çözünürlüğe neden olmaktadır. Bu yüzden cerrahi rehber gibi yüksek çözünürlük gerektiren parçaların üretimi için uygun bir teknik değildir (Schweiger, Edelhoff, & Güth, 2021; Pillai ve ark., 2021).

Multijet Füzyon ve Polijet

Multijet (*Multijet Fusion*) ve polijet (*Polyjet*) teknolojileri, genel olarak çok benzer olduğundan dolayı genelde eş anlamlı olarak kullanılırlar. Bu terimlerde oluşan farklılığın

nedeni, *Stratasys* firmasının *PolyJet* teknolojisi ve *3D Systems* firmasının *MultyJet* teknolojisi gibi farklı üreticilerin aldıkları farklı patentlerdir. Ayrıca, bu iki sistem arasında baskı işleminin gerçekleştirilme yönteminde neredeyse hiçbir farklılık olmamasıyla birlikte, aralarındaki asıl fark basımdan sonra destek yapıların uzaklaştırılmasındaki basamaklardır. Polijet'te destek yapı malzemesi propilen, akrilik monomer, polietilen ve gliserin kombinasyon malzemelerinden oluşmaktadır. Multijet'te ise destek yapı malzemesi parafin mumundan oluşmaktadır. Multijet'teki zaman göreceli olarak Polijet'e göre daha uzun sürmesine rağmen tek bir işlem olması ve insan faktörünün minimum olması Polijet'e göre Multijet'in önemli bir avantajıdır. Multijet'teki tüm işlemler, Polijet'e kıyasla daha kolaydır ve daha az gayret gerektirmektedir (Aral & Keskin, 2024). Bu iki teknolojide, stereolitografinin yüksek çözünürlük ve iyi yüzey kalitesi ile malzeme püskürtme teknolojisinin yüksek üretim hızı ve geniş üretim kapasitesi avantajları birleştirilmiştir. Bu teknolojilerde, çeşitli optik ve mekanik özelliklere sahip farklı malzemelerden yapılan nesnelerin ek yapım aşamalarına gerek duyulmadan üretilebilmesi ve stereolitografi ve dijital ışık işleme ile üretimi zor olan üç boyutlu renkli objelerin üretilebilmesi gibi avantajları vardır. Bu avantajlara rağmen diğer üretim yöntemlerinin aksine destek malzemesinin daha yoğun bir yapıya sahip olması ve bu nedenle daha fazla malzeme kullanımı gerektirmesi ve seri üretimde kullanılmaya uygun olmaması gibi dezavantajları vardır (Javaid & Haleem, 2019; Demiralp, Doğru, & Yılmaz, 2021).

Direkt Metal Lazer Sinterleme

Direkt metal lazer sinterleme (*Direct Metal Laser Sintering*) ve seçici lazer sinterleme, benzer şekilde üretim yapılmasına olanak sağlarlar ve çoğunlukla eş anlamlı olarak kullanılırlar. Aralarındaki fark, seçici lazer sinterleme plastik, cam ve seramik gibi çeşitli malzemelere uygulanan işlemi ifade etmek için kullanılır iken direkt metal lazer sinterleme ise metal alaşımlara uygulanan süreci ifade etmektedir (Aral & Keskin, 2024). Bu yazıcı tipinde baskı için titanyum, kobalt, alüminyum, bronz, nikel alaşımları ve çelik materyaller kullanılabilmektedir (Türk, Çömlekoğlu, & Çömlekoğlu, 2022). Bu sistemde yüksek dirençli malzemeler üretilebilmesi, yüksek doğruluk oranına sahip olması ve verimli bir şekilde karmaşık morfolojilerin üretilebilmesi önemli avantajlarıdır. Bu avantajlara rağmen malzemeye bağlı olarak porözite ve büzölmeye bağlı boyutsal olarak bozulmalar gözlemlenebilmektedir (Demiralp, Doğru, & Yılmaz, 2021).

Elektron Işınıyla Eritme

Elektron ışınıyla eritme (*Electron Beam Melting*) sistemi diğer toz yataklı füzyon yöntemlerine göre imalat sırasında malzeme içerisinde kalan gerilmeye daha az neden olmakta ve sonuçta üretilen nesnede daha az bozulma meydana gelmesini sağlamaktadır. Seçici lazer sinterleme sistemine göre daha az enerji kullanılmakta ve bu sayede katmanlar daha hızlı üretilmektedir (Methani, Revilla-León, & Zandinejad, 2020; Aral & Keskin, 2024). Elektron ışınıyla eritme sisteminde bir enerji kaynağı olarak elektron ışını kullanıldığından bir vakuma ihtiyaç duyulmaktadır (Revilla-León, Meyer, & Özcan, 2019; Methani, Revilla-León, & Zandinejad, 2020; Türk, Çömlekoğlu, & Çömlekoğlu, 2022). Bu sistem, en çok havacılık sektöründe, savunma sanayisinde, motor sporları ve tıbbi protez gibi pahalı endüstrilerde kullanılmaktadır. Bu sistemin ince ışın demetleri sayesinde yüksek enerji seviyeleri elde edilebilmesi, vakumlu ortamda yabancı maddeleri temizleyebilmesi, düşük enerji tüketimi ve çok bakım gerektirmemesi gibi avantajları vardır. Bu avantajlara rağmen sistemin çalışması için gereken vakumun pahalı olması ve üretim sırasında x-ışınları üretmesi gibi dezavantajları vardır (Javaid & Haleem, 2019; Methani, Revilla-León, & Zandinejad, 2020; Aral & Keskin, 2024).

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN KULLANIM ALANLARI

Preklinik Eğitim

Üç boyutlu yazıcılar ağız cerrahisi, endodonti ve protetik diş tedavisi öğrencilerinin eğitim ve öğretimi için nihai bir araçtır (Jawahar & Maragathavalli, 2019; Marty ve ark., 2019). Diş hekimliği eğitiminde her zaman preklinik alıştırmalar için çekilmiş dişler kullanılmaktadır (Kfir ve ark., 2013). Pediatrik endodontide preklinik eğitim için, süt dişlerinin gerçek anatomisini taklit eden uygun süt dişi modellerinin kullanımı gerekmektedir. Çekilmiş dişlerin bilgisayarlı tomografik görüntülerine dayanan üç boyutlu yazıcılar ile üretilen diş modelleri, plastik tipodont dişlere kıyasla daha gerçekçi anatomik yapıya sahiptir (Jawahar & Maragathavalli, 2019; Marty ve ark., 2019). Preklinikte kullanılması amacıyla üç boyutlu diş modellerinin yapılması sonucunda preklinik eğitim sırasında görsel ve dokunsal proprioepsiyon sağlayarak endodontik becerilerin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca daimî diş benzeri gerçekçi anatomik yapılara sahip iç ve dış rezorpsiyon defektli dişler, açık apeksli dişler, dilasere köklü dişler, dens in dente benzeri anomalilere sahip dişler üç boyutlu yazıcılar ile üretilerek preklinik eğitime katkı sağlamaktadır (Kfir ve ark., 2013). Marty ve arkadaşları (2019), uygulamalı pediatrik diş hekimliği oturumlarında öğrencilerin üç boyutlu yazıcılar ile üretilen modeller ile seri modeller arasındaki algısını karşılaştırmış ve üç boyutlu yazıcılar ile üretilen modellerin daha gerçekçi bir deneyim sunduğunu bildirmiş ve öğrenciler tarafından daha yenilikçi algılandığı sonucuna varmışlardır.

Pediatrik Radyoloji

Çocuklarda önemli sağlık sorunlarından birisi olan adenoid hipertrofinin tanısı, tedavisine karar verme aşamasında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle tanının doğru konulabilmesi için nazofarengeal obstrüksiyonun tespit edilmesinde çocuk diş hekimi önemli bir rol üstlenmektedir. Nazofarengeal obstrüksiyonun tespit edilmesinde çocuk diş hekiminin rolü önemlidir. Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, üç boyutlu yazıcı ile üretilmiş modeller yapmak için Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile birleştirildiğinde, sınırlı görselleştirme sağlayabilen doğrudan klinik değerlendirmeye kıyasla nazofarengeal bir tıkanıklığı tespit edebilmektedir (Thereza-Bussolaro ve ark., 2020).

Pediatrik Endodonti

Endodontide üç boyutlu yazıcılar ile kök kanal anatomisine rehber bazlı erişim hazırlıkları, ototransplantasyon, endodontik cerrahi öncesi planlama ve endodonti preklinik eğitim modelleri gibi endodontideki zorluklara yardımcı olur (Neha ve ark., 2020).

İn-vivo diş ototransplantasyonu, çocuklarda ve genç erişkinlerde travmatik diş yaralanmalarından sonra diş replasmanının sağlandığı bir yöntemdir. Pedodonti uzmanlarının genellikle estetik nedenlerden dolayı dişleri repoze etmeden önce tam iyileşmenin sağlanması amacıyla 3-4 aylık bir süre beklemeleri gerekmektedir. Böyle bir zaman gecikmesini ortadan kaldırmak için dijital ışık işleme tipindeki bir yazıcı kullanarak geçici veneerlerin tasarlanması ve üretilmesi için üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılabilmektedir (Al-Rimawi ve ark., 2019).

Endodontik prosedürler sırasında yönetilmesi genellikle zor olan durumlardan bazıları olan dilasereyasyon, pulpa taşları ve dens in dente gibi diş anomalilerinde üç boyutlu yazıcılardan yararlanılmaktadır. Karmaşık kanal anatomisine sahip yarı saydam bir diş modeli üretilerek güvenli çalışma uzunluğuna ulaşılması sağlanabilir (Kfir ve ark., 2013; Byun ve ark., 2015).

Rehberli endodonti, kalsifiye kanalları olan, geniş restorasyonlu veya erişim sağlamak için yanlış konumlandırılmış dişlerin kök kanal tedavisinde yenilikçi bir yöntemdir. Bu tür rehberler, zor kanalların görülebilmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece iatrojenik hataların azaltılmasına ve diş yapısının korunmasına yardımcı olmaktadır. Apikal rezeksiyon ve osteotomi prosedürleri gibi endodontik cerrahi girişimler sırasında başarılı tedaviler yapılabilmesi için kullanılan frezlerin doğru konumlandırılması, açılanması ve penetrasyon derinliği gerekmektedir. Aksi takdirde bu durum açılanmada sapmaya veya osteotomi çapının büyümesine neden olarak iyatrojenik hatalara, iyileşme süresinde gecikmeye ve tedavi sonrası ağrıya neden olabilmektedir. Üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılarak üretilen cerrahi rehberler bu tür endişeleri en aza indirebilir ve böylece daha doğru, hassas, lokalize ve daha az invaziv ameliyatlara olanak sağlayabilmektedir (Kühl ve ark., 2015; Zehnder ve ark., 2016).

Pediatric Restoratif Diş Tedavisi

Üç boyutlu yazıcılar ile üretilmiş baskılı şablonlar, travmaya uğramış anterior dişlerin doğrudan rezin kompozit restorasyonu için verimli, kullanışlı ve estetik bir tedavi seçeneği sunmaktadır. Ayrıca kırılmış dişin anatomisini, rengini ve yarı saydamlığını hassas bir şekilde yeniden üretmeye de yardımcı olmaktadır (Xia ve ark., 2018).

Pediatric Ortodonti

Ortodontide üç boyutlu yazıcılar ile dolaylı yoldan braket yapıştırma splintleri, oklüzal splintler, braket hizalama apareyleri gibi materyaller hazırlanabilmektedir. Braketlerin üretimi sırasında açılanma, bükülme gibi durumları ayarlamak veya özelleştirmek mümkündür. Buna ek olarak, ortodontik tedavi sürecindeki diş hareketlerindeki değişiklikleri önceden göstermek de mümkündür (Normando, 2014; Oberoi ve ark., 2018).

Okul öncesi dönemdeki çocuklarda erken anterior çapraz kapanışlarda üç boyutlu yazıcılar ile şeffaf çıkarılabilir oklüzal splintler üretilebilmektedir. Bu splintler, herhangi bir tel bileşenine sahip olmadığı için geleneksel apareylerden daha rahat ve kolay kullanılabildiği için çocukların diş fobisinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, anterior bölgedeki çapraz kapanış 6 ay içinde düzeltilerek maksillanın ve mandibulanın normal gelişimini desteklemekte ve gelecekte yaşanabilecek iskeletsel bozukluklar gibi durumların önlenmesine yardımcı olmaktadır (Zhang ve ark., 2021).

Damak ya da dudak-damak yarıklı çocuklarda bazı pediatik diş cerrahları, doğal büyüme potansiyeline sahip dokulardan yararlanmak, ark hizalamasına yardımcı olmak, dudak onarımını iyileştirmek ve maksiller ark boyutlarını iyileştirmek amacıyla yarık ameliyatlari öncesinde *nazoalveolar molding* apareyini ameliyat öncesinde kullanmayı önermektedir (Kasper, Ghivizzani, & Chiquet, 2019). Bu gibi durumlarda üç boyutlu yazıcılar, Abd El-Ghafour ve arkadaşları (2020) ile Kasper, Ghivizzani, & Chiquet (2019) tarafından tanımlandığı gibi *nazoalveolar molding* apareylerini geleneksel yöntemlerden daha verimli bir şekilde tasarlamak için kullanılabilmektedir. Dijital tedavi planlamasını ve iyi uyum sağlayan bir aparey üretimini desteklemek amacıyla hastanın yarıklı anatomik modelinin elde edilmesi önemli bir noktadır. Üç boyutlu yazıcılarla oluşturulan *nazoalveolar molding* apareyi, yazılım kullanılarak düşük kaliteli baskılar nedeniyle oluşan artefaktları otomatik olarak ortadan kaldırabilir ve ayrıca yarık alanında aspirasyon ve baskı malzemesi birikme ihtimalini azaltmaktadır (Kasper, Ghivizzani, & Chiquet, 2019).

Yer Tutucu

Üç boyutlu yazıcılar ile mükemmel doğrulukla tek bir ünite olarak basılan, insan hatalarını ve apareyin kırılmasını en aza indirgeyerek daha başarılı klinik durumları sağlayan bant ve halka yer tutucuların yapımında da kullanılmaktadır. Ayrıca üç boyutlu yazıcılar ile üretilen yer tutucularda stabilizasyon, *loop*'un bant üzerine lehimlenmesi ve cilalanması gibi kapsamlı laboratuvar çalışmaları gerekmemektedir. Çeşitli çıkarılabilir apareyler (*Hawley* gibi), fonksiyonel apareyler ve ark genişletme apareyleri üç boyutlu yazıcılar ile üretilmektedir (Khanna ve ark., 2021; Habib & Sheikh, 2022). Geleneksel modellerle karşılaştırıldığında üç boyutlu yazıcı teknolojileri kullanılarak hazırlanan yer tutucuların, daha hafif olması, malzemelerin çoğunda daha düşük hasar olasılığı, daha yüksek dayanıklılık, daha yüksek aşınma direnci, daha fazla detaylara sahip olması ve dijital veri paylaşımı gibi avantajları bulunmaktadır (Khanna ve ark., 2021; Tian ve ark., 2021; Habib & Sheikh, 2022).

Yer tutucu yapımında hastadan ölçü almayı takiben dijital dental tarayıcı kullanılarak hastadan alınan ölçüyle oluşturulan alçı taranmakta ve deneme modeli elde edilmektedir. Daha sonra, geleneksel yer tutucuya benzer *band loop* tipindeki yer tutucunun dijital tasarımı elde edilmektedir. Titanyum bazlı toz metal malzeme ve şeffaf fotopolimer reçine olmak üzere yer tutucuların üç boyutlu yazıcılar ile üretiminde bu iki tip malzeme kullanılmaktadır (Pawar, 2019).

Pediyatrik Protetik Tedavi

Protetik diş tedavisinde üç boyutlu yazıcıların kullanım alanları arasında açık yüzölçü paslanmaz çelik kuron, selüloit şerit kuron ve zirkonyum kuron bulunmaktadır. Bunlar prefabrike ve kolay erişilebilir olmalarına rağmen uyumlamaları çocuklar arasında farklılık göstermektedir. Bu nedenlerle, özel yapım kuronlar üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilmektedir. Üç boyutlu yazıcılar ile üretilen kuronların mekanik ve fiziksel özelliklerinin ağız içi kullanım için uygun olduğu gösterilmiştir (Lee, 2016).

Üç boyutlu yazıcılar ile hareketli protez yapımı da özellikle oligodonti görülen genç hastalarda dikkat çekmektedir. Bu teknoloji sayesinde protez tek bir ünite olarak üretilmektedir. Bu yöntemle yapılan protezler geleneksel yöntemlerle yapılan protezlere göre daha hafif bir ağırlıkta üretilmekte ve ara yüzeylerin olmaması nedeniyle daha yüksek kırılma dirençlerine sahip olmaktadır. Ayrıca bu yöntemle yapılan protezler kolayca kesilebilir, ayarlanabilir ve çocukların büyüme atılım safhaları sırasında diş hareketleri olması durumunda uygun materyalle yeniden kaplanabilmektedir. Ayrıca, hastadan alınan bilgilerin dijital bir dosya olarak saklanması sayesinde protez istenildiği kadar yeniden basılabilmektedir (Al-Halabi ve ark., 2020).

Anodonti veya hipodonti gibi sendroma bağlı olan ve olmayan diş anomalileri görülen hastalar için fonksiyon, fonasyon ve estetiği geri kazandırmak amacıyla tam veya parsiyel protezler üretilmesinde üç boyutlu yazıcılar kullanılmaktadır. Yüz taraması ile ağız içi taramayı ve sanal diş kurulumunu birleştiren dijital deneme sağlayabilen çok sayıda CAD/CAM uygulaması bulunmaktadır. Bu uygulamalar ile dijital olarak üretilen protezler son birkaç yılda popülerlik kazanmıştır (Lee, 2016).

Al-Halabi ve arkadaşlarının (2020) yaptığı çalışmada, süt molar dişlerde üç farklı tipteki (CAD/CAM ile frezelenmiş polimetilmetakrilat, üç boyutlu yazıcı ile üretilmiş reçine esaslı materyal ve direkt kompozit selüloit kuron tekniği) estetik kuronların kırılma direnç kuvveti değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, üç boyutlu yazıcı ile üretilen kuronların ve CAD\CAM ile üretilen kuronların, doğrudan selüloit kompozit ile üretilen kuronlardan büyük bir ölçüde daha yüksek kırılma direnci kuvvetine sahip olduğunu göstermiştir. Al-Halabi

ve arkadaşlarının (2021) yaptığı randomize klinik çalışmada, pulpa tedavisi yapılmış süt molar dişler için iki tip estetik kronun klinik sonuçlarını değerlendirmiş ve üç boyutlu yazıcılar ile üretilen rezin kuronların, CAD/CAM sistemi ile üretilen kuronlara göre daha az simantasyon hatası ile mükemmel marjinal bütünlüğe ve kuron retansiyonuna sahip olduğu sonucunu bildirmişlerdir.

Pediyatrik Cerrahi

Ağız boşluğunun agresif kanserleri ve mandibula kırıkları için cerrahi planlama yaparken cerraha ilgili ameliyatı planlamada daha iyi bir görüş sağlayan üç boyutlu yazıcılar ile başarılı bir şekilde ameliyat sahası üretilebilir. Bu yeni üç boyutlu yazıcı tekniği, genç erişkinlerde kondil kırıklarında *Kirschner* teli uygulamasının doğru planlanmasında ve ağız boşluğu tümörlerinin rezeksiyonunda cerrahlara yardımcı olmuştur. Pediyatrik mandibula kırıklarının tedavisinde hastaya özel dijital başlık splintinin kullanılması, bu yenilikçi teknolojinin bir başka potansiyel uygulamasıdır (Chakravarthy, Gupta, & Patil, 2019; Lee ve ark., 2019). Buna ek olarak, üç boyutlu yazıcılar ile üretilen modeller hem cerrahların hem de ebeveynlerin farklı tedavi yöntemlerinin avantajlarını ve dezavantajlarını görmelerine ve prosedüre karar vermelerine imkân sağlayan görsel bir yardımcı olarak kullanılabilir. Ayrıca ameliyat öncesi dijital sistemler sayesinde ağız içi ölçülerin alınması sırasında hastanın yaşadığı olumsuzlukları ortadan kaldırır (Chakravarthy, Gupta, & Patil, 2019; Lee ve ark., 2019).

Dupret-Bories ve arkadaşları (2018), osteosarkomlu bir hastada mandibula gövdesinin değiştirilmesi için üç boyutlu yazıcılar kullanarak mandibula şablonu oluşturulduğunu bildirmişlerdir. Karmaşık kraniyofasiyal geometrileri hassas bir şekilde kopyalayabilen üç boyutlu yazıcı tekniklerinin, kişiye özel ihtiyaçların karşılanması ve belirli bir defekt bölgesine uyan hastaya özel tedaviler için çok uygun olduğunu da vurgulamışlardır. Ayrıca verimli şablon planlaması sağlayarak hem estetik hem de fonksiyonel replasmana olanak sağlamaktadır (Dupret-Bories ve ark., 2018).

Dental travmatolojide, avülse dişlerin tedavisinde implant tasarımında ve protetik rehabilitasyonda üç boyutlu yazıcılar kullanılmaktadır. Tewari, Mathur, & Atif (2019), Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi aracılığıyla dijital olarak taranan bilgiler sayesinde travmaya uğramış bölgede doğru pozisyonuna yapılandırılabilen veya sertleştirilebilen bir atel tasarlamışlardır. Üç boyutlu yazıcı teknolojisini kullanmanın önemli bir avantajı da spor diş hekimliğinde travmanın önlenmesini sağlayan ağız koruyucu yapılmasıdır. Bu yeni teknik, kişiye özel ağız koruyucularının tek bir randevuda üretilmesine olanak sağlamakta ve akıllı telefon tabanlı bir uygulama ile yeniden sipariş verebilmek için bilgilerin saklanması olanak sağlamasıdır (Tewari, Mathur, & Atif, 2019).

Mandibula kırıkları, çocuklarda kafatası kemikleri kırıkları arasında en sık görülen ikinci kırık tipidir ve %52'lik bir oranla iki veya daha fazla bölgeyi içermektedir. Çocuk hastaların büyüme-gelişim, diş germelerinin konumu, psikolojik durum ve stabil olmayan süt dişleri gibi çeşitli durumlardan dolayı çocuk hastaların cerrahi tedavisi maksillofasiyal kırık cerrahisinde yetişkinlerden farklı olmalıdır (Shaheen ve ark., 2023). Du ve arkadaşları (2021), çoklu mandibula kırığı olan bir pediyatrik hastada titanyum plakların yerleştirilmesini tasarlamaya ve diş germelerinin zarar görmesini önlemeye yardımcı olan bir üç boyutlu yazıcı kullanarak cerrahi rehber ürettiklerini bildirmişlerdir.

DİŞ HEKİMLİĞİNDE ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN DİĞER KULLANIM ALANLARI

Dental İmplantoloji

Üç boyutlu yazıcılar, dental implantolojide karmaşık geometrili dental implantların ve cerrahi rehber düzlemlerin üretimine yardımcı olabilmektedir. Ayrıca üç boyutlu yazıcıların geliştirilmesi sayesinde kemik hücresi geliştirme, doku büyümesi ve farklılaşması için ağızda biyomimetik bir iskele görevi görebilecek kemik dokusu bile basılabildiğinden hastanın gereksinimlerini destekleyen üretimler yapılabilir. Prefabrike cerrahi rehberler, daha iyi estetik ve işlevsel olarak daha stabil bir protez sağlamak amacıyla dental implantın kemiğe yerleştirilmesinden önce dental implantın doğru konumunu, açılanmasını ve rotasyonel konumlandırmasını doğrulamak veya yönlendirmek için kullanılabilir (Dawood ve ark., 2015; Heo ve ark., 2017; Kaushik ve ark., 2024).

Oral & Maksillofasiyal ve Ortognatik Cerrahiler

Oral & maksillofasiyal ve ortognatik cerrahilerde üç boyutlu yazıcılar ile kafatası kemikleri ve çenelerin ayrıntılı kopyalarının üç boyutlu modelleri, cerrahi öncesi planlamada faydalı ve aynı zamanda ameliyat sırasında referans görevi gören anatomik modeller oluşturulabilmektedir. Ameliyatlarda kullanılması amacıyla üç boyutlu yazıcılar ile üretilen cerrahi rehberlerin replikaları oluşturularak çalışma modeli olarak kullanılmaktadır. Ayrıca cerrahi rehberler kemik defektlerinin daha iyi görülebilmesine yardımcı olmaktadır. Ameliyatlarda kullanılan sabitleme plakaları gibi modeller de üç boyutlu yazıcılar ile üretilenmektedir (Chan, Misch, & Wang, 2010; Lonic ve ark., 2017).

Periodontoloji

Periodontolojide üç boyutlu yazıcılar rejeneratif periodontal araştırmalar için kullanılmaktadır. Ayrıca üç boyutlu yazıcılar periodontolojide estetik diş eti düzeltmesi rehberleri için de kullanılmaktadır (Jheon ve ark., 2017).

DİŞ HEKİMLİĞİNDE DİJİTAL ÖLÇÜ TEKNİKLERİ VE AĞIZ İÇİ TARAYICILAR

Günümüzde dijital teknoloji sayesinde diş hekimliğinde yetişkin hastaları rahatsız ettiği gibi çocuk hastaları da rahatsız eden ölçü alma prosedürünün daha kabul edilebilir bir hale gelmesi için yeni yöntemler araştırılmaktadır. Ayrıca geleneksel ölçü teknikleri çocuk hastalarda bulantı refleksini tetikleyerek arttırabilmesinin yanı sıra ölçü almak için kullanılan ölçü maddesinin kokusu bu bulantı refleksini daha da tetikleyebilmektedir (Gülbahçe, Berber, & Yetkiner, 2022; Özbak & Aktaş, 2024). Dijital teknolojiler sayesinde, hedeflenen tedavinin (restorasyon, yer tutucu gibi) yapılmasını sağlayan üretim akışının ilk aşaması ilgili bölgedeki anatomik yapılara ilişkin verileri toplamaktır. Bu verilerin toplanmasında direkt veya indirekt olarak iki teknik kullanılmaktadır (Güth ve ark., 2013; Akarçay & Güzel, 2021).

Direkt teknik, geleneksel tekniğin dezavantajlarını ve olabilecek hatalarını ortadan kaldırma amacıyla ağız içi tarayıcılar ile doğrudan dijital olarak ölçü alınmasına olanak sağlamaktadır. Direkt teknikte geleneksel ölçü yöntemleri bütünüyle devre dışı bırakılarak hazırlanan dişler ağız içi tarayıcılar sayesinde taranıp bilgisayar ortamına aktarılmaktadır (Güth ve ark., 2013). İndirekt teknikte ise, geleneksel yöntemler ile alınan ölçüler kullanılmaktadır. Alınan ölçülerden elde edilen alçı model, ağız içi tarayıcılar ya da laboratuvar tarayıcıları sayesinde dijital bir hale getirilmektedir. Bazı indirekt sistemlerde, alçı model kullanılmadan alınan ölçünün yüzeyi taranarak dijital bir modeli oluşturulabilmektedir. Bu teknik, geleneksel ölçü materyallerini ve tekniklerini kapsadığı için modelin hassasiyet derecesi açısından farklılık

göstermektedir. Bu yüzden ölçü maddelerinin boyutsal stabilitesine, saklama koşullarına, dezenfeksiyon aşamasındaki muhtemel distorsiyonlarına, dental laboratuvara gönderirken yaşanabilecek sorunlara ve ölçü kaşığından ayrılmalara ve uyumsuzluklarına dikkat edilmesi gerekmektedir (Çağlar, Duymuş, & Ateş, 2015).

Ağız içi tarayıcılar, ağız içi dokuların görüntülerinin üç boyutlu olarak dijital ortamda kaydedilmesini sağlamaktadır. Ağız içi tarayıcıların bileşenleri, taramayı yapan mekanik donanım, bilgisayar ve verilerin aktarıldığı bir yazılımdan oluşmaktadır. Yapılan taramalar sayesinde düşük hata payı ile gerçek doku anatomisine uygun veriler elde edilebilmektedir. Geleneksel yöntemler ile karşılaştırıldığında ise ağız içi tarayıcıların tekrarlanabilmesi, elde edilen verilerin hızlı bir şekilde incelenip üzerinde değişiklikler yapılabilmesi, veri kaydının kolay olması ve paylaşımına açık olması gibi avantajlara sahip olduğu bilinmektedir (Grünheid, McCarthy, & Larson, 2014; Raith ve ark., 2017; Richert ve ark., 2017).

Restoratif, protetik ve yer tutucu tedavilerinden önce alınması gereken ölçünün çocuk hastalarda bulantı refleksini tetiklemesi, kullanılan materyalin kokusu gibi nedenlerden dolayı tolere edilemeyen bir durum ortaya çıkabilir. Günümüzde ağız içi tarayıcıların kullanımının artması ile ölçü alma işleminin daha konforlu hale geldiğı bilinmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda hekimin deneyimi, ağız içindeki sürmekte olan dişlerin varlığı, kullanılan tarayıcı ucunun boyutu ile ağız içi boyutun uyumsuz olması gibi sebepler ile tarama süresinin uzayabilmesi, buna bağlı olarak da çocuk hastanın koltukta kalma süresinin artabileceğı de bildirilmektedir (Grünheid, McCarthy, & Larson, 2014; Cave & Keys, 2018).

Erken dönemde müdahale ve hassas çalışma gerektiren dudak damak yarığı vakalarında geleneksel ölçü alma yöntemlerine alternatif olarak ağız içi tarayıcıların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Dudak damak yarığına sahip hastaların tedavilerinden önce geleneksel yöntemlerle alınan ölçü sırasında uygulanan basınç sonucu anatomik dokularda bozulmalar meydana gelmesi önemli sorunlardan sadece birisidir. Bu nedenle, geleneksel yöntemler ve ağız içi tarayıcılar ile alınan ölçüler karşılaştırıldığında ağız içi tarayıcılar ile alınan ölçülerde yarık bölgenin anatomisinin daha iyi yansıtıldığı da bildirilmiştir. Ayrıca ağız içi tarayıcıları dudak damak yarığına sahip hastaların tedavilerinde kullanarak ölçü alma işlemi sırasında ölçü maddesinin aspirasyonu, hava yolunun ölçü materyali ile tıkanması gibi komplikasyonlar da ortadan kaldırılabilir (Mello ve ark., 2013; Patel, Winters, & Walters, 2019).

Sonuç olarak, çocuk diş hekimliğı başta olmak üzere diş hekimliğı alanlarında üç boyutlu yazıcıların kullanımı günümüzde gittikçe artmaktadır. Bu bağlamda konu ile ilgili kısıtlı klinik çalışma ve vaka raporu bulunması alanın ne kadar gelişmeye açık olduğunun da önemli bir göstergesidir. Ayrıca, üç boyutlu yazıcıların daha etkin kullanımı ve elde edilen çıktıların daha kaliteli olması için dijital ölçü ve ağız içi tarayıcı kullanımı da sıklıkla gündeme gelmektedir. Bu noktada bu modern tekniklerin çocuk diş hekimliğinde kullanımının daha ileri çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abd El-Ghafour, M., Aboulhassan, M. A., Fayed, M. M. S., El-Beialy, A. R., Eid, F. H. K., Hegab, S. E., El-Gendi, M., & Emara, D. (2020). Effectiveness of a Novel 3D-Printed Nasoalveolar Molding Appliance (D-NAM) on Improving the Maxillary Arch Dimensions in Unilateral Cleft Lip and Palate Infants: A Randomized Controlled Trial. *The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 57(12), 1370–1381.
- Akarçay, Ç., & Güzel, K. U. (2021). İntraoral Tarayıcı ve Cad/Cam Sistemlerinin Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 11(1), 78-84.
- Al-Halabi, M. N., Bshara, N., Comisi, J. C., & Abou Nassar, J. (2020). Evaluation of fracture resistance force in three types of primary molar crowns: Milled by cad/cam, 3d dental printed, and composite celluloid crowns. *European Dental Research and Biomaterials Journal*, 1(02), 33-39.
- Al-Halabi, M. N., Bshara, N., Abou Nassar, J., Comisi, J. C., & Rizk, C. K. (2021). Clinical performance of two types of primary molar indirect crowns fabricated by 3D printer and CAD/CAM for rehabilitation of large carious primary molars. *European Journal of Dentistry*, 15(03), 463-468.
- Almeida e Silva, J. S., Erdelt, K., Edelhoff, D., Araújo, É., Stimmelmayer, M., Vieira, L. C., & Güth, J. F. (2014). Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clinical oral investigations*, 18(2), 515–523.
- Al-Rimawi, A., EzEldeen, M., Schneider, D., Politis, C., & Jacobs, R. (2019). 3D Printed Temporary Veneer Restoring Autotransplanted Teeth in Children: Design and Concept Validation Ex Vivo. *International journal of environmental research and public health*, 16(3), 496.
- Aral, M., & Keskin, Y. (2024). Diş hekimliğinde 3 boyutlu-eklemeli üretim: Derleme. *Journal of International Dental Sciences (Uluslararası Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi)*, 10(1), 1-11.
- Aydın, L., & Küçük, S. (2017). Üç Boyutlu Yazıcı ve Tarayıcı ile Hastaya Özel Medikal Ortez Tasarımı ve Geliştirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 20(1), 1-8.
- Byun, C., Kim, C., Cho, S., Baek, S. H., Kim, G., Kim, S. G., & Kim, S. Y. (2015). Endodontic Treatment of an Anomalous Anterior Tooth with the Aid of a 3-dimensional Printed Physical Tooth Model. *Journal of endodontics*, 41(6), 961–965.
- Cave, V., & Keys, W. (2018). Digital and conventional impressions have similar working times. *Evidence-based dentistry*, 19(3), 84–85.
- Chakravarthy, C., Gupta, N. C., & Patil, R. (2019). A simplified digital workflow for the treatment of pediatric mandibular fractures using three-dimensional (3D) printed cap splint: A case report. *Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction Open*, 3(1), s-0039.
- Chan, H. L., Misch, K., & Wang, H. L. (2010). Dental imaging in implant treatment planning. *Implant dentistry*, 19(4), 288–298.
- Çağlar, İ., Duymuş, Z. Y., & Ateş, S. (2015). Diş hekimliğinde kullanılan ölçü sistemlerinde güncel yaklaşımlar: Dijital ölçü. *Atatürk üniversitesi diş hekimliği fakültesi dergisi*, 25, 135-140.

- Çelik, K., & Özkan, A. (2017). Eklemeli imalat yöntemleri ile üretim ve onarım uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 107-121.
- Dawood, A., Marti, B. M., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British dental journal*, 219(11), 521-529.
- Demiralp, E., Doğru, G., & Yılmaz, H. (2021). Additive manufacturing (3D PRINTING) methods and applications in dentistry. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 11(1), 182-190.
- Dong, Z., Li, Q., Bai, S., & Zhang, L. (2015). Application of 3-Dimensional Printing Technology to Kirschner Wire Fixation of Adolescent Condyle Fracture. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 73(10), 1970–1976.
- Du, Y., Yang, D., Pang, Y., Liu, C., & Zhang, K. (2021). Application of CAD and 3D printing in the treatment of pediatric multiple mandible fractures: A case report. *Medicine: Case Reports and Study Protocols*, 2(5), e0095.
- Dupret-Bories, A., Vergez, S., Meresse, T., Brouillet, F., & Bertrand, G. (2018). Contribution of 3D printing to mandibular reconstruction after cancer. *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases*, 135(2), 133–136.
- Duret, F., & Preston, J. D. (1991). CAD/CAM imaging in dentistry. *Current opinion in dentistry*, 1(2), 150–154.
- Gebisa, A. W., & Lemu, H. G. (2018). Investigating Effects of Fused-Deposition Modeling (FDM) Processing Parameters on Flexural Properties of ULTEM 9085 using Designed Experiment. *Materials (Basel, Switzerland)*, 11(4), 500.
- Grünheid, T., McCarthy, S. D., & Larson, B. E. (2014). Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 146(5), 673–682.
- Gülbahçe, E. K., Berber, E. Ş., & Yetkiner, A. A. (2022). Pedodontide Dijital Diş Hekimliği Uygulamaları. *Journal of Ege University School of Dentistry/Ege Üniversitesi Dis Hekimligi Fakültesi Dergisi*, 43.
- Güth, J. F., Keul, C., Stimmelmayer, M., Beuer, F., & Edelhoff, D. (2013). Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clinical oral investigations*, 17(4), 1201–1208.
- Habib, A. A. I., & Sheikh, N. A. (2022). 3D printing review in numerous applications for dentistry. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 103(4), 991-1000.
- Heffernan, M. J., Aquilino, S. A., Diaz-Arnold, A. M., Haselton, D. R., Stanford, C. M., & Vargas, M. A. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 88(1), 10–15.
- Heo, E. Y., Ko, N. R., Bae, M. S., Lee, S. J., Choi, B. J., Kim, J. H., ... & Kwon, I. K. (2017). Novel 3D printed alginate–BFP1 hybrid scaffolds for enhanced bone regeneration. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 45, 61-67.

- ISO/ASTM 52900:2021 [İnternet] ISO - International Organization for Standardization. Erişim: <https://www.iso.org/obp/ui/%23iso:std:iso-astm:52900:ed-1:v1:en>. (Erişim tarihi 09.02.2025)
- 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.
- Jawahar, A., & Maragathavalli, G. (2019). Applications of 3D printing in dentistry—a review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(5), 1670-1675.
- Jheon, A. H., Oberoi, S., Solem, R. C., & Kapila, S. (2017). Moving towards precision orthodontics: An evolving paradigm shift in the planning and delivery of customized orthodontic therapy. *Orthodontics & craniofacial research*, 20 Suppl 1, 106–113.
- Kasper, F. K., Ghivizzani, M. M., & Chiquet, B. T. (2019). Emerging applications of 3D printing in nasoalveolar molding therapy: a narrative review. *Journal of 3D Printing in Medicine*, 3(4), 195-208.
- Kaur, I., & Datta, K. (2006). CEREC-The power of technology. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 6(3), 115-119.
- Kaushik, N., Srivastava, N., Rana, V., Pruthi, T., & Kaur, N. (2024). 3 D Printing: Its Applications in Pediatric Dentistry Practice. *People's Journal of Scientific Research*, 17(2), 1-8.
- Kfir, A., Telishevsky-Strauss, Y., Leitner, A., & Metzger, Z. (2013). The diagnosis and conservative treatment of a complex type 3 dens invaginatus using cone beam computed tomography (CBCT) and 3D plastic models. *International endodontic journal*, 46(3), 275–288.
- Khanna, S., Rao, D., Panwar, S., Pawar, B. A., & Ameen, S. (2021). 3D Printed Band and Loop Space Maintainer: A Digital Game Changer in Preventive Orthodontics. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 45(3), 147–151.
- Kühl, S., Payer, M., Zitzmann, N. U., Lambrecht, J. T., & Filippi, A. (2015). Technical accuracy of printed surgical templates for guided implant surgery with the coDiagnostiX™ software. *Clinical implant dentistry and related research*, 17 Suppl 1, e177–e182.
- Lee, S. (2016). Prospect for 3D printing technology in medical, dental, and pediatric dental field. *Journal of the Korean academy of pediatric dentistry*, 43(1), 93-108.
- Lee, A. Y., Patel, N. A., Kurtz, K., Edelman, M., Koral, K., Kamdar, D., & Goldstein, T. (2019). The use of 3D printing in shared decision making for a juvenile aggressive ossifying fibroma in a pediatric patient. *American journal of otolaryngology*, 40(5), 779–782.
- Lonic, D., Sundoro, A., Lin, H. H., Lin, P. J., & Lo, L. J. (2017). Selection of a horizontal reference plane in 3D evaluation: Identifying facial asymmetry and occlusal cant in orthognathic surgery planning. *Scientific reports*, 7(1), 2157.
- Marty, M., Broutin, A., Vergnes, J. N., & Vaysse, F. (2019). Comparison of student's perceptions between 3D printed models versus series models in paediatric dentistry hands-on session. *European journal of dental education : official journal of the Association for Dental Education in Europe*, 23(1), 68–72.

- Mello, B. Z., Fernandes, V. M., Carrara, C. F., Machado, M. A., Garib, D. G., & Oliveira, T. M. (2013). Evaluation of the intercanine distance in newborns with cleft lip and palate using 3D digital casts. *Journal of applied oral science : revista FOB*, 21(5), 437–442.
- 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*, 32(2), 182–192.
- Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental materials journal*, 28(1), 44–56.
- Neha, N., Somasundaram, J., Maiti, S., & Jessy, P. (2020). 3D printing-a new dimension in dentistry. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(1), 1482-1497.
- Nesic, D., Schaefer, B. M., Sun, Y., Saulacic, N., & Sailer, I. (2020). 3D Printing Approach in Dentistry: The Future for Personalized Oral Soft Tissue Regeneration. *Journal of clinical medicine*, 9(7), 2238.
- Normando D. (2014). 3D Orthodontics - from Verne to Shaw. *Dental press journal of orthodontics*, 19(6), 12–13.
- Oberoi, G., Nitsch, S., Edelmayer, M., Janjić, K., Müller, A. S., & Agis, H. (2018). 3D Printing-Encompassing the Facets of Dentistry. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 6, 172.
- Özbak, B. & Aktaş, N. (2024). Çocuk Diş Hekimliğinde Dijital Ölçü ve Ağız İçi Tarayıcılar. Güncel Pedodonti Çalışmaları V. Ankara: Akademisyen Yayınevi Kitabevi. 199-212.
- Özsoy, K., & Duman, B. (2017). Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 36-48.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Özsürmeli, H. (2019). Dijital Kayıt ve Konvansiyonel Ölçü Yöntemleri ile Üretilen Restorasyonların Marginal ve İnternal Uyumlarının İn Vitro Olarak İncelenmesi, Doktora tezi, *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*.
- Patel, J., Winters, J., & Walters, M. (2019). Intraoral Digital Impression Technique for a Neonate With Bilateral Cleft Lip and Palate. *The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 56(8), 1120–1123.
- Pawar B. A. (2019). Maintenance of space by innovative three-dimensional-printed band and loop space maintainer. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 37(2), 205–208.
- Pillai, S., Upadhyay, A., Khayambashi, P., Farooq, I., Sabri, H., Tarar, M., Lee, K. T., Harb, I., Zhou, S., Wang, Y., & Tran, S. D. (2021). Dental 3D-Printing: Transferring Art from the Laboratories to the Clinics. *Polymers*, 13(1), 157.
- Raicu L, & Marin, D. (2008). Design Aspects in Machine Tools Evolution. *Journal of Proceedings of The International Conference on Manufacturing Systems*, 3: 59-64.

- Raith, S., Vogel, E. P., Anees, N., Keul, C., Güth, J. F., Edelhoff, D., & Fischer, H. (2017). Artificial Neural Networks as a powerful numerical tool to classify specific features of a tooth based on 3D scan data. *Computers in biology and medicine*, 80, 65–76.
- Revilla-León, M., Meyer, M. J., & Özcan, M. (2019). Metal additive manufacturing technologies: literature review of current status and prosthodontic applications. *International journal of computerized dentistry*, 22(1), 55–67.
- Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., Farges, J. C., Fages, M., & Ducret, M. (2017). Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *Journal of healthcare engineering*, 2017, 8427595.
- 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), 2010.
- Shaheen, S. R., Sridevi, E., Sankar, A. S., Krishna, V. S. S., Sridhar, M., & Sankar, K. S. (2023). Contemporary era of Three-dimensional printing in pediatric dentistry: An overview. *Journal of Oral Research and Review*, 15(1), 72-79.
- Tewari, N., Mathur, V. P., & Atif, M. (2019). 3D Printing in Dental Traumatology. *Journal of Japan Association of Dental Traumatology*, 15(1), 11-4.
- Thereza-Bussolaro, C., Lagravère, M., Pacheco-Pereira, C., & Flores-Mir, C. (2020). Development, validation and application of a 3D printed model depicting adenoid hypertrophy in comparison to a Nasoendoscopy. *Head & face medicine*, 16(1), 5.
- Tian, Y., Chen, C., Xu, X., Wang, J., Hou, X., Li, K., Lu, X., Shi, H., Lee, E. S., & Jiang, H. B. (2021). A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning*, 2021, 9950131.
- Türk, A. G., Çömlekoğlu, M. D., & Çömlekoğlu, M. E. (2022). Eklemeli Bilgisayar Destekli Üretim Yöntemleri. *Journal of Ege University School of Dentistry/Ege Üniversitesi Dis Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 43.
- 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.
- Xia, J., Li, Y., Cai, D., Shi, X., Zhao, S., Jiang, Q., & Yang, X. (2018). Direct resin composite restoration of maxillary central incisors using a 3D-printed template: two clinical cases. *BMC oral health*, 18(1), 158.
- Wang, Y., & Qi, H. (2020). Perfect combination of the expanded flap and 3D printing technology in reconstructing a child's craniofacial region. *Head & face medicine*, 16(1), 3.
- Zhang, J., Yang, Y., Han, X., Lan, T., Bi, F., Qiao, X., & Guo, W. (2021). The application of a new clear removable appliance with an occlusal splint in early anterior crossbite. *BMC oral health*, 21(1), 36.
- Zehnder, M. S., Connert, T., Weiger, R., Krastl, G., & Kühl, S. (2016). Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. *International endodontic journal*, 49(10), 966–972.

BÖLÜM 3

İMMATÜR DAİMİ DİŞLERDE ENDODONTİK TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Büşra GÜNGÖR IŞIK¹ , Necibe Damla ŞAHİN²

¹ Araştırma Görevlisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Tokat, mail: busragr05@gmail.com , ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2424-3609>

² Doktor Öğretim Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Tokat, mail: ndkanboz@hotmail.com , ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0609-1612>

GİRİŞ

İmmatür daimi dişlerdeki endodontik tedaviler, çocuk diş hekimliği pratiğinde en karmaşık ve titizlik gerektiren klinik durumlardan birini temsil eder (Murray, 2022). Daimi dişlerin sürmesinden sonraki üç yıllık süreçte kök gelişimi tamamlanır ve apeks kapanması gerçekleşir. Bu dönemde meydana gelen travmatik yaralanmalar veya derin çürükler sonucu pulpa dokusunun hasar görmesi, kök gelişimini tehlikeye atan ciddi bir komplikasyon olarak karşımıza çıkmaktadır (Ricucci et al., 2017).

Epidemiyolojik veriler, dental travmanın çocuklarda ne denli yaygın bir sorun olduğunu gözler önüne sermektedir. Okul öncesi dönemdeki çocukların %15'i, okul çağındaki çocukların ise %20-25'i dental travma yaşamaktadır (Sulieman & Awooda, 2018). Özellikle 7-12 yaş arası erkek çocuklar en yüksek risk grubunu oluşturmakta, düşme, spor yaralanmaları ve bisiklet kazaları başlıca nedenler arasında yer almaktadır (Sulieman & Awooda, 2018). Maksiller santral kesici dişler travmalardan en sık etkilenen dişler olup, tüm dental travmaların %66,7-88,8'ini oluşturmaktadır (Laforgia vd., 2025). Bu veriler, immatür dişlerdeki endodontik tedavilerin klinik önemini ve sıklığını açıkça ortaya koymaktadır.

İmmatür dişlerin tedavisindeki en büyük zorluk, tamamlanmamış kök gelişimi, ince dentin duvarları ve geniş apeks açıklığından kaynaklanmaktadır (Harlamb, 2016). Geleneksel endodontik tedavi yaklaşımları bu dişlerde sınırlı başarı göstermekte, özellikle pulpa nekrozu gelişmiş dişlerde kök kanalının mekanik olarak prepare edilmesi ve etkili bir şekilde kapatılması teknik açıdan oldukça zorlu olmaktadır (Chrepa et al., 2020). Son yıllarda rejeneratif endodontik prosedürler ve biyoseramik materyallerdeki gelişmeler, immatür dişlerin tedavisinde paradigma değişimine yol açmış ve bu dişlerin uzun dönem prognozunu önemli ölçüde iyileştirmiştir (Neha et al., 2011). Bu bölümde, immatür daimi dişlerdeki endodontik tedavi seçenekleri güncel literatür ışığında kapsamlı bir şekilde ele alınacak, vital pulpa tedavilerinden rejeneratif yaklaşımlara kadar tüm tedavi modaliteleri, endikasyonları, klinik protokolleri ve başarı kriterleriyle birlikte detaylı olarak incelenecektir.

İMMATÜR DAİMİ DİŞLERİN HİSTOLOJİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

İmmatür daimi dişlerin histolojik ve morfolojik özellikleri, tedavi yaklaşımlarının belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Kök gelişimi, Nolla sınıflamasına göre aşamalı olarak gerçekleşir ve apeks kapanmasının tamamlanması genellikle dişin sürmesinden sonraki üç yıl içinde gerçekleşir. Bu dönemde dişler, özel anatomik ve biyolojik özellikler sergilerler (Chauhan vd., 2025).

Kök Gelişim Aşamaları ve Klinik Önemi

İmmatür dişlerin kök yapıları, gelişim aşamasına göre iki ana kategoride değerlendirilir. "Huni şeklinde apeks" olarak tanımlanan durumda, kök kanalı apikal bölgeye doğru genişler, huni şeklinde bir apeks oluşur ve tipik olarak apikal çap koronal çaptan daha geniştir. Diğer durumda ise kök duvarları paralel veya hafif konverjan seyreder (Chauhan vd., 2025). Bu anatomik farklılıklar, tedavi protokollerinin belirlenmesinde doğrudan etkilidir. Kök gelişim aşaması, tedavi sonrası prognoz üzerinde belirleyici bir role sahiptir (Chauhan vd., 2025). Wikström vd. (2024) tarafından yapılan 20 yıllık uzun dönem takip çalışması, kök gelişim aşamasının tedavi başarısı için kritik bir faktör olduğunu göstermiştir. Çalışmada, apeksifikasyon tedavisi uygulanan dişlerde kalsiyum hidroksit ile ortalama sağkalım süresi 10 yıl iken, MTA ile bu süre 16,1 yıla ulaşmıştır. İntrüzyon yaralanmalarında ortalama sağkalım 12,5 yıl, lüksasyon yaralanmalarında ise 15,5 yıl olarak bulunmuştur.

Dentin Duvarı İnceliği ve Kırılgnalık

İmmatür dişlerin en önemli yapısal zayıflığı, özellikle servikal bölgedeki ince dentin duvarlarıdır. Genç daimi dişlerin pulpa dokusunda daha az peritübüler ve sekonder dentin bulunması, dentin geçirgenliğinin yüksek olmasına neden olur (Zhang vd., 2024). Bu durum, enflamatuar süreçlerin daha hızlı yayılmasına ve pulpa cevabının daha belirgin olmasına yol açar. (Chotvorarak et al., 2024)), immatür travmatize anterior dişlerde MTA apeksifikasyonu sonrası güçlendirme yöntemlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kök dentin kalınlığının kırılma direnci üzerinde kritik bir faktör olduğunu göstermişlerdir. MTA apeksifikasyonunun yüksek başarı oranına rağmen kök kalınlığı gelişimini önemli ölçüde indüklediği, orta ve geç evre kök formasyonuna sahip immatür köklerin servikal kök kırılmasına karşı savunmasız kaldığı bildirilmiştir (Linsuwanont et al., 2018). Eksternal kök rezorpsiyonunun varlığı kırılma riskini daha da artırmaktadır (Chotvorarak et al., 2024).

Apeks Açıklığı ve Tedavi Zorlukları

Geniş apeks açıklığı, immatür dişlerin tedavisinde üç temel zorluk yaratır. İlk olarak, mekanik preparasyon sırasında ince kök duvarlarına zarar verme riski yüksektir. İkinci olarak, apikal bölgede konik kök kanalı yapısının olmaması nedeniyle etkili bir apikal tıkama elde etmek teknik açıdan zordur. Üçüncü olarak, kanal dezenfeksiyonu geleneksel irrigasyon teknikleriyle sınırlı kalmaktadır (Chauhan vd., 2025). Bu anatomik zorluklar, immatür dişlerde minimal enstrümantasyon prensibinin benimsenmesini zorunlu kılmıştır. Güncel tedavi protokolleri, mekanik preparasyonu minimize ederek kimyasal dezenfeksiyona odaklanmakta ve apikal bölgede biyolojik bariyer oluşumunu desteklemeyi amaçlamaktadır (Wei et al., 2022).

Pulpa Dokusunun Rejeneratif Kapasitesi

İmmatür dişlerin en önemli avantajı, yüksek rejeneratif kapasiteye sahip pulpa dokusu özellikleridir. Apikal papilladan kaynaklanan kök hücrelerin önemli proliferatif kapasiteye sahip olması, apikal periodontitisli enfekte immatür daimi dişlerde bile hayatta kalabilmesi, bu dişlerin biyolojik tedavi potansiyelini artırmaktadır (Wei vd., 2022). Geniş apikal foramen üzerinden zengin kan desteği, pulpa-dentin kompleksinin rejenerasyonu için fizyolojik temel oluşturmakta ve rejeneratif yaklaşımları geleneksel endodontik tedaviye göre tercih edilebilir kılmaktadır (Fiegler-Rudol et al., 2025).

TANI VE TEDAVİ PLANLAMASINDA KRİTİK FAKTÖRLER

İmmatür dişlerde doğru tanı ve uygun tedavi planlaması, uzun dönem başarı için kritik öneme sahiptir. Pulpa vitalitesinin doğru değerlendirilmesi, kök gelişim aşamasının belirlenmesi ve radyografik inceleme, tedavi kararının temelini oluşturur (Ben-Simhon et al., 2025).

Pulpa Vitalite Testlerinin Güvenilirliği

İmmatür daimi dişlerde pulpa vitalitesinin değerlendirilmesi, tam gelişmiş dişlere göre daha karmaşıktır. Geleneksel duyarlılık testleri, immatür dişlerde sınırlı güvenilirliğe sahiptir (Molaasadolah et al., 2022). Çağırır Dindaroğlu ve Özay Güngör (2024) tarafından yapılan klinik çalışmada, pulse oksimetre, elektrikli pulpa testi ve soğuk testlerinin doğruluk oranı %100 olarak bulunmuştur. Ancak çalışma, immatür ve matür dişler arasında önemli farklılıklar ortaya koymuştur. İmmatür dişlerde oksijen saturasyonu değerleri matür dişlere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. İğna vd. (2022), çocuk diş hekimliğinde dental pulpa test yöntemlerini değerlendirdikleri sistematik derlemede, vitalite testlerinin immatür dişlerde duyarlılık testlerine göre üstün olduğunu bildirmişlerdir. Elektrikli pulpa testinin immatür daimi dişlerde güvenilir olmadığı, bunun nedeni olarak tam gelişmemiş sinir terminallerinin gösterildiği vurgulanmıştır. Soğuk pulpa testi için karbondioksit karı veya soğutucu spreyleyin

elektrikli pulpa testine göre daha güvenilir olduğu, ancak vitalite testlerinin ilk seçenek, termal testlerin ikinci seçenek olarak kullanılması önerilmiştir.

Radyografik Değerlendirme Teknikleri

Radyografik inceleme, immatür dişlerde tanı ve tedavi planlamasının vazgeçilmez unsurudur (Flake et al., 2014). Konvansiyonel periapikal radyograflar, kök gelişim aşamasının, apikal çapın ve periapikal patolojilerin değerlendirilmesinde temel bilgi sağlar. Ancak iki boyutlu görüntüleme, kompleks kök kanalı anatomisini ve periradiküler lezyonların gerçek boyutunu tam olarak yansıtmakta yetersiz kalabilir (Alcebiades et al., 2025). Patel vd. (2019) tarafından yapılan kapsamlı literatür incelemesinde, konik ışınli bilgisayarlı tomografinin iki boyutlu konvansiyonel radyografiye göre üstün üç boyutlu görüntüleme sağladığı vurgulanmıştır. Avrupa Endodonti Derneği ve Amerikan Endodonti Derneği bildirgeleri, konik ışınli bilgisayarlı tomografinin klinik ihtiyaca dayalı seçici kullanımını desteklemektedir (Patel et al., 2025).

Tedavi Yol Haritasının Belirlenmesi

Tedavi kararı, pulpa vitalitesi, kök gelişim aşaması, periapikal patolojinin varlığı ve hastaya özgü faktörlerin dikkatli değerlendirilmesiyle verilir. Murray (2022), rejeneratif endodontik, apeksogenezis, apeksifikasyon ve diğer endodontik tedavilerin seçimi için kapsamlı bir kılavuz sunmuştur. Vital pulpa varlığında apeksogenezis ile pulpanın canlılığı korunarak kök gelişiminin devamı sağlanır. Parsiyel pulpotominin uzun dönem başarısı %93'ün üzerindedir. Başarı, sıkı vaka seçimi ve uygun tekniğe bağlıdır. Nekrotik pulpa varlığında ise tedavi seçenekleri apeksifikasyon veya rejeneratif endodontik prosedürlerdir. Amerikan Endodonti Derneği ve Avrupa Endodonti Derneği kılavuzları, rejeneratif yaklaşımların immatür nekrotik dişlerde tercih edilebilir olduğunu vurgulamaktadır (Chan et al., 2017).

VİTAL PULPA TEDAVİLERİ: APEKSOGENEZİS

Apeksogenezis, vital pulpa dokusunun korunarak kök gelişiminin fizyolojik olarak devam ettirilmesini amaçlayan tedavi yaklaşımıdır. Bu yöntem, pulpa vitalitesinin korunduğu durumlarda altın standart tedavi olarak kabul edilmektedir (Shanady et al., 2025).

Apeksogenezis, pulpa dokusunun rejeneratif kapasitesinden yararlanarak kök gelişiminin tamamlanmasını sağlar. Vital radiküler pulpa dokusunun korunması, Hertwig epitelyal kök kılıfının fonksiyonunu sürdürmesine olanak tanır ve dentinogenezis ile sementogenezis devam eder. Bu süreç, kök boyunun uzamasını, dentin duvar kalınlığının artmasını ve apeksin fizyolojik olarak kapanmasını sağlar (Murray, 2022). Abo Shanady ve ark. (2025), genç daimi molar dişlerde MTA ve insan kaynaklı dentin matriksi ile apeksogenezis tedavisini değerlendirdikleri randomize kontrollü çalışmalarında, 6-8 yaş arası 20 çocukta 40 diş 18 ay takip etmişlerdir. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi değerlendirmesi ile yapılan klinik ve radyografik incelemelerde her iki materyalin de yüksek klinik başarı oranları gösterdiği bildirilmiştir.

Apeksogenezis tedavisinin başarısı için doğru vaka seçimi gereklidir. Primer endikasyonlar vital pulpa varlığı, derin çürük veya travmatik pulpa ekspozu, reversibl veya erken irreversibl pulpitis bulguları, hasta ve ebeveyn uyumudur (Murray, 2022). Kontrendikasyonlar ise pulpa nekrozu bulguları, periradiküler patoloji varlığı, spontan şiddetli ağrı, fistül veya şişlik, patolojik mobilité olarak sıralanabilir (Shabahang, 2013).

Saxena vd. (2022) tarafından yapılan sistematik derleme ve meta-analizde, genç daimi dişlerde pulpal tutulum yönetimi için tedavi protokolleri değerlendirilmiştir. MTA ve Biodentin'in apeksogenezis için kalsiyum hidroksit'ten daha yüksek başarı oranları gösterdiği bildirilmiştir. MTA için 18 aylık klinik başarı oranları %91-100 arasında bulunmuştur. Başarı,

materyallerin biyouyumluluğuna, rezorbe olmayan özelliklerine ve doku rejenerasyonu indüksiyonuna bağlanmıştır. Zhang vd. (2024), irreversibl pulpitisli immatür daimi dişlerde pulpotomi tedavisini retrospektif olarak değerlendirdikleri vaka serisi çalışmasında, başarılı tedavi edilen dişlerin %71,4'ünde dentin köprüsü oluşumu gözlemlenmiştir.

Direkt Pulpa Kaplaması Ve Parsiyel Pulpotomi

Direkt pulpa kaplaması ve parsiyel pulpotomi, minimal invaziv vital pulpa tedavisi yaklaşımlarıdır. Bu yöntemler, pulpa ekspozu olan ancak genel olarak sağlıklı pulpa dokusuna sahip dişlerde uygulanır (Taha et al., 2025).

Direkt Pulpa Kaplaması

Direkt pulpa kaplaması, açığa çıkan canlı pulpa dokusunun üzerine doğrudan bir dental biyomateryal yerleştirilerek pulpanın iyileşmesini ve mineralize doku bariyerinin oluşmasını teşvik etmeyi amaçlayan bir tedavi yöntemidir (Islam et al., 2023). Bu işlem, pulpanın enfeksiyon ve iltihaptan arındırılarak korunmasını sağlar ve daha kapsamlı tedavilere gerek kalmadan dişin canlılığını sürdürmesine olanak tanır. Mineralize doku bariyerinin oluşumu, pulpa iltihabının önemli ölçüde azalmasıyla mümkün olur ve bu bariyer, pulpayı mikrobiyal istilaya karşı korur (Komabayashi et al., 2016). Cushley vd. (2021), çürük ekspoz pulpalarda direkt pulpa kaplamasının etkinliğini değerlendirdikleri sistematik derleme ve meta-analizde, kalsiyum hidroksit, MTA ve Biodentin'i karşılaştırmışlardır. Kalsiyum hidroksit için başarı oranları 6 ayda %74, 1 yılda %65, 2-3 yılda %59, 4-5 yılda %56 olarak bulunmuştur. MTA için 6 ayda %91, 1 yılda %86, 2-3 yılda %84, 4-5 yılda %81 başarı oranları elde edilmiştir. Biodentin için ise 6 ayda %96, 1 yılda %86, 2-3 yılda %86 başarı gösterilmiştir. Meta-analiz sonuçları, MTA'nın 1 yıllık takipte kalsiyum hidroksit'e üstünlüğünü göstermiştir. MTA ve Biodentin arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Parsiyel Pulpotomi: Endikasyonlar ve Klinik Protokol

Parsiyel pulpotomi, travmatik pulpa ekspozunda en sık uygulanan vital pulpa tedavisidir. Tekniğin temeli, yüzeysel enflame pulpa dokusunun uzaklaştırılmasıdır (Matoug-Elwerfelli et al., 2022). Bimstein vd. (2016), parsiyel pulpotomiyi güncelleyerek sunmuşlardır. Çalışmalarında, daimi dişlerde başarı oranının %87,5-100 arasında olduğu bildirilmiştir. Kritik bulgu, travma ile tedavi arasındaki sürenin ve ekspoz boyutunun enflame yüzeysel pulpa dokusunun uzaklaştırılması koşuluyla kritik olmadığıdır. Uesrichai vd. (2019), 6-18 yaşındaki hastalarda irreversibl pulpitis belirtileri gösteren daimi dişlerde iki biyoaktif siman ile parsiyel pulpotomi uygulamışlar ve 3-4,5 yıllık takip sonuçlarını sunmuşlardır. Klinik başarı MTA için %85, Biodentin için %90; radyografik başarı MTA için %92, Biodentin için %100 olarak bulunmuştur.

Total Pulpotomi

Total pulpotomi, tüm koronal pulpa dokusunun uzaklaştırılarak radiküler pulpa dokusunun korunması esasına dayanır. Bu yaklaşım, özellikle geniş pulpa ekspozu veya yaygın koronal pulpa enflamasyonu olan durumlarda endikedir (Zhang et al., 2025).

Li vd. (2024), matür daimi dişlerde irreversibl pulpitis yönetiminde pulpotominin etkinliğini değerlendirdikleri sistematik derleme ve meta-analizde, 15 randomize kontrollü çalışma ve 8 tek kollu çalışmayı dahil etmişlerdir. 24 aydan uzun takip süresi olan çalışmalarda, klinik başarı %92,9, radyografik başarı %78,5 olarak bulunmuştur. Pulpotomi ile nonsurgical kök kanalı tedavisi arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Zhang vd. (2025), Çin Stomatoloji Derneği uzmanlarının konsensüsü olarak matür daimi dişlerde pulpitis yönetiminde pulpotomi konusunu ele almışlardır. Birden fazla sistematik derlemede klinik başarının %92,2-99,4,

radyografik başarının %78,2-80,6 olduğu gösterilmiştir. Hemostaz süresi 5-10 dakika, materyal kalınlığı 1,5mm'den fazla biyoseramik materyal olarak önerilmiştir.

Abuelniel vd. (2020), travmatize immatür anterior dişlerde pulpotomi için MTA ve Biodentin'i karşılaştırdıkları randomize klinik çalışmada, 8-14 yaş arası 50 travmatize immatür anterior dişi 18 ay takip etmişlerdir. Her iki grupta da klinik başarı %100 olarak bulunmuştur. Ancak renk değişimi MTA grubunda anlamlı derecede daha yaygındır. Her iki materyal de devam eden kök oluşumu ve dentin köprüsü formasyonu göstermiştir. Chen vd. (2019), immatür daimi dişlerde pulpotomi materyallerini değerlendirdikleri sistematik derleme ve meta-analizde, 5 randomize kontrollü çalışmayı dahil etmişlerdir. MTA ile kalsiyum hidroksit karşılaştırmasında 6 ve 12 ayda anlamlı fark bulunmamıştır. MTA ile CEM ve PRF karşılaştırmalarında her iki grupta da yüksek başarı oranları elde edilmiştir.

NEKROTİK İMMATÜR DİŞLERDE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Nekrotik immatür dişler, çocuk diş hekimliği pratiğinde en zorlayıcı klinik durumlardan birini temsil eder. Pulpa nekrozu gelişmiş, kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde hem enfeksiyonun kontrol altına alınması hem de kök gelişiminin desteklenmesi gerekir (Wikström et al., 2024).

Nekrotik immatür dişlerin tedavisindeki temel zorluklar ince ve kırılgan dentin duvarları nedeniyle mekanik preparasyon riski, geniş apeks açıklığı nedeniyle etkili irrigasyon ve apikal tıkama sağlanmasındaki güçlükler, bakteriyel enfeksiyonun tam olarak elimine edilmesi zorluğu, kök gelişiminin durması ve tamamlanamamasıdır (Wigler et al., 2013). Alqahtani vd. (2024), 2003-2022 yılları arasında 2400 çocuk ve adolesanı taradıkları retrospektif kohort çalışmada, apeksifikasyonun uzun dönem sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Kalsiyum hidroksit apeksifikasyonunda ortalama sağkalım 10 yıl, MTA apeksifikasyonunda 16,1 yıl olarak bulunmuştur. Kalsiyum hidroksit apeksifikasyonu, MTA'ya göre çok daha yüksek erken diş kaybı riskine sahiptir. Prognostik faktörler olarak kalsiyum hidroksit apeksifikasyonu, avulsiyon yaralanmaları ve postoperatif periapikal indeks skorunun diş sağkalımını olumsuz etkilediği gösterilmiştir.

İmmatür dişlerde enfeksiyon kontrolü, ince dentin duvarlarına zarar vermeden etkili dezenfeksiyon sağlanması prensibi ile minimal enstrümantasyon stratejisine dayanır. Güncel protokoller, kimyasal dezenfeksiyona odaklanmakta, mekanik preparasyonu minimize etmektedir (Fouad & Verma, 2014). Kimyasal dezenfeksiyon için %1,5 sodyum hipoklorit immatür dişler için tercih edilmektedir. Bu düşük konsantrasyon, kök hücre toksisitesini minimize eder. Final irrigasyon olarak %17 EDTA önerilmektedir (Nagata et al., 2014). Ultrasonik aktivasyon, üç boyutlu kanal temizliği için önerilmektedir (Chauhan vd., 2025). İntrakanal medikament olarak kalsiyum hidroksit antimikrobiyal etki gösterir ve osteoinduktif özelliklere sahiptir. Üçlü antibiyotik patı etkilidir ancak renklendirmeye neden olur. Önerilen konsantrasyon 0,01-0,1 mg/mL olup, bu konsantrasyonda antibakteriyel etkinlik korunurken kök hücre toksisitesi minimize edilmektedir (Arruda et al., 2018; Jamshidi et al., 2021).

Geleneksel Apeksifikasyon Yöntemleri

Geleneksel apeksifikasyon, kalsiyum hidroksit kullanılarak apikal bölgede kalsifiye bariyer oluşumunun sağlanması esasına dayanır. Bu yöntem, on yıllar boyunca nekrotik immatür dişlerin tedavisinde standart yaklaşım olmuştur (Rather et al., 2022).

Chauhan vd. (2025), apeksifikasyonun mevcut durumu ve gelecek yönlerini kapsamlı olarak sunmuşlardır. Geleneksel kalsiyum hidroksit apeksifikasyon protokolünde tedavi süresi 6-24 ay olup, bazı vakalarda 4 yıla kadar uzayabilir. Kalsiyum hidroksit değişim sıklığı her 3-6 ayda bir önerilmektedir. Başarı oranları çalışmalarda %74-100 arasında bildirilmiştir. Avantajları düşük maliyet, uzun dönem klinik deneyim, osteoinduktif özellikler ve biyouyumluluktur.

Dezavantajları ise uzun tedavi süresi, çoklu seans gerekliliği, hasta uyumu sorunları, geçici restorasyon başarısızlığı riski, reenfeksiyon olasılığı ve dentin zayıflamasıdır (Chauhan et al., 2025).

Wikström vd. (2021), pulpa nekrozu ve apikal periodontitisli immatür daimi dişlerde en iyi uzun dönem tedavi modalitesini sorguladıkları kapsamlı derlemede, servikal kök kırılması verilerini detaylı olarak incelemişlerdir. En düşük kök gelişim aşamasında kırılma oranı %77 iken, en gelişmiş aşamada %28'dir. Mekanizma, kalsiyum hidroksit'in alkalitesinin dentin yapısını etkileyerek dentini zayıflatmasıdır. Çalışmalar, kalsiyum hidroksit kullanımının 1 aydan uzun sürmesiyle mekanik dirençte sürekli azalma göstermektedir. Tedavi süresi tipik olarak 6-24 ay olup, 4 yıla kadar uzayabilmektedir. Uyum sorunları ciddi bir problemdir: yüksek bırakma oranları, geçici restorasyon başarısızlıkları ve reenfeksiyon riski bulunmaktadır (Valera et al., 2015; Yassen & Platt, 2013; Zarei et al., 2013).

Apikal Bariyer Yöntemi

Apikal bariyer tekniği, MTA veya Biodentin gibi biyoseramik materyallerin apikalde 3-5mm kalınlığında bir bariyer oluşturmak için kullanılmasıyla tek seansta apeksifikasyon sağlanmasını amaçlar (Lin et al., 2016). Bu yaklaşım, geleneksel kalsiyum hidroksit apeksifikasyonunun dezavantajlarını ortadan kaldırmayı hedefler (Damle et al., 2012). Baranwal vd. (2014), nekrotik pulpalı ve immatür apeksli dişlerde apikal bariyer olarak MTA'nın 10 yıllık sonuçlarını sunmuşlardır. 2001-2011 yılları arasında nekrotik pulpa ve periapikal lezyonlu 17 tek köklü immatür diş tedavi edilmiştir. 10 yıllık takipte başarı oranı %93,75 olarak bulunmuştur; 1 diş longitudinal kök kırılması nedeniyle çekilmiştir. Protokol iki seansı içermektedir: kalsiyum hidroksit ara seans medikamenti ve MTA apikal bariyer oluşturulması. Periapikal indeks skoru değişimleri başlangıç ile 1 yıl arası ve 1 ile 5 yıl arası anlamlı azalma göstermiştir.-Kaur vd. (2017), MTA ve Biodentin'i kapsamlı literatür incelemesi ile karşılaştırmışlardır. Sertleşme süresi MTA için 2 saat 45 dakika, Biodentin için 12 dakika olarak bildirilmiştir.. Manipülasyon açısından MTA zor ve granüler kıvamda iken, Biodentin daha iyi ve macun benzeri kıvamdadır. Biyouyumluluk açısından her ikisi de mükemmel olup, Biodentin karşılaştırılabilir veya üstün biyoaktivite gösterir. Her iki materyal de apatit kristal oluşumu yoluyla iyi marjinal adaptasyon gösterir. Maliyet açısından MTA Biodentin'den daha pahalıdır. Her ikisi de apikal bariyer için uygundur ve 3-4mm kalınlık önerilir.

Tolibah vd. (2022), vital olmayan immatür birinci büyük azı dişlerinde MTA ve Biodentin apeksifikasyon prosedürünü karşılaştırdıkları randomize klinik çalışmada, 24 daimi alt birinci büyük azı dişinin 30 immatür kökünü randomize etmişlerdir. 6 ve 12 aylık periapikal indeks skorlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. 12 ay sonra Biodentin grubunda %26,7 vakada apikal kalsifiye bariyer oluşumu görülürken, MTA grubunda hiç oluşum görülmemiştir. Postoperatif ağrı skorları 1. günde MTA grubunda istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur.

Standart apikal bariyer protokolü üç seanstan oluşur. İlk seansta lastik dam izolasyonu, giriş kavitesi preparasyonu, çalışma boyu belirlenmesi, minimal enstrümantasyon, irrigasyon, kalsiyum hidroksit medikament yerleştirilmesi ve geçici restorasyon yapılır. İkinci seansta 1-2 hafta sonra kalsiyum hidroksit uzaklaştırılması, kanal kurutulması, opsiyonel olarak apekte matriks yerleştirilmesi, MTA veya Biodentin hazırlanması, apikal bariyer yerleştirilmesi, radyografik doğrulama ve geçici restorasyon uygulanır. Üçüncü seansta MTA için 24-72 saat sonra, Biodentin için aynı gün mümkün olmak üzere apikal bariyerin sertleşmesi doğrulanır, kanalın geri kalan kısmının obtürasyonu yapılır ve final koronal restorasyon uygulanır (Matt et al., 2004; Roy et al., 2024).

Rejeneratif Endodontik Prosedürler - Biyolojik Temeller

Rejeneratif endodontik prosedürler, nekrotik immatür dişlerin tedavisinde paradigma değişimine yol açmıştır (Tewari et al., 2024). Bu yaklaşım, apeksifikasyonun aksine kök gelişiminin devam etmesini sağlayarak dişin uzun dönem prognozunu iyileştirmeyi amaçlar (Lin et al., 2017).

Brizuela vd. (2022), endodontikte başarılı rejeneratif tedavi için dört temel direği ele almışlardır: kök hücreler, biyomateryaller, büyüme faktörleri ve bunların sinerjistik etkileşimleri. Hücresiz yaklaşım periapikal dokulardan endojen hücrelere dayanır ve indüklenen kanama fibrin pıhtı destek yapısı oluşturur. Hücre bazlı yaklaşım ise eksojen olarak hazırlanan hücrelerin transplantasyonunu içerir ve in vitro kültür gerektirir. Sinerjistik etkileşimler esansiyel olup, kök hücreler, destek yapı ve büyüme faktörleri birlikte çalışmalıdır. Dentin şartlandırma protokolleri kritik öneme sahiptir. Kan pıhtısı büyüme faktörleri içerir ancak değişkenlik sonuçları etkiler. Trombositten zengin konsantreler daha kontrollü büyüme faktörü salınımı sağlar.

Lin ve Kahler (2017), rejeneratif endodontik yaklaşımları kapsamlı olarak incelemişlerdir. Hücre çağırma ve hücre bazlı yaklaşımlar karşılaştırılmış, endojen kök hücrelerin kemotaksisi için büyüme faktörü dağıtım sistemleri tanımlanmıştır. Histolojik kanıtlar, gerçek pulpa-dentin kompleksi rejenerasyonundan ziyade onarımı göstermektedir. Klinik protokoller, kök hücre nişlerini korumak için minimal enstrümantasyon vurgulamaktadır.

American Association of Endodontists (2021), rejeneratif prosedür için klinik değerlendirmeleri revize etmiştir. Primer hedef semptomların eliminasyonu ve kemik iyileşmesi kanıttır. Sekonder hedef kök duvar kalınlığı ve/veya kök boyu artışıdır. Tersiyer hedef pulpa duyarlılık testine pozitif yanıtıdır. İrrigasyon için %1,5 sodyum hipoklorit, ardından %17 EDTA önerilmektedir. Medikament olarak kalsiyum hidroksit veya düşük konsantrasyon antibiyotik pasta kullanılmalıdır. Bariyer materyali olarak MTA, Biodentin veya alternatif kalsiyum silikat simanı önerilir.

Galler vd. (2016), European Society of Endodontology pozisyon bildirgesinde rejeneratif prosedürleri ele almışlardır. Başarı kriterleri enflamasyon yokluğu, kemik iyileşmesi, kök boyu ve kalınlığında artış, eksternal rezorpsiyon eksikliği, pozitif pulpa duyarlılık testi, yeni periodontal ligament oluşumu ve değişmeyen kron rengini içerir. Primer intrakanal medikament olarak kalsiyum hidroksit önerilmektedir. Büyüme faktörü salınımı için %17 EDTA final irrigasyonu vurgulanmaktadır. Destek yapı olarak kan pıhtısı veya trombositten zengin fibrin önerilmektedir.

Rejeneratif endodontik prosedürlerin standardizasyonu için Amerikan ve Avrupa Endodonti Dernekleri kılavuzlarına dayalı klinik protokoller geliştirilmiştir. Bu protokoller, düşük konsantrasyon irriganlar, uygun intrakanal medikamentler ve kontrollü kan pıhtısı indüksiyonunu içerir (Wei et al., 2022).

Ulusoy vd. (2019), rejeneratif endodontik tedavide destek yapı olarak kan pıhtısı, trombositten zengin plazma, trombositten zengin fibrin ve trombosit peletini prospektif randomize çalışma ile değerlendirmişlerdir. 88 immatür nekrotik kesici diş 4 gruba ayrılmıştır. Klinik sonuçlar tüm gruplar için yüksek başarı göstermiş, aralarında anlamlı fark bulunmamıştır. Radyografik sonuçlarda da gruplar arasında kök gelişimi açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Trombosit konsantrelerinin avantajı, apikal kanama indüksiyonu gerektirmemesidir. Tüm destek yapılar geleneksel yöntemlere göre önemli ölçüde daha az kanal obliterasyonu göstermiştir.

Jiang vd. (2018), rejeneratif endodontik tedavide destek yapı olarak trombositten zengin fibrinin etkinliğini retrospektif kontrollü kohort çalışması ile değerlendirmişlerdir. 5

trombositten zengin fibrin vakası ile 5 kan pıhtısı vakası eşleştirilmiştir. Semptom ve belirti çözümü her iki grupta %100'dür. Kök uzaması, dentin duvar kalınlaşması ve apeks kapanması her iki grupta %80'dir. Trombositten zengin fibrin ile kan pıhtısı arasında klinik sonuçlar, kök gelişimi ve periapikal iyileşme açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Trombositten zengin fibrinin avantajları hazırlanmasının daha kolay olması, otolog olması ve konsantre büyüme faktörleri içermesidir.

Abu Zeid vd. (2021), nekrotik immatür daimi dişlerde rejeneratif endodontik tedavilerin uzun dönem sonuçlarını 8 yıllık takiple prospektif olarak değerlendirmişlerdir. 23 immatür kök 8 yıl takip edilmiştir. 1 ayda klinik başarı %100 olarak bulunmuştur. Preoperatif lezyonu olan tüm dişlerde 6-9 ay içinde periapikal iyileşme görülmüştür. Kök boyunda, dentin duvar kalınlığında anlamlı artış ve apikal kanal çapında anlamlı azalma tespit edilmiştir. Radyografik yanıtlarda tüm vakalarda kök uzaması ile apikal kapanma gözlenmiştir.

Ong vd. (2020), rejeneratif endodontik tedavi sonrası kök gelişimini kantitatif olarak değerlendirdikleri sistematik derleme ve meta-analizde önemli bulgular sunmuşlardır. Genel havuzlanmış oranlar kök uzaması için %77,3, kök kalınlaşması için %90,6, apikal kapanma için %79,1 olarak bulunmuştur. Ancak %20 radyografik değişim eşiği kullanıldığında sadece %16,1 anlamlı kök uzaması, %39,8 anlamlı kök kalınlaşması göstermiştir. Sonuç olarak çoğu vakada bir miktar kök gelişimi görülse de, klinik olarak anlamlı gelişme daha az öngörülebilir.

Allothman vd. (2024), rejeneratif endodontikte güncel teknikleri ve gelecek yönlerini derlemiştir. Gelişen teknolojiler arasında özelleştirilmiş destek yapı için üç boyutlu biyobaskı ve hassas hücresel kontrol için gen terapisi yer almaktadır. Hücresiz rejeneratif yaklaşımlar hücre bazlı yöntemlerle karşılaştırılabilir etkinlik ve azaltılmış immün reddetme riski göstermektedir. İmmünomodülasyon rolünde makrofaj polarizasyonu doku onarımını artırır ve enflamasyonu azaltır. Jelatin metakrilat hidrojelere destek yapı geliştirme için umut vaat etmektedir.

Reis-Prado vd. (2025), rejeneratif endodonti için yeni enjekte edilebilir termosensitif antibiyotikli kitosan hidrojel geliştirmişlerdir. Bu hidrojel oda sıcaklığında enjekte edilebilir, vücut sıcaklığında jelleşir. Sıçan modelinde, bu hidrojel geleneksel çift antibiyotik pastaya göre komplet enfeksiyon eliminasyonu, iyileştirilmiş mineralize doku oluşumu ve artırılmış vaskülarizasyon göstermiştir. Bu yaklaşım hem dezenfektan hem de destek yapı olarak hizmet eden tek intrakanal medikament konseptini temsil etmektedir.

Klinik Ve Radyografik Başarı Kriterleri

Rejeneratif endodontik prosedürlerin başarısının değerlendirilmesi, çok boyutlu kriterleri içerir. Amerikan Endodonti Derneği 2021 kılavuzları, primer, sekonder ve tersiyer hedefler belirleyerek hiyerarşik bir başarı değerlendirme sistemi sunmaktadır (Wei et al., 2022).

Primer hedef klinik semptomların eliminasyonu ve kemik veya periapikal iyileşme kanıtıdır. Başarı oranı %90-94 olarak bildirilmiştir. Sekonder hedef kök duvar kalınlığı artışı ve/veya kök boyu artışıdır. Başarı oranları kök boyu artışı için %76,2, kök genişliği artışı için %79,2, apikal kapanma için %55,4'tür. Tersiyer hedef pulpa duyarlılık testine pozitif yanıt ve vakaların %50-60'ında başarılmaktadır (Kim et al., 2018; Sabeti et al., 2023; Wei et al., 2022).

Zhang vd. (2025), rejeneratif endodontik prosedürler ile geleneksel kök kanalı tedavisinin uzun dönem klinik sonuçlarını karşılaştırdıkları meta-analizde önemli bulgular sunmuşlardır. Rejeneratif prosedürler için başarı oranı %90, kök kanalı tedavisi başarı oranı %89 olarak bulunmuştur. Rejeneratif prosedürler ve kök kanalı tedavisi arasında genel başarıda anlamlı fark bulunmamıştır. Rejeneratif prosedürlerin ek faydaları arasında duyarlılık restorasyonu, immatür dişlerde devam eden kök gelişimi ve %92,4 lezyon iyileşme oranı bulunmaktadır.

Vitali vd. (2025), rejeneratif endodontik prosedürlerin prognozunu etkileyen preoperatif faktörleri sistematik derleme ve meta-analiz ile değerlendirmişlerdir. Başarıyı etkileyen faktörler arasında yaş, apikal çap, diş tipi, etiyoloji ve kök gelişim aşaması yer almaktadır. Genç hastalar daha iyi sonuçlar gösterir. 1 mm ve üzeri apikal çap daha fazla kök gelişimi ile ilişkilidir. Anterior dişler molar dişlerden daha elverişli sonuçlar gösterir. Travma vakaları gelişimsel anomalilerden daha iyi yanıt verir. Erken kök gelişim aşaması en uygun olarak bildirilmiştir.

SONUÇ

İmmatür daimi dişlerdeki endodontik tedaviler, son beş yılda önemli paradigma değişimleri yaşamıştır. Rejeneratif endodontik prosedürler, nekrotik immatür dişlerde sadece periapikal iyileşme değil, aynı zamanda devam eden kök gelişimi sağlama potansiyeli ile tercih edilen tedavi yaklaşımı haline gelmiştir. Primer hedeflerde %90'ı aşan tutarlı başarı oranları elde edilmekle birlikte, sekonder hedeflerdeki başarı daha değişken seyretmektedir.

Vital dişlerde pulpa canlılığının apeksogenezis yoluyla MTA veya Biodentin gibi biyoseramikler kullanılarak korunması, nekrotik dişlerde ise geleneksel apeksifikasyona göre rejeneratif endodontik prosedürlerin tercih edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abo Shanady, N.M., Abo Hamila, N.A., El Maghraby, G.M. ve Ghouraba, R.F. (2025). Tomographic Evaluation of Apexogenesis with Human Treated Dentin Matrix in Young Permanent Molars: A Split-Mouth Randomized Controlled Clinical Trial. *BMC Oral Health*, 25, Article 692. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05997-1>
- Abuelniel, G.M., Duggal, M.S., Duggal, S. ve Kabel, N.R. (2020). A Comparison of MTA and Biodentine as Medicaments for Pulpotomy in Traumatized Anterior Immature Permanent Teeth: A Randomized Clinical Trial. *Dental Traumatology*, 36(6), 627-635. <https://doi.org/10.1111/edt.12580>
- Abu Zeid, S.T., Alamoudi, R.A., Alothmani, O.S., Mokeem Saleh, A.A. ve Siddiqui, A.Y. (2021). A Prospective Study of Long-Term Regenerative Endodontics Outcomes of Necrotic Immature Permanent Teeth: An 8-Year Follow-Up. *Healthcare*, 9(12), Article 1670. <https://doi.org/10.3390/healthcare9121670>
- Alcebiades, G., Santos, G.D., Lopes-Olhê, F., Mazzi-Chaves, J., Sousa-Neto, M. ve Gaêta-Araujo, H. (2025). Assessment of Unfilled and Filled Canals in Mandibular Incisors: Comparison Between Periapical Radiography and Cone-Beam Computed Tomography. *Odontology*. <https://doi.org/10.1007/s10266-025-01174-6>
- Alothman, F.A., Alnasser, A., AlGhamdi, F.M., Alamri, A.A., Hakami, L.S. ve Almutairii, B.M. (2024). Recent Advances in Regenerative Endodontics: A Review of Current Techniques and Future Directions. *Cureus*, 16(12), e75281. <https://doi.org/10.7759/cureus.75281>
- Alqahtani, A., Al-Habib, M., Elshamy, F.M., Kola, M.Z., Saleh, S.A. ve Khalil, H.S. (2024). Outcomes of Apexification in Immature Traumatized Necrotic Teeth and Risk Factors for Premature Tooth Loss: A 20-Year Longitudinal Study. *Dental Traumatology*. <https://doi.org/10.1111/edt.12973>
- American Association of Endodontists. (2021). AAE Clinical Considerations for a Regenerative Procedure. Revised June 29, 2021. <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/ClinicalConsiderationsApprovedByREC062921.pdf> (E.T.: 07.12.2025).
- Arruda, M., Neves, M., Diogenes, A., Mdala, I., Guilherme, B., Siqueira, J. ve Rôças, I. (2018). Infection Control in Teeth with Apical Periodontitis Using a Triple Antibiotic Solution or Calcium Hydroxide with Chlorhexidine: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics*, 44, 1474. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.07.001>
- Baranwal, H.C., Mittal, N. ve Yadav, R.K. (2014). Mineral Trioxide Aggregate as Apical Plug in Teeth with Necrotic Pulp and Immature Apices: A 10-Year Case Series. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1250-1254. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.12.007>
- Ben-Simhon, T., Abu-Ahmad, W., Bronstein-Reinus, M., Kablan, F. ve Slutzky-Goldberg, I. (2025). The Effect of Age and Preoperative Diagnosis on the Outcome of Partial and Cervical Pulpotomies

- in Immature Permanent Teeth. *Clinical Oral Investigations*, 29(5), 258. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06332-2>
- Bimstein, E., Shapira, J., Schonfeld, S.E. ve Der Furst, E. (2016). Cvek Pulpotomy – Revisited. *Dental Traumatology*, 32(6), 438-442. <https://doi.org/10.1111/edt.12297>
- Brizuela, C., Huang, G.T., Diogenes, A., Botero, T. ve Khoury, M. (2022). The Four Pillars for Successful Regenerative Therapy in Endodontics: Stem Cells, Biomaterials, Growth Factors, and Their Synergistic Interactions. *Stem Cells International*, 2022, Article 1580842. <https://doi.org/10.1155/2022/1580842>
- Çağırır Dindaroğlu, F. ve Özay Güngör, N. (2024). Comparison of the Vitality Test with Sensitivity Tests in Mature and Immature Teeth: Clinical Trial. *BMC Oral Health*, 24, Article 613. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04317-3>
- Chan, E., Desmeules, M., Cielecki, M., Dabbagh, B. ve Santos, B.F.D. (2017). Longitudinal Cohort Study of Regenerative Endodontic Treatment for Immature Necrotic Permanent Teeth. *Journal of Endodontics*, 43, 395. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.10.035>
- Chauhan, S., Girdhar, D. ve Tandon, S. (2025). Present Status and Future Directions: Apexification. *World Journal of Clinical Cases*, 15(1), 96923. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v15.i1.96923>
- Chen, Y., Chen, X., Zhang, Y., Zhou, F., Deng, J., Zou, J. ve Wang, Y. (2019). Materials for Pulpotomy in Immature Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Oral Health*, 19(1), 227. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0917-z>
- Chotvorarak, K., Danwittayakorn, S., Banomyong, D. ve Suksaphar, W. (2024). Intraradicular Reinforcement of Traumatized Immature Anterior Teeth After MTA Apexification. *Dental Traumatology*, 40(5), 631-642. <https://doi.org/10.1111/edt.12947>
- Chrepa, V., Joon, R., Austah, O., Diogenes, A., Hargreaves, K., Ezeldeen, M. ve Ruparel, N. (2020). Clinical Outcomes of Immature Teeth Treated with Regenerative Endodontic Procedures-A San Antonio Study. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.04.008>
- Cushley, S., Duncan, H.F., Lappin, M.J., Tomson, P.L., Lundy, F.T., Cooper, P., Clarke, M. ve El Karim, I.A. (2021). Efficacy of Direct Pulp Capping for Management of Cariously Exposed Pulp in Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Endodontic Journal*, 54(4), 556-571. <https://doi.org/10.1111/iej.13449>
- da Costa Vieira, L.C.G., Neves, G.S.T., Amaral, G., de Berredo Pinho, M.A., Dos Santos, A.P.P. ve Dos Reis Perez, C. (2022). Does the Use of Fiber Posts Increase the Fracture Resistance of Simulated Immature Teeth? A Systematic Review. *Odontology*, 110(4), 619-633. <https://doi.org/10.1007/s10266-022-00707-7>
- Damle, S., Bhattal, H. ve Loomba, A. (2012). Apexification of Anterior Teeth: A Comparative Evaluation of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide Paste. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 36(3), 263-268. <https://doi.org/10.17796/jcpd.36.3.02354g044271t152>

- Elnaghy, A. ve Elsaka, S. (2020). Fracture Resistance of Simulated Immature Roots Using Biodentine and Fiber Post Compared with Different Canal-Filling Materials Under Aging Conditions. *Clinical Oral Investigations*, 24(3), 1333-1338. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03014-8>
- Fiegler-Rudol, J., Niemczyk, W., Janik, K., Zawilska, A., Kępa, M. ve Tanasiewicz, M. (2025). How to Deal with Pulpitis: An Overview of New Approaches. *Dentistry Journal*, 13. <https://doi.org/10.3390/dj13010025>
- Flake, N., Gibbs, J., Diogenes, A., Hargreaves, K. ve Khan, A. (2014). A Standardized Novel Method to Measure Radiographic Root Changes After Endodontic Therapy in Immature Teeth. *Journal of Endodontics*, 40(1), 46-50. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.025>
- Fouad, A. ve Verma, P. (2014). Healing After Regenerative Procedures with and Without Pulpal Infection. *Journal of Endodontics*, 40(4 Suppl). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.01.022>
- Galler, K.M., Krastl, G., Simon, S., Van Gorp, G., Meschi, N., Vahedi, B. ve Lambrechts, P. (2016). European Society of Endodontology Position Statement: Revitalization Procedures. *International Endodontic Journal*, 49(8), 717-723. <https://doi.org/10.1111/iej.12629>
- Grosso, E.S., Buttiglieri, L., Meloni, S., Russo, E., Alagna, M., Maltoni, O., Pession, A. ve Poli, F. (2022). Long-Term Outcome of Nonvital Immature Permanent Teeth Treated With Apexification and Corono-Radicular Adhesive Restoration: A Case Series. *Journal of Endodontics*, 48(9), 1159-1168. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.06.006>
- Harlamb, S. (2016). Management of Incompletely Developed Teeth Requiring Root Canal Treatment. *Australian Dental Journal*, 61(Suppl 1), 95-106. <https://doi.org/10.1111/adj.12401>
- Ignă, A., Mircioagă, D., Boariu, M. ve Stratul, ȘI. (2022). A Diagnostic Insight of Dental Pulp Testing Methods in Pediatric Dentistry. *Medicina (Kaunas)*, 58(5), 665. <https://doi.org/10.3390/medicina58050665>
- Islam, R., Islam, M.R.R., Tanaka, T., Alam, M., Ahmed, H. ve Sano, H. (2023). Direct Pulp Capping Procedures – Evidence and Practice. *The Japanese Dental Science Review*, 59, 48-61. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2023.02.002>
- Jamshidi, D., Ansari, M. ve Gheibi, N. (2021). Cytotoxicity and Genotoxicity of Calcium Hydroxide and Two Antibiotic Pastes on Human Stem Cells of The Apical Papilla. *European Endodontic Journal*, 6, 303-308. <https://doi.org/10.14744/eej.2021.97658>
- Jiang, X., Liu, H., Zhou, Y., Gong, L., Zhang, C., Chen, J. ve Peng, C. (2018). The Efficacy of Platelet-Rich Fibrin as a Scaffold in Regenerative Endodontic Treatment: A Retrospective Controlled Cohort Study. *BMC Oral Health*, 18, Article 139. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0598-z>
- Kaur, M., Singh, H., Dhillon, J.S., Batra, M. ve Saini, M. (2017). MTA Versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(8), ZG01-ZG05. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/26154.10374>

- Kim, S., Malek, M., Sigurdsson, A., Lin, L. ve Kahler, B. (2018). Regenerative Endodontics: A Comprehensive Review. *International Endodontic Journal*, 51, 1367. <https://doi.org/10.1111/iej.12954>
- Komabayashi, T., Zhu, Q., Eberhart, R. ve Imai, Y. (2016). Current Status of Direct Pulp-Capping Materials for Permanent Teeth. *Dental Materials Journal*, 35(1), 1-12. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-013>
- Kostenkova, A., Stefanidou, M., Siudikienė, J. ve Lodienė, G. (2024). Evaluation of Outcomes in Immature Teeth After Revitalization or Apexification Procedures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*, 16(6), e61234. <https://doi.org/10.7759/cureus.61234>
- Laforgia, A., Inchingolo, A.M., Inchingolo, F., Latini, G., Ferrante, L., Capodiferro, S., Trilli, I., Scacco, S., Tartaglia, G.M., Corriero, A., Pede, C.D., Rapone, B., Scarano, A., Nounbissi, S., Dipalma, G. ve Inchingolo, A.D. (2025). Paediatric Dental Trauma: Insights from Epidemiological Studies and Management Recommendations. *BMC Oral Health*, 25(1), Article 6. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05222-5>
- Li, Y., Wang, W., Zeng, Q., Tang, M., Massey, J., Bergeron, B.E., Gu, L. ve Tay, F.R. (2024). Efficacy of Pulpotomy in Managing Irreversible Pulpitis in Mature Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Dentistry*, 144, 104923. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104923>
- Lin, J., Lu, J.-X., Zeng, Q., Zhao, W., Li, W. ve Ling, J. (2016). Comparison of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide for Apexification of Immature Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the Formosan Medical Association*, 115(7), 523-530. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2016.01.010>
- Lin, J., Zeng, Q., Wei, X., Zhao, W., Cui, M., Gu, J., Lu, J.-X., Yang, M. ve Ling, J. (2017). Regenerative Endodontics Versus Apexification in Immature Permanent Teeth with Apical Periodontitis: A Prospective Randomized Controlled Study. *Journal of Endodontics*, 43, 1821. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.06.023>
- Lin, L.M. ve Kahler, B. (2017). A Review of Regenerative Endodontics: Current Protocols and Future Directions. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), S41-S51. <https://doi.org/10.17096/jiufd.53911>
- Linsuwanont, P., Kulvitit, S. ve Santiwong, B. (2018). Reinforcement of Simulated Immature Permanent Teeth After Mineral Trioxide Aggregate Apexification. *Journal of Endodontics*, 44, 163. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.031>
- Matoug-Elwerfelli, M., ElSheshtawy, A., Duggal, M., Tong, H. ve Nazzal, H. (2022). Vital Pulp Treatment for Traumatized Permanent Teeth: A Systematic Review. *International Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/iej.13741>
- Matt, G., Thorpe, J., Strother, J. ve McClanahan, S. (2004). Comparative Study of White and Gray Mineral Trioxide Aggregate (MTA) Simulating a One- or Two-Step Apical Barrier Technique. *Journal of Endodontics*, 30(12), 876-879. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000136213.93171.45>

- Molaasadolah, F., Zargar, N., Bargrizan, M., Akbari, F., Khozestani, P.K., Sabour, S. ve Bakhshi, M. (2022). Comparison of Pulse Oximeter, Cold Test, and Electric Pulp Test for Assessment of Pulp Vitality in Permanent Immature Teeth. *Folia Medica*, 64(1), 134-142. <https://doi.org/10.3897/folmed.64.e66573>
- Murray, P.E. (2022). Review of Guidance for the Selection of Regenerative Endodontics, Apexogenesis, Apexification, Pulpotomy, and Other Endodontic Treatments for Immature Permanent Teeth. *International Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/iej.13809>
- Nagata, J., Soares, A., Souza-Filho, F., Zaia, A., Ferraz, C., Almeida, J. ve Gomes, B. (2014). Microbial Evaluation of Traumatized Teeth Treated with Triple Antibiotic Paste or Calcium Hydroxide with 2% Chlorhexidine Gel in Pulp Revascularization. *Journal of Endodontics*, 40(6), 778-783. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.01.038>
- Neha, K., Kansal, R., Garg, P., Joshi, R., Garg, D. ve Grover, H. (2011). Management of Immature Teeth by Dentin-Pulp Regeneration: A Recent Approach. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 16(7). <https://doi.org/10.4317/medoral.17187>
- Ong, T.K., Lim, G.S., Singh, M. ve Fial, A.V. (2020). Quantitative Assessment of Root Development After Regenerative Endodontic Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Endodontics*, 46(10), 1413-1424. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.06.042>
- Patel, S., Brown, J., Foschi, F., Al-Nuaimi, N. ve Fitton, J. (2025). A Survey of Cone Beam Computed Tomography Use Amongst Endodontic Specialists in the United Kingdom. *International Endodontic Journal*, 58, 787-796. <https://doi.org/10.1111/iej.14203>
- Patel, S., Durack, C., Abella, F., Roig, M., Shemesh, H., Lambrechts, P. ve Lemberg, K. (2019). Cone Beam Computed Tomography in Endodontics – A Review of the Literature. *International Endodontic Journal*, 52(9), 1138-1152. <https://doi.org/10.1111/iej.13115>
- Rather, S., Sidat, S.S. ve Mir, H. (2022). Apexification of an Infected Untreated Immature Tooth with Calplus (Calcium Hydroxide Paste with Iodoform). *Journal of Dental Specialities*. <https://doi.org/10.18231/j.jds.2022.009>
- Ree, M.H. ve Schwartz, R.S. (2017). Long-Term Success of Nonvital, Immature Permanent Incisors Treated With a Mineral Trioxide Aggregate Plug and Adhesive Restorations: A Case Series from a Private Endodontic Practice. *Journal of Endodontics*, 43(8), 1370-1377. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.02.017>
- Reis-Prado, A.H.D., Rahimnejad, M., Dal-Fabbro, R., Münchow, E.A., Silva, G.F., Vasconcellos, A.A. ve Bottino, M.C. (2025). Injectable Thermosensitive Antibiotic-Laden Chitosan Hydrogel for Regenerative Endodontics. *Bioactive Materials*, 46, 406-422. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2024.12.014>
- Ricucci, D., Siqueira, J., Loghin, S. ve Lin, L. (2017). Pulp and Apical Tissue Response to Deep Caries in Immature Teeth: A Histologic and Histobacteriologic Study. *Journal of Dentistry*, 56, 19-32. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.10.005>

- Roy, M., Bailwad, S., Bhatnagar, A., Singh, S., Assiry, A., Mohamed, R., Basha, S., Snigdha, N.T.S. ve Karobari, M. (2024). Evaluation of Microleakage of Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine as Apical Barriers in Simulated Young Permanent Teeth. *BMC Oral Health*, 24. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04817-2>
- Sabeti, M., Ghobrial, D., Zanjir, M., Da Costa, B., Young, Y. ve Azarpazhooh, A. (2023). Treatment Outcomes of Regenerative Endodontic Therapy in Immature Permanent Teeth with Pulpal Necrosis: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *International Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/iej.13999>
- Saxena, N., Hugar, S.M., Soneta, S.P. vd. (2022). Evaluation of the Treatment Protocols in the Management of Pulpally Involved Young Permanent Teeth in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 15(S-1), S103-S113. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2011>
- Shabahang, S. (2013). Treatment Options: Apexogenesis and Apexification. *Journal of Endodontics*, 39(3 Suppl). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.046>
- Sulieman, A.G. ve Awooda, E. (2018). Prevalence of Anterior Dental Trauma and Its Associated Factors among Preschool Children Aged 3–5 Years in Khartoum City, Sudan. *International Journal of Dentistry*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2135381>
- Taha, N., Jaradat, H., Dkmak, A. ve Abidin, I.Z. (2025). Carious Pulp Exposure in Mature Teeth with Reversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial of Direct Pulp Capping and Partial Pulpotomy. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2025.06.019>
- Tang, W., Wu, Y. ve Smales, R.J. (2010). Identifying and Reducing Risks for Potential Fractures in Endodontically Treated Teeth. *Journal of Endodontics*, 36(4), 609-617. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.002>
- Tewari, N., Devi, P., Sampath, S., Mathur, V., Tsilingaridis, G., Wikström, A., Rahul, M. ve Bansal, K. (2024). Comparative Effectiveness of Regenerative Endodontic Treatment Versus Apexification for Necrotic Immature Permanent Teeth With or Without Apical Periodontitis: An Umbrella Review. *Dental Traumatology*. <https://doi.org/10.1111/edt.13028>
- Tolibah, Y.A., Laflouf, M. ve Tolibah, Y.A. (2022). Comparison of MTA Versus Biodentine in Apexification Procedure for Nonvital Immature First Permanent Molars: A Randomized Clinical Trial. *Children*, 9(3), 410. <https://doi.org/10.3390/children9030410>
- Uesrichai, N., Nirunsittirat, A., Chuveera, P., Srisuwan, T., Sastraruji, T. ve Chompu-Inwai, P. (2019). Partial Pulpotomy with Two Bioactive Cements in Permanent Teeth of 6- to 18-Year-Old Patients with Signs and Symptoms Indicative of Irreversible Pulpitis: A Noninferiority Randomized Controlled Trial. *International Endodontic Journal*, 52(6), 749-759. <https://doi.org/10.1111/iej.13071>
- Ulusoy, A.T., Turedi, I., Cimen, M. ve Cehreli, Z.C. (2019). Evaluation of Blood Clot, Platelet-Rich Plasma, Platelet-Rich Fibrin, and Platelet Pellet as Scaffolds in Regenerative Endodontic Treatment:

- A Prospective Randomized Trial. *Journal of Endodontics*, 45(5), 560-566. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.02.022>
- Valera, M., Albuquerque, M., Yamasaki, M., Vassallo, F.N.S., Da Silva, D.A.S.A. ve Nagata, J. (2015). Fracture Resistance of Weakened Bovine Teeth After Long-Term Use of Calcium Hydroxide. *Dental Traumatology*, 31(5), 385-389. <https://doi.org/10.1111/edt.12185>
- Vitali, F.C., Zielinski, V., Ramos, G.P., Bolan, M., Yamaguti, P.M. ve Reyes, A. (2025). Pre-Operative Factors on Prognosis of Regenerative Endodontic Procedures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Endodontic Journal*, 58, 131-148. <https://doi.org/10.1111/iej.70025>
- Wei, X., Yang, M., Yue, L., Huang, D., Zhou, X., Wang, X., Zhang, Q., Qiu, L., Huang, Z., Wang, H., Meng, L., Li, H., Chen, W., Zou, X. ve Ling, J. (2022). Expert Consensus on Regenerative Endodontic Procedures. *International Journal of Oral Science*, 14(1), 55. <https://doi.org/10.1038/s41368-022-00206-z>
- Wigler, R., Kaufman, A., Lin, S., Steinbock, N., Hazan-Molina, H. ve Torneck, C. (2013). Revascularization: A Treatment for Permanent Teeth with Necrotic Pulp and Incomplete Root Development. *Journal of Endodontics*, 39(3), 319-326. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.014>
- Wikström, A., Brundin, M., Lopes, M.F., El Sayed, M. ve Tsilingaridis, G. (2021). What is the Best Long-Term Treatment Modality for Immature Permanent Teeth with Pulp Necrosis and Apical Periodontitis? *European Archives of Paediatric Dentistry*, 22, 311-340. <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00575-1>
- Wikström, A., Brundin, M., Mohmud, A., Anderson, M. ve Tsilingaridis, G. (2024). Outcomes of Apexification in Immature Traumatized Necrotic Teeth and Risk Factors for Premature Tooth Loss: A 20-Year Longitudinal Study. *Dental Traumatology*, 40(7), 863-873. <https://doi.org/10.1111/edt.12995>
- Yassen, G. ve Platt, J. (2013). The Effect of Nonsetting Calcium Hydroxide on Root Fracture and Mechanical Properties of Radicular Dentine: A Systematic Review. *International Endodontic Journal*, 46(2), 112-118. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02121.x>
- Zarei, M., Afkhami, F. ve Poor, Z.M. (2013). Fracture Resistance of Human Root Dentin Exposed to Calcium Hydroxide Intervisit Medication at Various Time Periods: An In Vitro Study. *Dental Traumatology*, 29(2), 156-160. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01158.x>
- Zhang, L., Lin, C., Chen, Z. vd. (2025). Expert Consensus on Pulpotomy in the Management of Mature Permanent Teeth with Pulpitis. *International Journal of Oral Science*, 17(1), 4. <https://doi.org/10.1038/s41368-024-00333-9>
- Zhang, N., Kang, Q. ve Cheng, Y. (2024). Pulpotomy for Teeth with Irreversible Pulpitis in Immature Permanent Teeth: A Retrospective Case Series Study. *Scientific Reports*, 14(1), 6395. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56975-6>

Zhang, Q., Zhang, F. ve Sun, M. (2025). Comparative Success Rates of Regenerative Endodontic Procedures Versus Traditional Root Canal Therapy: A Meta-Analysis of Long-Term Clinical Outcomes. *British Dental Journal*, 238, 83-91. <https://doi.org/10.1038/s41415-025-8816-y>

BÖLÜM 4

ÇOCUK HASTALARA UYGULANAN LOKAL ANESTEZİ TEKNİKLERİ VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

*Beyza GÜNAYDIN¹, Canan BAYRAKTAR NAHİR²,
Necibe Damla ŞAHİN³*

¹ Arş. Gör., Orcid: Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, dtbeyzagunaydin@gmail.com 0009-0007-1459-6748,

² Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, canan.bayraktar@gop.edu.tr Orcid: 0000-0003-1388-1778

³ Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, damla.sahin@gop.edu.tr Orcid: 0000-0003-0609-1612

1. GİRİŞ

Lokal anestezi, sınırlı bir alanda duyu kaybına neden olan geri dönüşümlü sinir iletimi blokajıdır (Ogle & Mahjoubi, 2012). Dental işlemlerin önemli bir bölümü, ağrısız bir tedavi süreci sağlamak amacıyla diş hekimliğinde lokal anestezi altında yapılmaktadır. Klinik işlemler sırasında ağrının önlenmesi, hastanın iş birliğinin sağlanması ve tedavinin sürdürülebilmesi açısından lokal anestezi uygulaması en önemli adımdır. Lokal anestezi uygulaması özellikle çocuk hastalarda ağrı, anksiyete ve korku oluşturan bir işlem olarak görülmektedir (Kulkarni ve ark., 2019). Dental prosedürlerde ağrının kontrol altına alınması, hastanın deneyimlediği korku ve anksiyetenin azalmasını sağlamakta ve hekim-hasta arasındaki güven ilişkisini artırmaktadır ("Guideline on Use of Local Anesthesia for Pediatric Dental Patients," 2015). Bu nedenle, ağrının minimuma indirilebilmesi için kullanılan anestezi tekniklerinin doğru şekilde uygulanması ve uygun lokal anestetik ajanların tercih edilmesi önem taşımaktadır (Yagiela & Malamed, 2009). Ayrıca diş hekiminin, çocuklarda daha az ağrılı bir enjeksiyon sağlamak için yeni cihaz ve tekniklere yönelmesi önemlidir (Carugo ve ark., 2020).

Son zamanlarda; bilgisayar kontrollü lokal anestezi uygulamaları, vibrasyon sistemleri, jet enjeksiyon, elektronik dental anestezi, iyontoforez, lazer analjezi ve sanal gerçeklik gözlükleri gibi birçok yöntem güncel tekniklere ek olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemler çocuk hastalarda umut vadetse de geleneksel yöntemlerle uygulanan enjeksiyonlar lokal anestezi sağlamada ilk sıradaki yerini korumakta ve tekniklerle alakalı daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu kitap bölümünün amacı, çocuk diş hekimliğinde geleneksel yöntem ile uygulanan lokal anesteziye alternatif olabilecek güncel prosedür ve cihazları vurgulamak, avantaj ve dezavantajlarını değerlendirmektir.

2. LOKAL ANESTEZİ

2.1 Lokal Anestezi Tanımı ve Mekanizması

Lokal anestezi, sinir iletiminin geçici olarak bloke edilmesi sonucu vücudun belirli bir bölgesinde duyu kaybının meydana geldiği durumdur. Lokal anestezi sağlamak amacıyla kullanılan kimyasal ajanlar, sinir uyarılarının iletimi için gerekli olan iyonik akımları inhibe ederek nöronal zarları stabilize etmektedir (Ogle & Mahjoubi, 2012).

Sinir hücrelerinde impuls iletimi, aksiyon potansiyellerinin oluşumu ile gerçekleşmektedir. Kimyasal, mekanik, termal veya elektriksel uyarılar sinir membranı ile dış ortam arasındaki sodyum (Na^+) ve Potasyum (K^+) geçirgenliğini değiştirip depolarizasyona sebep olmaktadır. Lokal anestetikler özellikle periferik sinirlerde aksiyon potansiyeli oluşumuna neden olan membran depolarizasyonunu bloke ederek stabilizasyonu sağlamaktadır. En yaygın kabul gören görüşe göre, lokal anestetiklerin çoğu bu blokajı, Na^+ kanallarının iç yüzeyinde yer alan reseptör bölgelerine bağlanarak gerçekleştirmektedir. Bu bağlanma, kanalın aktivasyonunu ve membran depolarizasyonuna bağlı Na^+ geçişini engelleyerek sinir iletimini durdurmaktadır (Scholz, 2002).

2.2. Lokal Anestetiklerin Kimyasal Yapısı

Lokal anestetiklerin yapısında; molekülün lipofilik özelliklerini belirleyip hücre zarından geçişini kolaylaştıran bir aromatik grup (benzen halkası), hidrofilik özelliklerini belirleyip biyolojik ortamda dağılmasını sağlayan amino grup (sekonder veya tersiyer amin) ve lokal

anesteziğin hem lipitte hem de suda çözünen yapılarda bulunmasına izin veren ara zincir olmak üzere üç bölüm bulunmaktadır (Berberoğlu ve ark., 2007).

Lokal anestezikler kimyasal yapılarına göre ester ve amid olmak üzere 2 gruba ayrılırlar ve bu grupları da ara zincirin yapısı belirlemektedir. Ester grubu lokal anestezikler plazmada bulunan psödokolinesteraz tarafından yıkılmaktadırlar ve daha az stabil yapıdadırlar. Yıkım ürünleri para-aminobenzoik asittir (PABA). Bu nedenle de bu grupta alerjik reaksiyonlar daha fazla görölmektedir. Yarı ömürleri 1-5 dk civarındadır. Örnek olarak kokain, plorprokain, prokain, tetrakain gösterilebilir. Amid grubu lokal anestezikler ise karaciğerde mikrozomal enzimler tarafından yıkılmaktadırlar ve daha stabil yapıdadırlar. Alerjik reaksiyonlar nadir olarak gözlenmektedir. Bu nedenle klinikte daha çok amid grubu lokal anestezikler tercih edilmektedir. Yarı ömürleri 2-6 saat civarındadır. Bu gruba ise artikain, lidokain, prilokain, mepivakain, bupivakain, levobupivakain örnek olarak gösterilebilir (Aydın, 2020).

2.3. Diş Hekimliğinde Lokal Anestezi

Dental tedavilerin başarısında en önemli unsurlardan biri, hastanın ağrısının etkin bir şekilde kontrol altına alınarak ağrısız bir tedavi süreci sağlanabilmesidir. Diş hekimliğinde restoratif, pulpal, periodontal, cerrahi işlemler ve diş çekimleri gibi pek çok uygulama ağırlı olabilmektedir. Bu nedenle, dental işlemlerin büyük bir kısmı, hastanın konforunu artırmak ve ağrıyı ortadan kaldırmak amacıyla lokal anestezi altında gerçekleştirilmektedir (Kulkarni ve ark., 2019). Lokal anestezi, özellikle çocuk hastalarda sıklıkla ağrı, endişe ve korku hissine neden olan bir uygulama olarak değerlendirilmektedir (Yagiela & Malamed, 2009). Dental tedavi sürecinde ağrının ortadan kaldırılması, hastanın kaygı düzeyini düşürerek diş hekimiyle kurulan güven duygusunu artırmaktadır ("Guideline on Use of Local Anesthesia for Pediatric Dental Patients," 2015). Bu nedenle diş hekiminin, ağrıyı en aza indirmek için yapılacak tedavinin gerekliliklerine göre doğru anestezi tekniğini seçmesi, bu teknikleri iyi bilmesi ve her birine uygun lokal anestezi ajanı doğru şekilde kullanması gerekmektedir (Yagiela & Malamed, 2009).

Diş hekimliğinde 1948 yılından bu yana yaygın olarak kullanılan lokal anesteziklerden biri lidokain hidroklorürdür ve amid grubu bir lokal anesteziiktir. Yapılan klinik uygulamalar ve araştırmalarda, lidokainin minimal toksisiteye sahip olduğu ve oldukça az sayıda alerjik reaksiyon durumu bildirilmiştir. Etkinliği ve güvenliği kanıtlanan lidokain, günümüzde "altın standart" lokal anestezi olarak kabul edilmektedir (Vreeland ve ark., 1989). Diş hekimliğinde en çok tercih edilen lokal anestezi ajanlarından bir diğeri ise artikain hidroklorür olmuştur ve kliniklerde ilk kez 1976 yılında tanıtılmıştır (Malamed ve ark., 2000b). Hızlı bir şekilde inaktif metabolitlere biyotransforme olması, bu ajanın güvenli kabul edilmesini sağlamaktadır; bu durum, tekrarlayan enjeksiyonlarda bile sistemik toksisite ve doz aşımı riskini önemli ölçüde azaltmaktadır (Vree & Gielen, 2005). Literatürdeki bulgular, artikainin her yaş grubundaki çocuklarda, cerrahi işlemler de dahil olmak üzere, güvenli ve etkili bir lokal anestezi olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Malamed ve ark., 2000a; Sixou & Marie-Cousin, 2015; Wright ve ark., 1991).

2.4. Lokal Anestezi Uygulamalarında Çocuk ve Yetişkin Hastalar Arasındaki Farklar

Doz

Lokal anestezi ajanların seçimi; hastanın yaşı, kilosu, tıbbi durumu, anatomik ve fizyolojik özellikleri, uygulanacak tedavi türü ve hedeflenen anestezi derinliği gibi faktörlere bağlı olarak

değişiklik gösterebilir. Ayrıca çocuğun anlama düzeyi, davranış özellikleri, kaygı ve iş birliği seviyesi ile hekimin tercih ve deneyimi de anestezi seçimini etkileyen önemli unsurlardır. Her hastada toksik etkilere yatkınlık; uygulama bölgesi, enjeksiyon hızı ve kullanılan anesteziye vazokonstriktör bulunup bulunmaması gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilse de önerilen maksimum lokal anestezi dozlarının bilinmesi büyük önem taşımaktadır (Haas, 2002). Çocuk hastalarda uygulanacak lokal anestezi miktarları için bazı formüller oluşturulmuştur;

1. Young Formülü:

Çocuk dozu= Çocuğun yaşı (yıl olarak) / [Çocuğun yaşı (yıl olarak) + 12] x Yetişkin dozu

2. Cowling Formülü:

Çocuk dozu= [(Çocuğun yaşı + 1) / 24] x Yetişkin dozu

3. Dilling Formülü:

Çocuk dozu= [(Çocuğun yaşı / 20) x Yetişkin dozu

4. Clark Formülü: Çocuk dozu= (Çocuğun ağırlığı / 65) x Yetişkin dozu

5. Fried Formülü 1 yaşından küçük çocuklar için doz hesaplaması:

Çocuk dozu= (Ay olarak çocuğun yaşı / 150) x Yetişkin dozu

6. Januschke Tablosu:

- 1 yaşındaki çocuğa, yetişkinlere verilen dozun 1/10'u
- 2-3 yaşındaki çocuğa, yetişkinlere verilen dozun 1/5'i
- 4-5 yaşındaki çocuğa, yetişkinlere verilen dozun 1/3'ü
- 6-7 yaşındaki çocuğa, yetişkinlere verilen dozun 1/2'si (Akçay & Aren, 2021).

İğne Boyutu ve Uzunluğu

Çocuklarda çoğu intraoral enjeksiyon için kısa (20 mm) veya uzun (32 mm) 27-30 gauge iğne kullanılabilir. Maksiller anterior enjeksiyonlar için ekstra kısa (10 mm) 30 gauge iğne önerilmiştir. Mandibular anestezi için sıklıkla uzun iğneler önerilir. Bununla birlikte, birçok diş hekiminin klinik deneyimi, daha kısa iğnelerin özellikle yönetimi zor olan genç diş hastaları için yeterli ve güvenli olduğunu göstermiştir. Lokal anesteziklerin enjeksiyonu, intravasküler enjeksiyondan ve lokal anestezi maddeye veya vazokonstriktöre karşı sistemik reaksiyonlardan kaçınmak için her zaman aspirasyondan önce yavaşça yapılmalıdır (Haas, 2002; Simon ve ark., 1994).

Anatomik Farklılıklar

Çocukların anatomik yapıları yetişkinlerin anatomik yapılarından farklıdır. Bu farklılıklar şunlardır:

- Kemik yapısı daha az kalsifiedir. Bu nedenle lokal anestezi ajanının geçişi daha hızlı olmaktadır.
- Maksillada tüber bölgesinde vasküler yapılar daha yüzeyseldir. İğne çok derine giderse pterigoid ven pleksusu ya da posterior superior alveolar arter zarar görebilmekte ve hematoma oluşabilmektedir.
- Mandibular ramus daha kısa ve ön arka yönde daha dardır. Bu nedenle iğnenin penetrasyon derinliğinin az olmasına dikkat etmek gerekmektedir.
- Labial kemik korteksi oldukça incedir ve damarlanma yoğundur. Alt ve üst çenede lokal infiltrasyon anestezi çoğu kez yeterli olmaktadır. Uygulama sırasında iğne yavaş ve periosta yakın tutulmalıdır. Daimi diş germelerinin foliküllerine zarar vermemek için,

iğnenin periodonsiyuma girip kemiğin içinden derin bölgelere kaymasını önlemek önemlidir (Bayrak ve ark., 2010; Klingberg, 2001).

2.5. Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Geleneksel Lokal Anestezi Teknikleri

Yetersiz ağrı yönetimi çocuklarda olumsuz davranışları ve korkuyu tetikleyerek, diş hekimlerinin çocuk hastalarda pozitif bir tutum oluşturmalarını engellemektedir. Dolayısıyla, çocuk hastaları en az ağrı ve anksiyete ile tedavi etmek, her diş hekiminin öncelikli hedefi haline gelmiştir (Milgrom ve ark., 1997). Çocuklarda anestezi uygulaması, diş tedavisi sırasında ağrının ortadan kaldırılmasına yardımcı olmaktadır. Enjeksiyon yoluyla lokal anestezi solüsyonunun uygulanması, diş ağrısını hafifletmek için kullanılan geleneksel yöntemdir (Casamassimo ve ark., 2012). Çocuk diş hekimliğinde sıklıkla uygulanan lokal anestezi yöntemleri arasında; intramukozal anestezi, submukozal anestezi (supraperiostal anestezi), intrapulpal anestezi, intraligamental anestezi, intraosseöz anestezi, nervus alveolaris inferior anestezi (mandibular anestezi), mental sinir bloğu ve insisiv sinir bloğu, bukkal sinir bloğu, posterior superior alveolar anestezisi (tüber anestezisi) bulunmaktadır (Kühnisch ve ark., 2017).

Lokal anestezi uygulaması, işlem sırasında oluşan ağrıyı başarılı bir şekilde ortadan kaldırsa da, anestezi uygulaması öncesinde ve sırasında birçok çocukta kaygı ve korku gibi davranışlar ortaya çıkmaktadır (Casamassimo ve ark., 2012; Ten Berge ve ark., 2002). Ayrıca, enjeksiyon sırasında yaşanan ağrı, sonraki ziyaretlerde diş tedavisi sırasında başa çıkma becerilerini de engelleyebilmektedir (Milgrom, 1995). Bu nedenle, bu eksikliklerin üstesinden gelmek için, lokal anestezi uygulamasında yeni alternatif ve minimal invaziv yöntemler, enjeksiyon ağrısının azalması için çocuk diş hekimliğinde gündeme gelmektedir.

2.6. Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Güncel Anestezi Teknikleri

2.6.1. Bilgisayar Kontrollü Lokal Anestezi Sistemleri

2.6.1.1. Wand Sistemi

Wand sistemi (MilestoneScientific, Deerfield, IL) Milestone Scientific tarafından tanıtılmıştır. Bu sistemin; ana ünite, ayak pedalı ve tek kullanımlık el aleti olmak üzere üç ana bileşeni bulunmaktadır. Ana ünite, bir mikro işlemci tarafından kontrol edilmekte; ayak pedalı ve lokal anestezi kartuşunu yöneten el aletine bağlı çalışmaktadır. Ayak pedalı, enjeksiyon hızını ayarlayarak kartuş içerisindeki lokal anestezi solüsyonunun sabit ve düşük bir hızla dokuya iletilmesini sağlamaktadır. Böylece anestezi yapılırken ağrının ortaya çıkmaması için basınç ve anestezi solüsyonunun hacmi kontrol altına alınmaktadır. Ayrıca aspirasyon özelliği sayesinde, damar içi enjeksiyonların oluşması engellenebilmektedir. Anestezi solüsyonunun uygulama sırasında ağız içine damlayarak kötü bir tat oluşturma olasılığı cihazın dezavantajlarından biri olarak belirtilmektedir. Bunun yanında, işlemin daha uzun sürede tamamlanması ve diğer yöntemlere göre daha yüksek maliyet gerektirmesi de olumsuz yönleri arasında sayılmaktadır (Angelo & Polyvios, 2018; Kandiah & Tahmassebi, 2012).



Şekil 1. Wand Sistemi

Mittal ve ark. (Mittal ve ark., 2015) yaptıkları çalışmada, 8–12 yaş arası çocuklarda Wand ve geleneksel anestezi yöntemlerinin bukkal ve palatinal infiltrasyon anestezi uygulaması sırasındaki ağrıyı Görsel Analog Skala (VAS) kullanarak karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında, özellikle palatinal infiltrasyon sırasında Wand sistemiyle uygulanan anestezide anlamlı derecede daha az ağrı hissedildiği; bukkal infiltrasyonda ise farkın istatistiksel olarak anlamlı olmasa da geleneksel yöntemle kıyasla daha düşük olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, San Martin-Lopez (28) ve ark., Goyal ve ark. (29) da yaptıkları çalışmalarda, Wand sisteminin geleneksel anestezi yöntemine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az ağrıya yol açtığını ortaya koymuşlardır.

Palm ve ark. (30), 7-18 yaşları arasında 33 hastada Wand ve geleneksel anestezi yöntemlerini kıyasladıkları çalışmalarında, geleneksel anestezi uygulanan grupta anestezi sonrası ağrı skorlarının anlamlı şekilde arttığını ve Wand ile uygulanan anestezinin daha az ağrıya neden olduğunu bildirmişlerdir. Garret-Bernardin ve ark. (31), 7-15 yaş arası çocuklarda Wand cihazı ile geleneksel anesteziyi karşılaştırdıkları çalışmalarında ağrı düzeyini belirlemek amacıyla VAS ve nabız değerlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak bilgisayar destekli enjeksiyon uygulamalarında daha düşük ağrı seviyeleri olduğunu bildirmişlerdir.

Kuşcu ve Akyüz (32), 9–13 yaş arası çocuklarda Wand sistemi ve geleneksel yöntemle uygulanan anestezinin anksiyete üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, anestezi yöntemleri arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Queiroz ve ark. (33), 7–12 yaş aralığındaki çocuklarda geleneksel anestezi ve Wand sisteminin neden olduğu stres yanıtını tükürük kortizol düzeyleri ile değerlendirmiştir. Anestezi öncesi ve sonrası alınan numunelerde her iki grupta da kortizol seviyelerinde artış kaydedilmiş, fakat bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

2.6.1.2. Comfort Control Syringe Sistemi

Önceden programlanmış ve akım hızının ayarlanabildiği elektronik bilgisayar destekli bu sistem 2001 yılında piyasaya sunulmuştur. Comfort Control Syringe (CCS, Dentsply International, York, PA, ABD) sistemi, Wand sisteme alternatif olarak gösterilmiştir. Bu sistemde Wand sisteminin aksine ayak pedalı bulunmamaktadır (Clark & Yagiela, 2010).

CCS sisteminin; ana kontrol ünitesi, şırınga ve iğne olmak üzere üç bölümü bulunmaktadır. Cihazın beş farklı programı bulunmakta ve bu sayede farklı enjeksiyon teknikleri için kullanılabilir. Enjeksiyon hızı, hızlı veya yavaş olmak üzere iki seviyeye ayarlanabilmektedir. El aletindeki düğme ile enjeksiyon prosedürü başlatılıp durdurabilmekte, aspirasyon ve akış hızı kontrol edebilmektedir. Ana üniteye yer alan ekran, enjeksiyon hızını,

uygulama süresini ve enjekte edilen toplam hacmi göstermektedir. CCS'nin en önemli özelliği el aletinin kalem şeklinde kavranabilmesidir. Bu sayede, iğnenin daha kontrollü ve yumuşak bir şekilde yönlendirilmesi mümkün olmaktadır (Clark & Yagiela, 2010).



Şekil 2. Comfort Control Syringe Sistemi

Langthasa ve ark. (35), 6-14 yaş arası 50 çocuk hastada CCS sistemi ve geleneksel anestezinin ağrı üzerindeki etkisini VAS ve Yüz Ağrı Derecelendirme Skalası (FRS) ile değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre CCS ile uygulanan anestezi sonrası ağrı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derece düşük olduğu görülmüştür.

2.6.1.3. QuickSleeper Sistemi

Quicksleeper (Dental Hi-tec, Cholet, Fransa), enjeksiyon sırasında basıncın sabit tutulmasını sağlayarak dokuya kontrollü lokal anestezi uygulayan bilgisayar destekli bir sistem olarak tasarlanmıştır. Bu sistem; bluetooth bağlantılı bir ayak pedalı ve kalem benzeri bir enjeksiyon şırıngasına sahiptir. Cihaz, anesteziik solüsyonun kemiğe uygulanacak miktarını ve geçiş hızını ayarlayabilecek biçimde geliştirilmiştir (Kiattavorncharoen ve ark., 2013).

Cihazın el aletinde döner motor bulunmaktadır ve kemiğe ulaşmak için iğnenin dönüş hareketini elektronik kontrollü olarak yapmaktadır. Ayrıca asimetrik üç eğimli iğne ucuna sahiptir. Tüm bu özellikler sayesinde özellikle intraosseöz anestezide kemiğe ağrısız ve kolay bir şekilde penetrasyon sağlamaktadır. (Al-Obaida ve ark., 2019). Aynı zamanda intraosseöz anestezi uygulaması sırasında anesteziik solüsyonu yavaş, kontrollü bir şekilde verilmekte ve dokunun ısınması önlenmektedir. Bu da hastada daha konforlu bir anestezi deneyimi sunmaktadır. Bu faydalara ek olarak Quicksleeper, daha az ağrılı anestezi ve tek bir iğne penetrasyonu ile palatal / lingual ve bukkal anestezi sağlanması gibi avantajlara da sahiptir (Özer ve ark., 2012; Sixou ve ark., 2009). Quicksleeper ile tüm anestezi yöntemleri uygulanabilmektedir (Al-Obaida ve ark., 2019).



Şekil 3. QuickSleeper Sistemi

Smail-Faugeron ve ark. (Smaïl-Faugeron ve ark., 2019), çalışmalarında 7-15 yaş arası çocuklarda QuickSleeper ve geleneksel anestezinin ağrı üzerindeki etkisini, tedavi bitiminde VAS kullanarak değerlendirmişlerdir ve QuickSleeper ile uygulanan anestezinin geleneksel anesteziye göre anlamlı derecede daha az ağrı oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Cabasse ve ark. (Cabasse ve ark., 2015), QuickSleeper cihazını anestezi sağlanmasının güç olduğu büyük azı keser hipomineralizasyonu (BAKH) bulunan çocuklarda intraosseöz olarak uygulamış ve vakaların %93,5'inde başarılı anestezi elde etmişlerdir.

Radwan ve ark. (Radwan ve ark., 2025), 6–9 yaş arası 88 çocukta geleneksel anestezi ile Quicksleeper sisteminin ağrı ve anksiyete üzerindeki etkisini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında, anksiyete düzeyini nabız ile değerlendirmişlerdir ve geleneksel anestezi grubunda anestezi sonrası nabız değerlerinin, Quicksleeper grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak QuickSleeper cihazının 6 yaş üstü çocuklarda mandibular anestezi yerine uygulanabilir bir alternatif olduğunu belirtmişlerdir.

2.6.1.4. SleeperOne Sistemi

Piyasadaki en yeni CCLAD sistemlerinden biri olan SleeperOne (Dental Hi Tech, Messina, İtalya) hassas programlanmış lokal anestezi uygulamasına olanak tanıyan dijital olarak kontrol edilebilen bir anestezi sistemidir. Cihaz, elektronik kontrol ünitesi, kablosuz bir ayak pedalı ve el aletinden oluşmaktadır. Bu sistemin el aletinde enjektör iğnesi yerine kalem görünümü bulunmaktadır ve enjekte edilen miktar el aletinin tüm çevresinden her pozisyonda kolaylıkla görülebilmektedir. Bu görüntüsüyle özellikle çocuk hastaların enjektör korkusunun önüne geçmektedir. El aletinin hafifliği ve şekli, diş hekiminin parmaklarını iğneye yakın konumlandırmasına olanak tanımakta ve böylece anestezinin daha etkili ve rahat bir şekilde uygulanmasına yardımcı olmaktadır. Cihaz, anestetik solüsyonun doku içerisine düşük bir basınçla iletecek şekilde programlanmıştır. Dolayısıyla diş hekiminin anestezi uygulaması sırasında manuel olarak şırıngaya basınç uygulamasına gerek yoktur. Aynı zamanda aspirasyon hızı ayak pedalı ile yavaş ve hızlı olarak ayarlanabilmektedir. Çift taraflı keskin iğne uçları dokuya giriş sırasında ağrıyı minimuma indirmektedir. Çocuk hastalarda intaligamenter, palatal, blok, infiltrasyon ve intraosseöz anestezi gibi farklı tekniklerle uygulanabilmektedir (Alamoudi ve ark., 2016; Feda ve ark., 2010; Hembrecht ve ark., 2013; Nieuwenhuizen ve ark., 2013; Saxena ve ark., 2013).



Şekil 4. SleeperOne Sistemi

Anıl ve Keskin (Anil & Keskin, 2024), 7-11 yaş arası 60 çocuk hastada SleeperOne ve geleneksel anestezi yöntemlerinin ağrı ve anksiyete üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında bilgisayarlı anestezi tekniklerinin ağrı ve anksiyete üzerinde olumlu etkisi olduğu ve fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerde değişikliklere yol açtığı sonucuna varmışlardır.

Ak ve ark. (Ak ve ark., 2018), tarafından yapılan çalışmada, SleeperOne ile uygulanan infiltratif anestezide VAS skorlarının geleneksel yöntemle uygulanan anestezie göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Günaydın ve ark. (Günaydın ve ark., 2025), daimi birinci büyük azı dişlerinde BAKH bulunan 6-12 yaş arası 28 hastada yaptıkları tez çalışmasında SleeperOne ile geleneksel lokal anestezinin ağrı ve anksiyete üzerindeki etkisini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında anksiyete değerlendirmek için objektif ve biyokimyasal temelli bir belirteç olan tükürük kortizolü ölçümlerini kullanmışlar ve SleeperOne anestezi grubunda anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak SleeperOne anestezisinin BAKH bulunan çocuklarda daha az anksiyete oluşturduğunu ve daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

2.6.2. Vibrasyon Sistemleri

Melzack ve Wall, zararlı olmayan uyarıları (titreşim vb.) ileten sinir liflerinin aktivasyonunun ağrı algısını azaltabileceğini öne sürmüşlerdir. Lokal anestezi uygulaması sırasında oluşan ağrı algısını azaltmak için kullanılan umut vadeden yöntemlerden biri de titreşim uyarısı olmuştur. Beyin, belirli bir bölgeden gelen yalnızca tek bir hissi algılayabilmektedir; bu nedenle titreşim uygulanması, anestezik enjeksiyonun yarattığı rahatsızlığın dikkatini başka yöne çekerek etkili olabileceği düşüncesiyle kullanılmaktadır. Vibrasyon sistemleri; A-delta ve C nosiseptif liflerin ağrı iletiminin, kapı kontrol mekanizmasıyla dorsal boynuzdaki ikincil nöronal hücre gövdelerinde bastırıldığı temeline dayanarak geliştirilmiştir. Maksillofasiyal bölgede dental, iskeletsel ve kas kaynaklı ağrıların algılanmasında ağrı eşiğini yükseltmek ve diş kaynaklı ağrıyı hafifletmek için kullanılabilir. Bu sistem ile kullanılan cihazlara Vibraject ve DentalVibe (BING Innovations, Florida, ABD) örnek olarak gösterilebilmektedir (Elbay ve ark., 2016; Melzack & Wall, 1967; Alekhy Chowdary Menni ve ark., 2020).



Şekil 5. VibraJect Enjeksiyon Sistemi

Menni ve ark. (A. C. Menni ve ark., 2020), 60 çocuk hastada inferior alveolar sinir bloğu (İANB) uygulama sırasındaki ağrıyı azaltmada DentalVibe’in etkinliğini incelemek için yaptıkları çalışmalarında, ağrıyı Wong-Baker Yüz İfadesi skalası (WBC) ile değerlendirmişlerdir. DentalVibe ile yapılan İANB uygulamasında ağrı duyarlılığında azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Şermet-Elbay ve ark. (Şermet Elbay ve ark., 2015), 6-12 yaş arası maksiller molar dişine palatal enjeksiyon gereken 120 hastadan, 60 hastaya DentalVibe ile 60 hastaya ise DentalVibe olmadan enjeksiyon uygulamışlardır. Ağrı değerlendirmek için WBC ve “Face, Legs, Activity, Cry, Consolability (FLACC)” ağrı skalasını kullanmışlardır. Hastalara 2. seans sonunda enjeksiyon yöntemlerinden hangisini benimsedikleri sorulmuştur. Sonuç olarak DentalVibe enjeksiyon sisteminin çocuklarda palatal lokal infiltrasyon anestezisi uygulanmasında enjeksiyon ağrısını azalttığı saptanmıştır.

Veneva ve ark. (Veneva ve ark., 2019) yaptıkları çalışmada 8- 12 yaş arası 41 çocuk hastanın maksiller molar dişlerinin çekim işlemi için bir tarafına geleneksel enjeksiyon uygulanırken, diğer tarafına ise DentalVibe ile birlikte lokal anestezi uygulamıştır. Sonuçlar WBC, VAS, FLACC ağrı skalaları, kalp atış hızları ve hastaların tercihleri sorgulanarak değerlendirilmiştir ve DentalVibe kullanılan hastalarda enjeksiyon ağrısının daha az hissedildiği saptanmıştır.

2.6.3. Jet Enjeksiyon

Yüksek basınç yoluyla lokal anestezi etkisi sağlayan bu teknik, iğnesiz anestezi olarak bilinmektedir. Bu yaklaşım, iğne fobisi ve dental anksiyetenin azaltılmasında umut verici bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Jet enjektörler, Syrijet (Keystone Industries, ABD) ve Panjet (Wright Health Group Ltd, İngiltere) gibi sistemlerin, hedef dokuda etkili anestezi sağlama ve hasta konforunu artırma konusundaki başarısı sayesinde, 1970’li yıllardan bu yana diş hekimliğinde kullanılmaktadır (Greenfield & Karpinski, 1972). Diş hekimliğinde lokal anesteziklerin uygulanması amacıyla geliştirilen Madajet (Mada Medical Products, ABD), Injex (Injex Pharma AG, Almanya) ve Comfort-in (Mika Medical Co, Güney Kore) gibi sistemler, daha yeni jet enjeksiyon cihazları olarak tanımlanmaktadır (Kale & Momin, 2014; Sanghi & Tiwle, 2014).

Bu sistemlerin avantajları arasında, mukoza veya deride kanamaya neden olmamaları, geleneksel enjeksiyon yöntemlerine kıyasla daha az doku travmasına yol açmaları, iğne kırılma riskinin bulunmaması, daha az ağrı ve stres oluşturmaları ile ilacın daha hızlı emilmesi sayılmaktadır. Bu sistemin en önemli dezavantajı ise enjeksiyon sırasında ortaya çıkan yüksek

ses olup, özellikle çocuk hastalar tarafından rahatsız edici olarak algılanmaktadır (Kale & Momin, 2014; Ocak ve ark., 2020; Sanghi & Tiwle, 2014).



Şekil 5. Comfort-in Jet Enjektör Sistemi

Munshi ve ark.'nın (Munshi ve ark., 2001) Madajet XL'in 3 ila 13 yaşları arasındaki 100 çocuk hastada dental kaygı ve ağrı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, çocuk hastaların %93'ü jet enjeksiyonu geleneksel enjeksiyona tercih etmişlerdir.

Saleh ve ark. (Saleh ve ark., 2002), Injex jet enjektör sistemiyle gerçekleştirdikleri çalışmalarında bu cihazların yalnızca sınırlı düzeyde analjezi sağladığını bildirmişlerdir. Ayrıca sistemin dikkatsiz kullanımı durumunda doku hasarı oluşabileceğini vurgulamışlardır. Basıncılı püskürtme sırasında ortaya çıkan ses, cihazın görünümü ve ağızda bıraktığı tat gibi etkenlerin, özellikle çocuk hastalarda bu enjektörlerin kullanımını kısıtlayabileceği belirtilmiştir.

Arapostathis ve ark. (Arapostathis ve ark., 2010) çalışmalarında, restorasyon ihtiyacı olan çocuk hastalarda Injex jet enjektör sistemi ile geleneksel anestezi yöntemini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre çocuklar %73,6 oranında konvansiyonel yöntemle yapılan infiltrasyon anestesisini tercih etmişler ve %80,5 oranında jet enjeksiyonuna ek enjeksiyon gerekmiştir.

2.6.4. Elektronik Dental Anestezi

Transkutan elektronik sinir stimülasyonu (TENS) benzeri olarak üretilen elektronik dental anestezi, düşük akım ve yüksek frekanslar ile elektrik akımı sinir sistemine uygulanmaktadır. Ağrı kontrol mekanizması tam olarak aydınlatılamamış olsa da yöntemin çalışma prensibi, kalın miyelinli sinir liflerinin elektriksel uyarımı ile ağrı iletiminin engellenmesi üzerinden açıklanmaktadır. Diş hekimliğinde ağrı semptomlarını hafifletmek amacıyla kullanılan bu yöntemin, sedasyon ve doku sıcaklığında artış gibi ikincil faydaları da bulunmaktadır (Katch, 1986).

Bu sistemin en önemli dezavantajı, ağız içi elektrotların sabitlenmesindeki güçlük nedeniyle hastanın iş birliğine ihtiyaç duyulmasıdır. Ayrıca, kalp pili taşıyan ya da epilepsi öyküsü bulunan hastalarda bu sistemin kullanımı kontrendikedir (Li ve ark., 2018).

2.6.5. İyontoforez

İyontoforez, iyonize moleküllerin dokulara iletimini artırmak için sabit ve düşük voltajlı bir elektrik potansiyeli uygulanması şeklinde tanımlanmaktadır. Sabit doğru akım kullanımı, anestezi solüsyonun deri üzerinden iletimini mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, uzun süreli doğru akım uygulamalarında ciltte elektrokimyasal polarizasyon gelişebilmekte ve bu durum, akımın deri boyunca iletimini azaltarak uygulanan ilaç iyonlarının geçiş miktarını etkileyebilmektedir. Ayrıca, yüksek voltaj veya uzun uygulama süreleri ciltte irritasyon riskini artırdığından, iyontoforez uygulamaları sırasında doz ve süreye dikkat edilmesi gerekmektedir (Gangarosa ve ark., 1978; Tharian & Tandon, 1994).

Diş hekimliğinde iyontoforez, çeşitli uygulamalara sahip olup, bunlardan biri invaziv olmayan anestezi tekniğinin sağlanmasıdır. Topikal uygulamadan sonra bu yöntem derin dokulara lokal anestezi iletimi için kullanılabilir (Meechan, 2000).

2.6.6. Lazer Analjezi

Lazer ile analjezi, invaziv ve termal etkisi olmayan, dokulara zarar vermeyen bir biyomodülatör teknik olarak kabul edilmektedir ve düşük enerji seviyeli ışınlamalar yoluyla sağlanabilmektedir. Lazer, sodyum-potasyum pompasının geçici olarak bozulmasına ve nöronal hücrelerin davranışlarının değişmesine neden olmaktadır. Bu da iyon iletiminin kaybına yol açarak analjezik bir etki sağlayıp ağrıyı azaltmaya neden olmaktadır. Bununla birlikte elde edilen anestezi lokal infiltratif anestezi gibi derin değildir. Lazer analjezide tam bir duyu kaybı meydana gelmemektedir (Chan ve ark., 2014; Whitters ve ark., 1995).

Sandhyarani ve ark. (Sandhyarani ve ark., 2021) çalışmalarında 5-9 yaş arası 40 çocukta lazerin anestezi uygulanması sırasında meydana gelen ağrı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Birinci gruptaki çocuklara lokal anestezi sırasında 1 dakika boyunca lazer uygulaması yapılmıştır. İkinci gruba ise lokal anestezi sırasında lazer kapalı modda uygulanmıştır. Ağrı dereceleri Ses, Göz, Motor (SEM) ve WBC skalalarını kullanılarak değerlendirilmiştir. Birinci gruptaki çocukların ağrı algısı ikinci gruptakilere göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Sonuç olarak çocuklarda lokal anestezi sırasında ağrının kontrol altına alınmasında düşük yoğunluklu lazerin kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

2.6.7. Sanal Gerçeklik (VR)

Sanal gerçeklik (VR), kullanıcıların sanal dünyada aktif bir katılımcı olmasını sağlayan yeni bir insan-bilgisayar etkileşim teknolojisi olarak tanımlanmaktadır. Bu teknoloji, kullanıcıların sanal ortamları çeşitli kurgular ve simülasyonlarla deneyimlemelerine olanak tanıyan kurgulanmış veya simüle edilmiş ortamları içermektedir. VR uygulamaları, kişisel bilgisayar ekranları, mobil cihazlar ve özel VR odaları gibi çeşitli araçlar aracılığıyla gerçekleştirilebilmektedir. Diş tedavilerinde ise en sık kullanılan yöntemler, kişisel bilgisayarlara veya mobil cihazlara bağlanabilen VR gözlükleri veya başa takılan kasklardır. Son yıllarda, özellikle çocuk hastalarda dental anksiyeteyi azaltmak amacıyla VR uygulamalarının kullanımı giderek artmaktadır ancak dental anksiyetesini azaltıp azaltmadığı konusunda kesin bir sonuç hala bulunmamaktadır (Chad ve ark., 2018; Gates ve ark., 2020; Iannicelli ve ark., 2019; Racine ve ark., 2016).

Du ve ark. (Du ve ark., 2022), 4-9 yaş grubundaki 128 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında, lokal anestezi altında süt dişlerinin çekimi sırasında VR sisteminin ağrı ve anksiyete üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bir grup VR sistemi kullanılarak tedavi edilirken diğer grup ise geleneksel şekilde tedavi edilmiştir. Başlangıçta, çocukların ekipmana aşına olmaları için diş tedavisinden önce bir dizi VR sahnesi kullanılmış ve istedikleri VR sahnesini seçmeleri sağlanmıştır. Katılımcıların kaygısı, Çocuk Korku Değerlendirme Skalası-Dental Alt Ölçeği (CFSS-DS) kullanılarak ölçülürken ağrının değerlendirilmesinde WBC kullanılmıştır. Hem CFSS-DS hem de WBC değerlerinin VR grubunda kontrol grubundan anlamlı derecede düşük olduğu görülmüştür. Bu da VR teknolojisinin kullanımının çocuklarda kaygıyı azaltmada olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

3. SONUÇ

Lokal anestezi diş hekimliğinde özellikle de ocuk diş hekimliğinde ağrı kontrolünde önemli yere sahiptir. Son zamanlarda ağrı kontrolü için geleneksel yöntemlere ek olarak alternatif yöntemler de geliştirilmiştir.

Diş hekimleri, hastalarına en son teknolojinin faydalarını sağlamak için bu yeni uygulama sistemlerinin özelliklerinin farkında olmalı ve güncel bilgilere sahip olmalıdır.

4. KAYNAKLAR

1. Ogle OE, Mahjoubi G. Local anesthesia: agents, techniques, and complications. *Dental Clinics of North America*. 2012;56(1):133-48, ix.
2. Kulkarni N, Parakh A, Modi S, Mankare A, Vanjari G, Fernandes G. Painless anaesthesia in pediatric dentistry: an updated review. *Journal of Dental and Medical Sciences*. 2019;18:67-71.
3. Guideline on Use of Local Anesthesia for Pediatric Dental Patients. *Pediatric Dentistry*. 2015;37(5):71-7.
4. Yagiela J, Malamed S. Injectable and topical local anesthetics. *ADA/PDR Guide to Dental Therapeutics, 5th Edition, Ciancio SG (ed) Am Dent Assoc and Physician's Desk Reference, Inc, Chicago, IL*. 2009:21-3.
5. Carugo N, Paglia L, Re D. Pain perception using a computer-controlled anaesthetic delivery system in paediatric dentistry: A review. *European Journal of Paediatric Dentistry*. 2020;21(3):180-2.
6. Scholz A. Mechanisms of (local) anaesthetics on voltage-gated sodium and other ion channels. *British Journal of Anesthesia*. 2002;89(1):52-61.
7. Berberoğlu H, Köseoğlu B, Kasapoğlu Ç. *Diş hekimliğinde lokal anestezi*. Quintessence yayıncılık: İstanbul. 2007:64-136.
8. Aydın G. *Lokal Anestezikler*, Cerrahi Bilimlere Giriş. 2020;26.
9. Vreeland DL, Reader A, Beck M, Meyers W, Weaver J. An evaluation of volumes and concentrations of lidocaine in human inferior alveolar nerve block. *Journal of Endodontics*. 1989;15(1):6-12
10. Malamed SF, GAGNON S, Leblanc D. Efficacy of articaine: a new amide local anesthetic. *The Journal of the American Dental Association*. 2000;131(5):635-42.
11. Vree TB, Gielen MJ. Clinical pharmacology and the use of articaine for local and regional anaesthesia. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*. 2005;19(2):293-308.
12. Sixou J-L, Marie-Cousin A. Intraosseous anaesthesia in children with 4% articaine and epinephrine 1: 400,000 using computer-assisted systems. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2015;16:477-81.
13. Wright G, Weinberger S, Marti R, Plotzke O. The effectiveness of infiltration anesthesia in the mandibular primary molar region. *Pediatric Dentistry*. 1991;13(5):278-83.
14. Malamed SF, Gagnon S, Leblanc D. A comparison between articaine HCl and lidocaine HCl in pediatric dental patients. *Pediatric Dentistry*. 2000;22(4):307-11.
15. Haas DA. An update on local anesthetics in dentistry. *Journal of the Canadian Dental Association*. 2002;68(9):546-51.
16. Akçay HÇ, Aren G. Çocuk Hastalarda Lokal Anestezi Uygulamasında Kullanılan Güncel Teknikler. *Selcuk Dental Journal*. 2021;8(3):895-901.
17. Simon JF, Peltier B, Chambers D, Dower J. Dentists troubled by the administration of anesthetic injections: long-term stresses and effects. *Quintessence International*. 1994;25(9):641-6.
18. Klingberg G. Behavior management problem in children and adolescents. *Pediatric Dentistry a Clinical Approach*-. 2001:53-70.
19. Bayrak Ş, Tunç EŞ, türkan Eğilmez D, nuray Tüloğlu D. Ebeveyn dental kaygısı ve sosyodemografik faktörlerin çocukların dental kaygısı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2010;2010(3):181-8.
20. Milgrom P, Coldwell SE, Getz T, Weinstein P, Ramsay DS. Four dimensions of fear of dental injections. *The Journal of the American Dental Association*. 1997;128(6):756-62.
21. Casamassimo PS, Fields H, McTigue DJ, Nowak AJ. Pediatric dentistry: infancy through adolescence: Elsevier India; 2012.

22. Kühnisch J, Daubländer M, Klingberg G, Dougall A, Spyridonos Loizides M, Stratigaki E, et al. Best clinical practice guidance for local analgesia in paediatric dentistry: an EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2017;18(5):313-21.
23. Ten Berge M, Veerkamp JS, Hoogstraten J, Prins PJ. Childhood dental fear in the Netherlands: prevalence and normative data. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 2002;30(2):101-7.
24. Milgrom P. Treating fearful dental patients: a patient management handbook. (No Title). 1995.
25. Angelo Z, Polyvios C. Alternative practices of achieving anaesthesia for dental procedures: a review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*. 2018;18(2):79-88.
26. Kandiah P, Tahmassebi JF. Comparing the onset of maxillary infiltration local anaesthesia and pain experience using the conventional technique vs. the Wand in children. *British Dental Journal*. 2012;213(9):E15-E.
27. Mittal M, Kumar A, Srivastava D, Sharma P, Sharma S. Pain Perception: Computerized versus Traditional Local Anesthesia in Pediatric Patients. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2015;39(5):470-4.
28. San Martin-Lopez AL, Garrigos-Esparza LD, Torre-Delgadillo G, Gordillo-Moscoso A, Hernandez-Sierra JF, de Pozos-Guillen AJ. Clinical comparison of pain perception rates between computerized local anesthesia and conventional syringe in pediatric patients. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2005;29(3):239-43.
29. Goyal R, Nandlal B, Sadashivamurthy P. Pain perception and procedural tolerance with computer controlled and conventional local anesthetic technique: An in vivo comparative study. *Indian Journal of Pain*. 2014;28:143-8.
30. Palm AM, Kirkegaard U, Poulsen S. The wand versus traditional injection for mandibular nerve block in children and adolescents: perceived pain and time of onset. *Pediatric Dentistry*. 2004;26(6):481-4.
31. Garret-Bernardin A, Cantile T, D'Antò V, Galanakis A, Fauxpoint G, Ferrazzano GF, et al. Pain Experience and Behavior Management in Pediatric Dentistry: A Comparison between Traditional Local Anesthesia and the Wand Computerized Delivery System. *Pain Research and Management*. 2017;2017:7941238.
32. Kusec OO, Akyuz S. Is it the injection device or the anxiety experienced that causes pain during dental local anaesthesia? *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2008;18(2):139-45.
33. Queiroz AM, Carvalho AB, Censi LL, Cardoso CL, Leite-Panissi CR, da Silva RA, et al. Stress and anxiety in children after the use of computerized dental anesthesia. *Brazilian Dental Journal*. 2015;26(3):303-7.
34. Clark TM, Yagiela JA. Advanced techniques and armamentarium for dental local anesthesia. *Dental Clinics of North America*. 2010;54(4):757-68.
35. Langthasa M, Yeluri R, Jain AA, Munshi AK. Comparison of the pain perception in children using comfort control syringe and a conventional injection technique during pediatric dental procedures. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2012;30(4):323-8.
36. Kiattavorncharoen S, Manosuthi P, Wongsirichat N, Boonsiriseth K. The anesthesia efficacy of intraosseous injection with QuickSleeper® and conventional injection in the lower third molar surgery. *Mahidol Dental Journal*. 2013.
37. Al-Obaida MI, Haider M, Hashim R, AlGheriri W, Celur SL, Al-Saleh SA, et al. Comparison of perceived pain and patients' satisfaction with traditional local anesthesia and single tooth anesthesia: a randomized clinical trial. *World Journal of Clinical Cases*. 2019;7(19):2986.

38. Özer S, Yaltirik M, Kirli I, Yargic I. A comparative evaluation of pain and anxiety levels in 2 different anesthesia techniques: locoregional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system (Quicksleeper). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*. 2012;114(5 Suppl):S132-9.
39. Sixou JL, Marie-Cousin A, Huet A, Hingant B, Robert JC. Pain assessment by children and adolescents during intraosseous anaesthesia using a computerized system (QuickSleeper). *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2009;19(5):360-6.
40. Smaïl-Faugeron V, Muller-Bolla M, Sixou JL, Courson F. Evaluation of intraosseous computerized injection system (QuickSleeper™) vs conventional infiltration anaesthesia in paediatric oral health care: A multicentre, single-blind, combined split-mouth and parallel-arm randomized controlled trial. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2019;29(5):573-84.
41. Cabasse C, Marie-Cousin A, Huet A, Sixou JL. Computer-assisted intraosseous anaesthesia for molar and incisor hypomineralisation teeth. A preliminary study. *Odontostomatol Trop*. 2015;38(149):5-9.
42. Radwan MZ, Wassel MO, El Geleel OA, Elghazawy RK. Influence of computerized intraosseous anesthesia compared with traditional mandibular nerve block on children's behavior: A randomized clinical trial. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2025;35(2):281-8.
43. Alamoudi NM, Baghlaf KK, Elashiry EA, Farsi NM, El Derwi DA, Bayoumi AM. The effectiveness of computerized anesthesia in primary mandibular molar pulpotomy: A randomized controlled trial. *Quintessence International*. 2016;47(3).
44. Feda M, Amoudi NA, Sharaf A, Hanno A, Farsi N, Masoud I, et al. A comparative study of children's pain reactions and perceptions to AMSA injection using CCLAD versus traditional injections. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2010;34(3):217-22.
45. Saxena P, Gupta SK, Newaskar V, Chandra A. Advances in dental local anesthesia techniques and devices: An update. *National Journal of Maxillofacial Surgery* 2013;4(1):19-24.
46. Hembrecht E, Nieuwenhuizen J, Aartman I, Krikken J, Veerkamp J. Pain-related behaviour in children: a randomised study during two sequential dental visits. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2013;14:3-8.
47. Nieuwenhuizen J, Hembrecht EJ, Aartman IHA, Krikken J, Veerkamp JSJ. Comparison of two computerised anaesthesia delivery systems: pain and pain-related behaviour in children during a dental injection. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2013;14(1):9-13.
48. Anil Ö, Keskin G. Comparison of computer controlled local anesthetic delivery and traditional injection regarding disruptive behaviour, pain, anxiety and biochemical parameters: a randomized controlled trial. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2024;48(1):120-7.
49. Ak AT, Coğulu D, Ergin E, Atilla E. Çocuklarda Süt Dışı Tedavileri Sırasında Uygulanan Bilgisayar Kontrollü Anestezi Sistemi İle Konvansiyonel İnfiltratif Enjeksiyon Anestezi Yönteminin Karşılaştırılması. *Aydın Dental Journal*. 2018;4(1):1-8.
50. Günaydın B, Nahir CB, Şahin ND. *Büyük Ağı Keser Hipomineralizasyonu Bulunan Çocuklarda Bilgisayar Kontrollü Ve Geleneksel Lokal Anestezinin Ağrı Ve Anksiyeteye Etkisinin Değerlendirilmesi*. 2025.
51. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Survey of Anesthesiology*. 1967;11(2):89-90.
52. Elbay Ü, Elbay M, Kaya E, Cilasun Ü. Intraligamentary and Supraperiosteal Anesthesia Efficacy Using a Computer Controlled Delivery System in Mandibular Molars. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2016;40(3):193-9.

53. Menni AC, Radhakrishna AN, Prasad MG. DentalVibe® versus lignocaine hydrochloride 2% gel in pain reduction during inferior alveolar nerve block in children. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*. 2020;20(6):397.
54. Menni AC, Radhakrishna AN, Prasad MG. DentalVibe® versus lignocaine hydrochloride 2% gel in pain reduction during inferior alveolar nerve block in children. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*. 2020;20(6):397-402.
55. Şermet Elbay Ü, Elbay M, Kaya C, Uğurluel C, Baydemir C. The Efficacy of DentalVibe injection comfort system producing vibration impuls to reduce injection pain of palatal local infiltration anesthesia in children. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2015;21(3):207-15.
56. Veneva E, Cholakova R, Raycheva R, Belcheva A. Efficacy of vibrotactile device DentalVibe in reducing injection pain and anxiety during local anaesthesia in paediatric dental patients: a study protocol for a randomised controlled clinical trial. *BMJ open*. 2019;9(7):e029460.
57. Greenfield W, Karpinski JF. Needleless jet injection in comprehensive pain control and applications to oral surgery. *Anesthesia Progress*. 1972;19(4):94.
58. Kale TR, Momin M. Needle free injection technology-An overview. *Innovations in pharmacy*. 2014;5(1).
59. Sanghi D, Tiwle R. An Update: On Needle Free Injections. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical & Biological Sciences*. 2014;4(1).
60. Ocak H, Akkoyun EF, Çolpak HA, Demetoğlu U, Yücesoy T, Kılıç E, et al. Is the jet injection effective for teeth extraction? *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020;121(1):19-24.
61. Munshi AK, Hegde A, Bashir N. Clinical evaluation of the efficacy of anesthesia and patient preference using the needle-less jet syringe in pediatric dental practice. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2001;25(2):131-6.
62. Saleh G, Michaelis S, Lang H, Raab W. Anasthetisches Wirkpotenzal eines nadellosen Injektionssystems. *Die Quintessenz*. 2002;53:913-20.
63. Arapostathis KN, Dabarakis NN, Coolidge T, Tsirlis A, Kotsanos N. Comparison of acceptance, preference, and efficacy between jet injection INJEX and local infiltration anesthesia in 6 to 11 year old dental patients. *Anesthesia Progress*. 2010;57(1):3-12.
64. Katch EM. Applications of transcutaneous electrical nerve stimulation in dentistry. *Anesthesia Progress*. 1986;33(3):156.
65. Li C, Shi Z, Glenny AM. Electronic dental anaesthesia for managing pain during dental procedures. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2018;2018(5):CD012092.
66. Gangarosa L, Park N, Fong B, Scott D, Hill J. Conductivity of drugs used for iontophoresis. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 1978;67(10):1439-43.
67. Tharian E, Tandon S. Iontophoresis. A novel drug administration for extraction of deciduous teeth. A clinical evaluation. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*. 1994;5(3):97-100.
68. Meechan J. Intra-oral topical anaesthetics: a review. *Journal of Dentistry*. 2000;28(1):3-14.
69. Chan A, Punnia-Moorthy A, Armati P. Low-power pulsed Nd: YAG laser irradiation for pre-emptive anaesthesia: A morphological and histological study. *Laser Therapy*. 2014;23(4):255-62.
70. Whitters C, Hall A, Creanor S, Moseley H, Gilmour W, Strang R, et al. A clinical study of pulsed Nd: YAG laser-induced pulpal analgesia. *Journal of Dentistry*. 1995;23(3):145-50.
71. Sandhyarani B, Pawar RR, Patil AT, Kevadia MV. Effect of Low-level Laser on LI4 Acupoint in Pain Reduction during Local Anesthesia in Children. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021;14(4):462-6.

72. Gates M, Hartling L, Shulhan-Kilroy J, MacGregor T, Guitard S, Wingert A, et al. Digital Technology Distraction for Acute Pain in Children: a Meta-Analysis. *Pediatrics*. 2020;145(2).
73. Racine NM, Pillai Riddell RR, Khan M, Calic M, Taddio A, Tablon P. Systematic review: predisposing, precipitating, perpetuating, and present factors predicting anticipatory distress to painful medical procedures in children. *Journal of Pediatric Psychology*. 2016;41(2):159-81.
74. Chad R, Emaan S, Jillian O. Effect of virtual reality headset for pediatric fear and pain distraction during immunization. *Pain Management*. 2018;8(3):175-9.
75. Iannicelli AM, Vito D, Dodaro CA, De Matteo P, Nocerino R, Sepe A, et al. Does virtual reality reduce pain in pediatric patients? A systematic review. *Italian Journal of Pediatrics*. 2019;45:1-6.
76. Du Q, Ma X, Wang S, Zhou S, Luo C, Tian K, et al. A digital intervention using virtual reality helmets to reduce dental anxiety of children under local anesthesia and primary teeth extraction: A randomized clinical trial. *Brain Behavior*. 2022;12(6):e2600.

BÖLÜM 5

ÇOCUKLARDA MEDİKAL ACİL DURUMLAR

Sümeyye KABAK¹, Asu ÇAKIR²

¹ Arş. Gör., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, sumeyyekabak@kmu.edu.tr <https://orcid.org/0009-0004-3979-0916>

² Doç. Dr., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, atেকে78@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0003-1276-9709>

GİRİŞ:

Çocuk diş hekimliğinde meydana gelen acil durumlar, ölüm ve kalıcı sakatlıkları önlemek için hızlı değerlendirme, doğru karar ve zamanında müdahale gerektirir. Diş hekimi hızlı ve doğru müdahaleyi gerçekleştirebilmek için ayrıntılı anamnez almalı, acil durumları tanıyabilmeli ve gerektiğinde sakın ve kontrollü davranabilmelidir.¹

Diş hekimi klinik uygulamaları gereksiz risk ve komplikasyonlardan kaçınacak şekilde planlamalıdır. Komplikasyonları önlemek için ayrıntılı anamnez alınmalı, çocuğun hastalıkları kaydedilmeli ve gerektiğinde konsültasyon yapılmalıdır. Bazı olgularda premedikasyon gerekebilir; ciddi sistemik hastalığı olan çocuklarda ise cerrahi girişim ertelenip hastane koşullarında yapılmalıdır.²

Komplikasyonlar, altta yatan hastalık veya ilaç reaksiyonları nedeniyle oluşabilir. İlaç reaksiyonları alerjik veya toksik olabilir; en sık lokal anesteziye bağlı toksik reaksiyonlar görülürken, alerjik reaksiyonlar çoğunlukla özellikle penisilin grubu antibiyotiklerden kaynaklanır.³

Çocuklar ve yetişkinler arasında duygusal, bilişsel, anatomik ve fizyolojik farklılıklar vardır; ayrıca çocuklarda ilaçların farmakokinetik özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır.^{4,5}

Bebek ve çocuklarda doz ayarlamalarını doğru değerlendirebilmek için sağlık profesyonellerinin farmakokinetiği etkileyen anatomik ve fizyolojik değişiklikleri bilmeleri gerekmektedir.⁶

Son yıllarda yayımlanan literatürde yer alan acil durum müdahalesine ilişkin önerilerin çoğu erişkin hastalara yöneliktir.² Çocuklar küçük erişkinler olmadığından, müdahale yaklaşımının çocuklara göre uyarlanması gerekmektedir.⁷ Literatürde, çocuklarda acil durumların yönetimine ilişkin öneriler henüz yeterli düzeyde yer almamaktadır.³

Bu çalışmada, çeşitli sistemik hastalıkların dental müdahaleler açısından değerlendirilmesi, dental tedaviler sırasında meydana gelebilen komplikasyonlar ve alınabilecek önlemler incelenmiştir.

1-KARDİYOVASKÜLER SİSTEM HASTALIKLARI

Kapakçık anomalileri veya hasarı olan hastalarda; kanamalı dental işlemler sonrası gelişebilecek bakteriyemi, enfektif endokardit riskini artırır. Bu nedenle, böyle hastalarda kanamalı işlemler öncesinde antibiyotik profilaksisi uygulanmalıdır.^{8,9,10}

AHA (Amerikan Kalp Derneği) ve ADA (Amerikan Diş Hekimleri Birliği), Mayıs 2021’de dental girişimler öncesi antibiyotik profilaksisine ilişkin güncel kılavuzlarını yayımlamıştır. Buna göre, profilaksi yalnızca enfektif endokardit açısından en yüksek risk grubundaki hastalarda önerilmektedir. Geçmişte bu kapsama giren birçok hasta için faydanın sınırlı olduğu, yan etki ve antibiyotik direnci riskinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir. Öneriler, yalnızca dişeti, periapikal bölge işlemleri veya oral mukoza perforasyonu meydana gelebilecek dental işlemler için geçerlidir.¹¹

Protez kalp kapağı veya kapak onarımında kullanılan protetik materyal varlığı.
Protez kalp kapağı varlığı.
Protez kapakların transkateter yoluyla implantasyonu.
Anütoplasti, halka veya klipsler dâhil cihazlarla yapılan kalp kapak onarımı.
Sol ventrikül destek cihazları veya implante edilebilir kalp cihazları.
Geçirilmiş, nüks eden veya tekrarlayan enfektif endokardit varlığı.
CHD-KAH (Koroner arter hastalığı)
Onarılmamış siyanotik konjenital kalp hastalığı, palyatif şant ve konduit varlığı
Cerrahi ya da transkateter yöntemle yerleştirilmiş protez materyal veya cihaz kullanılarak tamamen onarılmış konjenital kalp hastalığı; işlemi takiben ilk 6 ay içinde.
Protetik materyalin bulunduğu bölgede ya da bitişiğinde rezidüel defekt varlığı olan onarılmış konjenital kalp hastalığı.
Melody kapak ve Contegra konduit gibi, cerrahi veya transkateter yöntemle pulmoner arter kapak ya da konduit yerleştirilmesi.
Kardiyak kapak hastalığı (valvülopati) gelişen kalp nakli alıcıları.

Şekil 1: Diş hekimliği işlemlerinde profilaksi profilaksi önerilen durumlar¹²

Kalp pili veya benzeri implante edilebilir elektronik cihazların varlığı
Tam kapanma sağlandığında septal defekt kapatma cihazlarının varlığı
Hemodiyalizde kullanılanlar dâhil olmak üzere periferik vasküler greftler ve yamaların varlığı.
Koroner arter stentleri veya diğer vasküler stentlerin varlığı.
Santral sinir sistemi (SSS) ventriküloatriyal şantlarının varlığı.
Vena kava filtreleri.
Cerrahi plejit varlığı.

Şekil 2: Diş hekimliği işlemlerinde önerilmeyen durumlar¹²

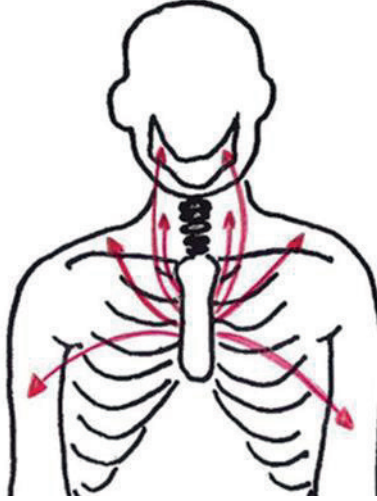
Antibiotic Prophylactic Regimens for Dental Procedures			
Regimen – Single dose 30 to 60 minutes before procedure			
Situation	Agent	Adults	Children
Oral	Amoxicillin	2 g	50 mg/kg
Unable to take oral medication	Ampicillin OR	2 g IM or IV	50 mg/kg IM or IV
	Cefazolin or ceftriaxone	1 g IM or IV	50 mg/kg IM or IV
Allergic to penicillins or ampicillin—oral regimen	Cephalexin*	2 g	50 mg/kg
	OR		
	Azithromycin or clarithromycin	500 mg	15 mg/kg
	OR		
Allergic to penicillin or ampicillin and unable to take oral medication	Doxycycline	100 mg	<45 kg, 2.2 mg/kg >45 kg, 100 mg
	Cefazolin or ceftriaxone†	1 g IM or IV	50 mg/kg IM or IV

Clindamycin is no longer recommended for antibiotic prophylaxis for a dental procedure.
IM indicates intramuscular; and IV, intravenous.
* Or other first- or second-generation oral cephalosporin in equivalent adult or pediatric dosing.
† Cephalosporins should not be used in an individual with a history of anaphylaxis, angioedema, or urticaria with penicillin or ampicillin.

Şekil 3: AHA ve ADA'nın 2021'de yayınladıkları güncel profilaksi tablosu¹²

2-İSKEMİK KALP HASTALIKLARI

Angina pectoris ve miyokard enfarktüsü (MI) başlıklarında incelenebilir. Semptomları boyun, alt çene, omuzlar ve kollara yayılan ani retrosternal ağrı (Şekil 4), sıkışma hissi ve nefes alamama olarak ortaya çıkabilir.¹³



Şekil 4: Retrosternal ağrının yayılabildiği bölgeler¹⁴

Tedavi:

Diş tedavisinin kesilmesi, ambulans çağırılması; anjina pectoris ağrısını durdurmak için 0,4 mg nitrogliserin tabletin dil altından uygulanmasıdır. Ağrı devam ederse miyokard enfarktüsünden şüphelenilmeli ve acil yardım çağrılmalıdır. Ambulansı beklerken hastaya 325 mg aspirin ve gerekirse oksijen verilmesi gerekir.^{15,16}

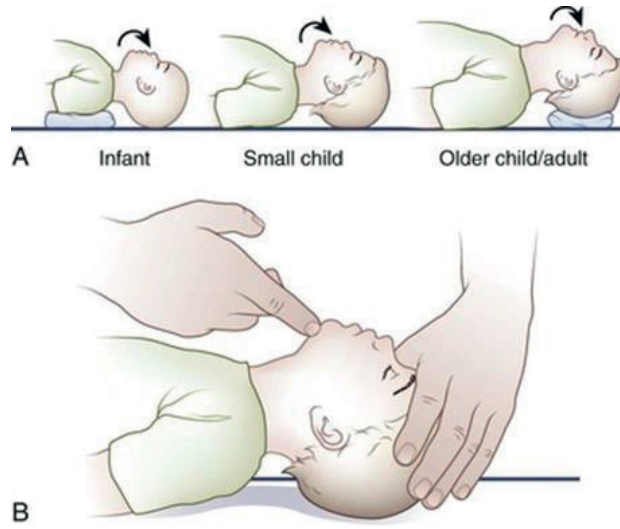
3-KARDİYAK ARREST

Diş hekimliği pratiğinde karşılaşılabilecek acil durumlar arasında yaşamı en ciddi şekilde tehdit eden durumdur.¹⁷ Palpasyonda belirgin bir nabız yetersizliği, bilinç kaybı ve apne belirtileriyle kendini gösterir. Çocuklarda kalp durması, solunum veya dolaşım yetmezliğinin bir sonucu olabilir ancak sorun genellikle solunum sistemindedir.¹⁴

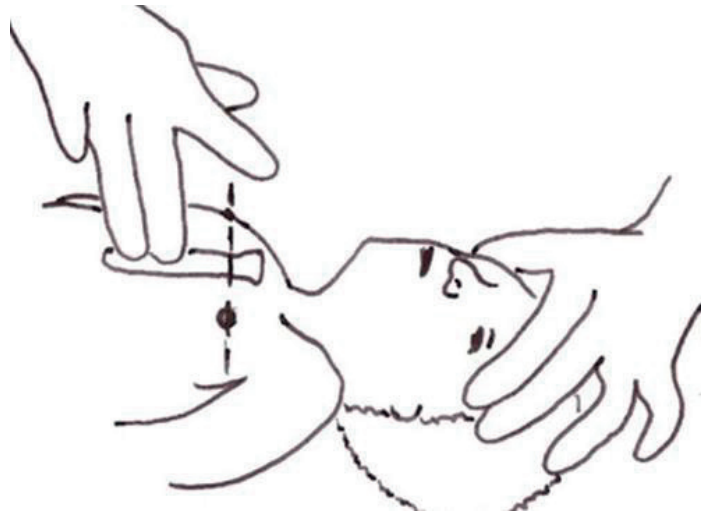
Tedavi:

Çocuk nefes almıyorsa veya agonik solunum varsa, hava yolu açıklığı sağlanmalıdır. Hava yolu açıklığı için en uygun baş pozisyonu yaşa göre değişir. Sırtüstü yatan bir infantta kafanın sagittal düzlemde geniş olması, baş ve boynun fleksiyonuna ve buna bağlı hava yolu obstrüksiyonuna yol açar; bu durum, omuzların altına küçük bir havlu yerleştirilerek azaltılabilir. Çocuklarda baş hafif ekstansiyona getirilip “koklama pozisyonu” verilerek hava yolu açılır; erişkinlerde başın altına havlu koyulur ve nazik şekilde hiperekstansiyon yaptırılarak hava yolu açıklığı sağlanır.¹⁸

Ardından 5 kurtarıcı nefes verilir; her seferde derin nefes alınıp hava vakit kaybetmeden hastaya verilir. Nabız dakikada 60'ın üzerindeyse suni solunuma devam edilir, yoksa göğüs kompresyonuna başlanır. Çocuklarda kompresyonlar ksifoid çıkıntıya baskı yapılmadan sternumun alt yarısına uygulanır; meme uçlarını birleştiren hayali çizgiye işaret, orta ve yüzük parmak yerleştirilir, işaret parmağı hayali çizgiye yakın olacak şekilde havaya kaldırılır ve kalan parmaklarla göğüs masajına başlanır. Masaj yapıldığı esnada ksifoid kemiğe yaklaşıldığı hissedilirse serçe parmağı çizgiye doğru hareket ettirilerek ilerlenmelidir.¹⁴ Uygulama 15 dış kalp masajı ve iki nefes şeklinde olmalıdır. 15:2 oranındaki bu protokol puberteye kadar olan çocuklar için geçerlidir; daha büyük çocuklar ve adölesanlarda ise kardiyopulmoner resüsitasyon işlemi erişkinlere benzer şekilde uygulanır.³



Şekil 5: Baş geri- çene yukarı manevrasıyla havayolunun açılması¹⁸



Şekil 6: Küçük çocuklarda göğüs kompresyonu uygulanması¹⁴

4- DİYABETİK ACİL DURUMLAR

Çocuklarda HbA1c değerinin %6.5'un üzerinde olması diyabet tanısına işaret eder.¹⁹ Hipoglisemi diyabeti olmayan hastalarda da görülebilmekle birlikte akut doğasından dolayı diyabetik hastalarda görülebilecek en tehlikeli tablodur.¹⁴

Hipoglisemi, insülin tedavisinin en sık görülen yan etkisidir ve yoğun insülin tedavisi uygulanan tip 1 diyabetlilerde daha sık görülür. Düşük HbA1c ($\leq 6\%$) düzeyleri, sık ve ciddi hipoglisemi yaşandığına işaret edebilir.¹⁹

Hipergliseminin etkileri genellikle kronik ve uzun dönemde ortaya çıkarken, hipoglisemide klinik bulgular hızlı ve ani şekilde gelişir. Yetişkinlerde kan glukoz düzeyinin 50 mg/dl'nin, çocuklarda ise 40 mg/dl'nin altına düşmesi hipoglisemi olarak kabul edilir.^{20,21}

Kan şekeri	Normal sınır (mg/dl)
Açlık (8 saat açlıktan sonra)	80-100 mg/dl arasında
Tokluk (Yemekten 2 saat sonra)	140 mg/dl'nin altında

Şekil 7: Normal kan şekeri sınır değerleri¹⁹

Bilinçli diyabet hastaları çoğunlukla hipoglisemi tablosu çok ağırlaşmadan durumun farkına varırlar. Açlık hissi, sersemlik, halsizlik, baş dönmesi ve baş ağrısı gibi belirtiler ilk başta, hafif şiddetteki hipoglisemi tablosunda ortaya çıkan, hastayı uyarıcı belirtilerdir. Hastadaki uyku hali ve konsantrasyon bozukluğu da hekimi uyarıcı belirtiler olmalıdır. Tablo ağırlaştıkça hastada; çarpıntı, terleme, titreme, anksiyete, solgunluk, davranış değişiklikleri, konfüzyon görülmeye başlar. Çok şiddetli hipoglisemi tablosunda da hipotansiyon, bilinç kaybı ve hatta nöbet geçirme riski mevcuttur. Kan şekeri değerinin 30 mg/dl'nin altına düşmesi koma, 20 mg/dl'nin altına düşmesi ise ölümle sonuçlanabilir.^{9,22}

Tedavi:

İşlem durdurulur, hasta rahat bir pozisyona getirilir (genellikle bu dik oturması anlamına gelir). Hastanın solunumuna ve dolaşımına dikkat edilmeli, oral karbonhidratlar verilmelidir (suda eritilmiş şeker, portakal suyu, çikolata vb.). Semptomlar ortadan kalkana kadar 10 dakikada bir bu uygulama tekrarlanır ; etkili olmazsa, 2-3 dakika boyunca 1 mg glukagon İM (intramuskuler) veya İV (intravenöz) 50 ml /50 dekstroz verilmelidir.²³

4.1- DİYABETİK KETOASİDOZ

Diyabetik ketoasidoz, mutlak veya göreceli insülin eksikliği olan hastalarda gelişebilir ve şiddetli hiperglisemi, keton birikimi ve metabolik asidoz ile sonuçlanır. Belirtileri polidipsi (aşırı susama), polifaji (aşırı yeme isteği), poliüri (aşırı idrar yapma), halsizlik, bulantı, kusma, hiperventilasyon, yüzde kızarıklık ve aseton kokusu; bilinç bozuklukları gibi şekillerde görülebilir.²⁴

Tedavi:

İlk saat içinde 10–20 ml/kg vücut ağırlığı dozunda serum fizyolojik uygulanır. Bu tedavinin 2 saat sonrasında intravenöz insülin tedavisine başlanır.²⁴

5- HAVA YOLLARININ TIKANMASI SONUCU OLUŞAN AKUT SOLUNUM YETMEZLİĞİ

Yabancı cisim aspirasyonu, çocukluk çağında sık görülen, acil müdahale gerektiren ve önlenebilir ölüm nedenleri arasında yer almaktadır. En sık 6 ay–6 yaş arasındaki çocuklarda görülmekle birlikte, özellikle ilk üç yaş döneminde daha yüksek oranda karşımıza çıkmaktadır.^{25,26}

Tedavi:

Çocuğun yabancı cisimi aspire ettiğine tanık olunmuşsa ya da ani başlayan solunum sıkıntısı, öksürük ve öğürme ile birlikte spontan solunum çabası varsa, herhangi bir müdahalede bulunulmadan öksürmesi teşvik edilmelidir. Bu aşamada yabancı cismin kendiliğinden çıkarılması beklenir. Ancak çocuğun sorulara yanıt verememesi, artan ajitasyon ve siyanoz gelişmesi durumunda tam havayolu tıkanıklığı düşünülmeli ve derhal kurtarıcı manevralara başlanmalıdır. 1 yaş ve üzerindeki çocuklarda Heimlich Manevrası uygulanabilir.²⁷

Heimlich manevrası uygulama adımları aşağıdaki şekildedir:²⁷

- Çocuk otururken veya ayaktaayken arkasına geçilir.
- Çocuğun boyuna göre dizlerin üzerinde veya ayakta durulabilir. Kollar çocuğun koltuk altlarından geçirilir.
- Eller bir el diğer eli kavrayacak şekilde yumruk biçiminde birleştirilir ve göbek ile ksifoid kemik arasına yerleştirilir
- Bu bölgeye yukarı yönde karın içerisine doğru 5 defa bası uygulanır. 5 bası şeklinde çocuk yabancı cismi çıkarana veya bilinci kapanana kadar uygulamaya devam edilir.



Şekil 8: Heimlich manevrası uygulaması¹⁴

Çocuğun bilincinin kapalı olması durumunda, yaş dönemine uygun temel yaşam desteğine başlanmalıdır. Temel yaşam desteği 30 göğüs basısı ile başlatılır ve ardından iki kurtarıcı soluk verilir. Yabancı cisim ağız içinde görülüyorsa dikkatlice çıkarılmalıdır. Görülmiyorsa, sağlık ekipleri gelene kadar veya hasta sağlık kuruluşuna ulaştırılıncaya dek göğüs basıları ve solunum–dolaşım desteğine devam edilmelidir.²⁸

6-ASTIM KRİZİ

Astım; hırıltılı solunum, nefes darlığı ve öksürükle karakterize, hava yolu inflamasyonu, hava yolu aşırı duyarlılığı ve değişen derecelerde hava yolu obstrüksiyonu sonucu ortaya çıkan kronik bir hastalıktır. Hava yolu obstrüksiyonu genellikle spontan olarak veya tedaviyle geri dönüşlüdür ve havayollarının çeşitli uyaranlara karşı duyarlılığının artmasına yol açar.^{29,30,31}

Astım, dünya genelinde en sık görülen kronik hastalıklardan biridir. Çok sayıda çalışmada, son yıllarda astım prevalansının arttığı ve hastalığın özellikle çocuklarda daha sık görüldüğü bildirilmektedir.³²

Tedavi:

Hafif bir ataksa beta-agonistlerin (salbutamol) inhalasyonu sağlanmalıdır. Şiddetli ataklarda 0,01 ila 0,03 ml/kg dozunda 1:1000'lik epinefrin IM veya subkutan olarak uygulanır.^{33,34}

7-SENKOP

Senkop (bayılma), beyin kan akımındaki yaygın azalmanın postural tonusun korunamamasına yol açması sonucu gelişen, ani başlangıçlı ve geçici bilinç kaybı ile karakterize bir klinik tablodur. Çoğu olguda kendiliğinden düzelir ve resüsitasyon gerektirmez. Ancak bazı ciddi senkop nedenleri kalıcı sekel veya ölümle sonuçlanabilir. Vazovagal senkop en sık görülen tip olmakla birlikte, kardiyak kökenli senkoplar mortalite ile en fazla ilişkili olan gruptur.³⁵

Semptomlar: Hastada kafa karışıklığı belirtileri görülür, soğuk terleme olur, solgunlaşır ve genellikle iyi olmadığını söyler. Daha sonra, artan solunum, yönelim bozukluğu ve bilinç

kaybıyla birlikte göz bebeği genişlemesi görülür; solunum düzensiz, sık hale gelir ve kaybolabilir; bradikardi oluşur, tansiyon ve nabız düşüktür.³⁶

Tedavi:

Hasta Trendelenburg pozisyonuna alınır, oksijen verilir. Boyun çevresindeki sıkı giysiler gevşetilir, alına soğuk bir havlu konulur ve duyuların uyarılması amacıyla burun altından alkol koklatılabilir. Hasta yanıt vermiyorsa derhal tıbbi yardım istenmeli ve yardım gelene kadar temel yaşam desteğine başlanmalıdır.²



Şekil 9: Trendelenburg pozisyonu¹⁴

8-EPİLEPTİK NÖBET

Epilepsi, kortikal nöronlarda gelişen anormal ve aşırı elektriksel değarjlar sonucunda ortaya çıkan; ani başlangıçlı, tekrarlayıcı ve belirgin bir tetikleyici olmaksızın gelişen nöbetlerle karakterize bir durumdur. Çocukluk ve ergenlik döneminde en sık görülen nörolojik hastalıklardan biri olup, erişkinlerde ise serebrovasküler hastalıklardan sonra ikinci sırada yer aldığı bildirilmektedir.³⁷

Nöbet, genellikle birkaç saniye süren aura fazı ile başlayabilir; bu dönemde duyularda değişiklikler görülür. Ardından bilinç kaybına yol açan iktal faz başlar ve 10–20 saniye süren tonik kasılmalar meydana gelir. Ardından, tüm kas gruplarının kasılması ile karakterize olan klonik faz gelişir. Havanın tükürükle karışması sonucu ağızda köpüklenme görülebilir. Klonik kasılmalar sırasında hasta kendini ısırarak ağız içi yumuşak dokularda yaralanmaya neden olabilir ve kanama gözlenebilir. Bu faz yaklaşık 2–5 dakika sürer. Son evrede solunum normale döner ve hasta giderek bilincini kazanır. Sfinkter gevşemesine bağlı olarak idrar veya dışkı kaçırma görülebilir.³⁸

Tedavi:

Hastadan mümkün olan tüm aletler uzaklaştırılmalı ve ağızda bulunan materyaller çıkarılabiliriyorsa çıkarılmalıdır. Hastayı tutmaya çalışmaktan veya parmakları hastanın ağzına sokmaktan kaçınılmalıdır. Koltuk mümkün olduğunca yere yaklaştırılmalı ve aspirasyon riskini azaltmak amacıyla hasta yan yatırılmalıdır. Nöbet süresi ölçülmeli; 3 dakikadan uzun sürerse ambulans çağrılmalıdır. Nöbet 5 dakikayı geçer veya sık tekrarlarsa 0,25 mg/kg diazepam intravenöz uygulanmalıdır. Bilinç tamamen düzelmeden hasta klinikten ayrılmamalı, intraoral muayene yapılarak yeni yaralanmalar kontrol edilmeli ve ebeveyn eşliğinde evine gönderilmelidir.³⁹



Şekil 10: Hastanın yan yatar pozisyona getirilmesi¹⁴

Damar yolu açılmayan durumlarda diazepam rektal, endotrakeal veya intraosseöz yolla; alternatif olarak midazolam intramüsküler (0,2 mg/kg) dozda uygulanabilir. Benzodiazepinlere yanıt alınamayan durumlarda ikinci basamak tedavi olarak fenitoin tercih edilir. Fenitoin, toplam 20 mg/kg dozda ve dakikada 25–50 mg infüze edilmelidir. Uygulama sırasında ilacın hipotansif etkisi nedeniyle hastanın kan basıncı yakından izlenmelidir. Damar yolu sağlanamaması halinde fenitoinin intramüsküler uygulanması da mümkündür. Tüm bu tedavilere rağmen nöbetin sonlanmaması, hastanın ciddi hayati risk altında olduğunu gösterir; bu durumda hasta derhal hastaneye sevk edilmelidir. Hastaneye ulaşınca kadar vital bulguların sürekli izlenmesi esastır.^{20,22,40,41}

9- ADRENAL YETMEZLİK

Akut adrenal yetmezliğin klinik bulguları özgül olmamakla birlikte; ateş, konfüzyon, sırt, karın ve bacak ağrısı, kusma, hipotansiyon, taşikardi ve elektrolit düzeylerinde bozulmalar şeklinde ortaya çıkabilir. Krizin erken dönemde tanınmaması durumunda tablo hipovolemik şok, bilinç kaybı ve hatta koma ile sonuçlanabilir.^{22,42}

Tedavi:

Kriz sırasında tedavi derhal durdurulmalı ve hastanın vital bulguları değerlendirilmelidir. Hipotansiyon varlığında hasta Trendelenburg pozisyonuna alınmalıdır. Oksijen tedavisi başlatılmalı ve damar yolu açılmalıdır. Bu hastalarda hipoglisemi, hiponatremi, hiperkalemi ve hiperkalsemi görülebilir. Sıvı replasmanı, elektrolit dengesinin sağlanması ve hipotansiyonun düzeltilmesi amacıyla %5 dekstrozu salin solüsyonu uygulanır. Hipogliseminin giderilmesi için %50 IV dekstroz verilir. Ayrıca her 6 saatte bir 100 mg IV hidrokortizon uygulanmalıdır. Hastanın bilincini kaybetmesi durumunda temel yaşam desteği sağlanmalıdır.^{22,43}

10- TOKSİK REAKSİYONLAR

Toksik reaksiyonlar ilacın hızla emilmesi, aşırı doz ve damar içi enjeksiyon gibi nedenlerle meydana gelir.^{44,45} Toksik reaksiyonların en yaygın görülen sebebi lokal anesteziklerdir.⁴⁶

Semptomlar: Konfüzyon (bilinç bulanıklığı), geveleyerek konuşma, yüz ve uzuvlarda titreme, yüksek tansiyon, hızlı kalp atışı ve solunum, baş dönmesi, nistagmus, baş ağrısı, kulak

çınlaması, disoryantasyon, bilinç kaybı, tonik-klonik nöbetler şeklinde görülebılır. İlk uyarılma fazını takiben, sinir sistemi depresyona uğrar ve kan basıncı, kalp atış hızı ve solunum hızı azalır.^{47,48}

Tedavi:

Hasta supine pozisyona getirilir, dolaşımı, solunumu ve hava akışı kontrol edilir. Hasta tonik-klonik konvülsiyonlar sergiliyorsa, oksijen verilmesi gerekir; daha sonra klonik faz bir dakikadan az sürer. Oksijen tedarığı sağlanmazsa, hasta asidoza girebilir. Hava yolu güvenceye alınmalı ve hastanın normal solunumuna izin verildiğinden emin olunmalıdır. Herhangi bir faz iki dakikadan uzun sürerse ve hasta nefes almıyorsa, ambulans çağırılır.^{38,47,49,50}

11-ORTOSTATİK HİPOTANSİYON

Yatar pozisyondan oturur duruma geçişin ya da ayağa kalkmanın ani olması, periferde biriken kanın serebral dolaşıma yeterince hızlı geri dönememesine bağlı olarak gelişen bir durumdur. Bazı hastalarda kısa süreli bilinç kaybı görülebilmekle birlikte, çoğunlukla baş dönmesi ve genel halsizlik ile kendini gösterir.^{9,22}

Tedavi:

Bu tabloya en sık işlem sonrasında hastanın ayağa kaldırılması sırasında rastlanır. Böyle bir durumda hasta tekrar supin pozisyona alınmalı ve oksijen desteği sağlanmalıdır. Hastanın ani şekilde ayağa kalkmasına izin verilmemeli; önce kontrollü biçimde oturur pozisyona getirilmeli, ardından kademeli olarak ayağa kaldırılmalıdır. Gerekli görüldüğünde, her aşamada kan basıncı ölçülerek hasta yakından izlenebilir.^{9,22}

12- HİPERVENTİLASYON

Anksiyetesi yüksek bireylerde görülen hızlı ve derin solunum, akciğerlerden karbondioksit (CO₂) eliminasyonunu artırarak serebral damarlarda vazokonstriksiyona neden olur. Bu durum sonucunda ortaya çıkan hiperventilasyon sendromu; dudaklar ile el ve ayak parmaklarında uyuşma ve karıncalanma, baş dönmesi ve bayılma hissi gibi nörolojik yakınmalarla kendini gösterebilir. Buna eşlik eden artmış solunum sayısı ve derinliği, nefes darlığı algısı, göğüs ağrısı ve ağız kuruluğu solunum sistemi belirtileri arasında yer alır. Ayrıca çarpıntı ve taşikardi gibi kardiyak bulgular ile kas ağrıları, spazmlar, titreme ve tetani şeklinde kas-iskelet sistemi belirtileri görülebılır.²²

Tedavi:

Bu durumda öncelikle yapılan işleme derhal son verilmelidir. Hasta dental koltukta oturur pozisyona alınmalı, sözlü telkinlerle sakinleştirilmeli ve yavaş, kontrollü nefes alması sağlanmalıdır. Hastaya varsa bir kese kâğıdı, yoksa kendi ellerini ağzının önüne kapatarak karbondioksitten zengin havayı soluması önerilmelidir. Semptomların devam etmesi veya şiddetlenmesi halinde, hasta sakinleşene kadar intravenöz (IV) ya da intramüsküler (IM) yolla diazepam veya midazolam gibi sedatif ajanların uygulanması gerekebilir. Klinik tablo düzeldikten sonra hastanın vital bulguları izlenmeli, işlem sonlandırılmalı ve bir sonraki randevuda mümkünse sedasyon altında tedavi planlanmalıdır.²²

12-ANAFİLAKSİ

Anafilaksi, immün ve immün aracılı olmayan mekanizmalar sonucu gelişen, ani başlangıçlı ve yaşamı tehdit edebilen sistemik bir aşırı duyarlılık reaksiyonudur.^{50,51,52,53}

Belirtiler:

Solunum sistemi: Öksürük, göğüs sıkışması, nefes darlığı, hırıltılı solunum, larinks ödemi, bronkospazm.^{54,55}

Kardiyovasküler sistem: Baş ağrısı, çarpıntı, senkop, taşikardi, ritim bozukluğu, ortostatik hipotansiyon ve şok.^{54,55}

Gastrointestinal sistem: Kramp, karın ağrısı, bulantı, kusma ve ishal.^{54,55}

Deri ve mukozal bulgular: Döküntü, eritem ve kaşıntı; anjiyoödem genellikle göz çevresi, ağız çevresi, ağız içi ve ekstremitelerde görülür.^{54,55}

Tedavi:

Alerjik reaksiyonlar, ürtiker, eritem, kaşıntı ve hırıltılı solunum gibi belirtilerle, ilacın verilmesinden sonraki herhangi bir zamanda ortaya çıkabilir.^{56,57}

Bu nedenle hekim, bu belirtileri her zaman tanıyabilmeli, tedaviyi derhal durdurmalı ve gerekli müdahaleye hazır olmalıdır. Anafilaksi saptandığında, çocuklarda deltoid kas veya kalçaya IM olarak 0,01 mg/kg epinefrin uygulanmalıdır; gerekirse doz her 5 dakikada bir tekrarlanabilir. Hasta serebral iskemi riskine karşı Trendelenburg pozisyonuna alınmalı, temel yaşam desteği sağlanmalı, çene öne-yukarı kaldırılarak hava yolu açılmalı ve oksijen verilmelidir. Laringeal ödem nedeniyle hava yolu tamamen tıkanırsa trakeostomi gerekebilir. Vital bulgular ve oksijen satürasyonu sürekli izlenmelidir. Damar yolu açılarak çocuklarda 20 ml/kg salin uygulanmalıdır. Durum düzeldikten sonra, antihistaminik (difenhidramin 1–2 mg/kg IV veya IM, maksimum 50 mg) ve yeniden reaksiyonu önlemek için kortikosteroid (hidrokortizon 5 mg/kg, maksimum 250 mg) verilebilir.^{20,58,59,60}

KAYNAKÇA

- Güven Polat, G. (2021). Çocuk diş hekimliğinde medikal acil durumlar. İstanbul: Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı.
- Goepferd, S. J. (1979). Medical emergencies in the pediatric dental patient. *Pediatric Dentistry*, 1(2), 115–121.
- Vranić, D. N., Jurković, J., Jeličić, J., Balenović, A., Stipančić, G., & Čuković-Bagić, I. (2016). Medical emergencies in pediatric dentistry. *Acta Stomatologica Croatica*, 50(1), 72–80.
- Malamed, S. F. (2015). *Medical emergencies in the dental office* (7th ed.). St. Louis, MO: Mosby
- Meštrović, J. (2012). *Hitna stanja u pedijatriji* (2. hrv. izd.). Zagreb: Medicinska naklada.
- Batchelor, H. K., & Marriott, J. F. (2015). Paediatric pharmacokinetics: Key considerations. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 79(3), 395–404.
- Degoricija, V. (2011). *Hitna medicina*. Zagreb: Libar.19
- Coulthard, P., Horner, K., Sloan, P., & Theaker, E. D. (2003). *Master dentistry: Oral and maxillofacial surgery, radiology, pathology and oral medicine* (Vol. 1, 1st ed.). Spain: Elsevier Science Limited.
- Fragiskos, F. D. (2007). *Oral surgery*. Heidelberg: Springer.
- U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute. (2004). *The seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure*. Bethesda, MD: National Heart, Lung, and Blood Institute.
- American Dental Association. (2020, September 29). *Oral health topics: Antibiotic stewardship*. American Dental Association. Retrieved July 20, 2021.
- Wilson, W. R., Gewitz, M., Lockhart, P. B., Bolger, A. F., DeSimone, D. C., Kazi, D. S., ... Baddour, L. M. (2021). Prevention of viridans group streptococcal infective endocarditis: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 143(20), e963–e978.
- Biarent, D., Bingham, R., Eich, C., López-Herce, J., Maconochie, I., Rodríguez-Núñez, A., ... Zideman, D. (2010). European resuscitation council guidelines for resuscitation 2010: Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation*, 81(10), 1364–1388.
- Negovetić Vranić, D., Jurković, J., Jeličić, J., Balenović, A., Stipančić, G., & Čuković-Bagić, I. (2016). *Hitna stanja u dječjoj stomatologiji*. *Acta Stomatologica Croatica*, 50(1), 72–80.
- Malamed, S. F. (2003). Emergency medicine in pediatric dentistry: Preparation and management. *Journal of the California Dental Association*, 31(10), 749–755.
- Malamed, S. F. (2003). Allergy and toxic reactions to local anesthetics. *Dentistry Today*, 22(4), 114–121.
- Protzman, S., Clark, J., & Leeuw, W. (2015). Management of medical emergencies in the dental office. Crest Oral-B at dentalcare.com Continuing Education Course.

- Walls, R. M., Murphy, M. F., Luten, R. C., et al. (Eds.). (2004). *Manual of emergency airway management* (2nd ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2015). *Çocukluk çağı diyabeti eğitimci rehberi* (Yayın No: 944). Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı.
- Andersson, L., Kahnberg, K. E., & Pogrel, M. A. (2010). *Oral and maxillofacial surgery* (1st ed.). United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.
- Guettier, J. M., & Gorden, P. (2006). Hypoglycemia. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 35, 753–766.
- Peterson, L. J., Ellis, E., Hupp, J. R., & Tucker, M. R. (2003). *Contemporary oral and maxillofacial surgery* (4th ed.). St. Louis, MO: Mosby Inc.
- Srinivasan, V., Spinella, P. C., Drott, H. R., Roth, C. L., Helfaer, M. A., & Nadkarni, V. (2004). Association of timing, duration, and intensity of hyperglycemia with intensive care unit mortality in critically ill children. *Pediatric Critical Care Medicine*, 5(4), 329–336.
- Longstreth, W. T., Jr., Copass, M. K., Dennis, L. K., Rauch-Matthews, M. E., Stark, M. S., & Cobb, L. A. (1993). Intravenous glucose after out-of-hospital cardiopulmonary arrest: A community-based randomized trial. *Neurology*, 43(12), 2534–2534.
- Kodituwakku, R., Palmer, S., & Prosad Paul, S. (2017). Management of foreign body ingestions in children: Button batteries and magnets. *British Journal of Nursing*, 26(8), 456–461.
- Gregori, D., Salerni, L., Scarinzi, C., et al.; ESFBI Study Group. (2008). Foreign bodies in the upper airways causing complications and requiring hospitalization in children aged 0–14 years: Results from the ESFBI study. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 265(8), 971–978.
- İyi, Z., & Kahriman, İ. (2019). Çocukta yabancı cisim aspirasyonu ve kurtarıcı uygulamalar. 2. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi (s. 7). Samsun: Farabi Yayınevi.
- Duman, M. (2013). *Çocuklarda ileri yaşam desteği kurs kitabı. Çocuk Acil Tıp ve Yoğun Bakım Derneği*.
- Sin, B. A. (1999). Astmada akut atak ve tedavisi. *Türkiye Tıp Dergisi*, 6(1), 61–68.
- Miracle, V., & Winston, M. (2001). Take the wind out of asthma. *Nursing Management*, 24–30.
- Borkgren, M. W., & Gronkiewicz, C. A. (1995). Update your asthma care from hospital to home. *American Journal of Nursing*, 26–34.
- Fesci, D. H., & Görgülü, A. Ü. (2005). Astım ve yaşam. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 12(1), 77–83.
- Becker, D. E. (1990). Management of respiratory complications in clinical dental practice: Pathophysiological and technical considerations. *Anesthesia Progress*, 37(4), 169–175.
- Rosenberg, M. (2010). Preparing for medical emergencies: The essential drugs and equipment for the dental office. *Journal of the American Dental Association*, 141(Suppl. 1), 14S–19S.
- Kozacı, N., & Kekeç, Z. (2016). Senkop. *Türkiye Klinikleri Emergency Medicine–Special Topics*, 2(2), 66–74.

- Randhawa, S., Roberts-Turner, R., Woronick, K., & DuVal, J. (2011). Implementing and sustaining evidence-based nursing practice to reduce pediatric cardiopulmonary arrest. *Western Journal of Nursing Research*, 33, 443–456
- Akdağ, G., Algın, D., & Erdinç, O. (2016). Epilepsi / epilepsy. *Osmangazi Tıp Dergisi*, 38(1)
- Petranker, S., Nikoyan, L., & Ogle, O. E. (2012). Preoperative evaluation of the surgical patient. *Dental Clinics of North America*, 56(1), 163–181.
- Chung, W. L. (2013). Anesthesia equipment for the oral and maxillofacial surgery practice. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 25(3), 373–383.
- Greenwood, M., & Meechan, J. G. (2013). General medicine and surgery for dental practitioners: Part 3. Management of specific medical emergencies in dental practice. *British Dental Journal*, 217, 21–26.
- Tintinalli, J. E., Stapczynski, J. S., Cline, D. M., Ma, O. J., Cydulka, R. K., & Meckler, G. D. (2011). *Tintinalli's emergency medicine: A comprehensive study guide* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Yaltırık, M., Özer, S., Tonguç, S., & Kocaelli, H. (2012). Management of epileptic patients in dentistry. *Surgical Science*, 3, 47–52.
- Khalaf, M. W., Khader, R., Cobetto, G., Yepes, J. F., Karounos, D. G., & Miller, C. S. (2013). Risk of adrenal crisis in dental patients: Results of a systematic search of the literature. *Journal of the American Dental Association*, 144, 152–160.
- Agarwal, R., Porter, M. H., & Obeid, G. (2013). Common medical illnesses that affect anesthesia and their anesthetic management. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 25(3), 407–438.
- Krost, W. S. (2004). Pediatric pulmonary emergencies. *Emergency Medical Services*, 33(1), 71–77.
- Herlich, A. (2013). Anesthetic emergencies in oral surgery: Malignant hyperthermia, endocrinopathy, and neurologic events. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 25(3), 507–514.
- Todd, D. W. (2013). Pediatric sedation and anesthesia for the oral surgeon. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 25(3), 467–478.
- Campbell, R. L., Bellolio, M. F., Knutson, B. D., et al. (2015). Epinephrine in anaphylaxis: Higher risk of cardiovascular complications and overdose after administration of intravenous bolus epinephrine compared with intramuscular epinephrine. *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 3, 76–80.
- Del Pizzo, J., & Callahan, J. M. (2014). Intranasal medications in pediatric emergency medicine. *Pediatric Emergency Care*, 30, 496–501.
- Orhan, F., Civelek, E., Sahiner, U. M., Arga, M., Can, D., Çalışkaner, A. Z., et al. (2018). Anaphylaxis: Turkish national guideline 2018. *Asthma Allergy Immunology*, 16(Suppl. 1), 1–62.
- Lieberman, P., Nicklas, R. A., Randolph, C., Oppenheimer, J., Bernstein, D., Bernstein, J., et al. (2015). Anaphylaxis—a practice parameter update 2015. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 115(5), 341–384.

- Simons, F. E., Arduoso, L. R., Dimov, V., Ebisawa, M., El-Gamal, Y. M., Lockey, R. F., et al.; World Allergy Organization. (2013). World Allergy Organization anaphylaxis guidelines: 2013 update of the evidence base. *International Archives of Allergy and Immunology*, 162(3), 193–204.
- Shaker, M. S., Wallace, D. V., Golden, D. B., Oppenheimer, J., Bernstein, J. A., Campbell, R. C., et al. (2020). Anaphylaxis—a 2020 practice parameter update, systematic review and GRADE analysis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*.
- Rosenberg, M. B. (2004). Medical emergencies in the pediatric patient: Airway management. *Journal of the Massachusetts Dental Society*, 52(4), 46–48.
- Rotta, A. T., & Wiryawan, B. (2003). Respiratory emergencies in children. *Respiratory Care*, 48(3), 248–258.
- Klauer, K. M. (2014). Adrenal crisis in emergency medicine: Treatment & management. *Medscape*. Retrieved from <http://emedicine.medscape.com/article/765753-treatment>.
- Gesek, D. J., Jr. (2013). Respiratory anesthetic emergencies in oral and maxillofacial surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 25, 479–486.
- Malamad SF. Medical emergencies in the dental office. 6th ed. St. Louis, MO; Mosby Elsevier: 2007
- Sampson HA, Munoz-Furlong A, Campbell RL, Adkinson NF, Bock SA, Branum A, Brown SGA, Camargo CA, Cydulka R, Galll SJ, Gidudu J, Gruchalla RS, Harlor AD, Hepner DL, Lewis LM, Lieberman PL, Metcalfe DD, O'Connor R, Muraro A, Rudman A, Schmitt C, Scherrer D, Simons FE, Thomas S, Wood JP, Decker WW. Second symposium on the definition and management of anaphylaxis: summary report – Second National Institute of Allergy and Infectious Disease/Food Allergy and Anaphylaxis Network symposium. *J Allergy Clin Immunol* 2006; 117: 391-7.
- Godara, H., Hirbe, A., Nassif, M., Otepka, H., & Rosenstock, A. (2014). The Washington manual of medical therapeutics (34th ed., pp. 377–399). Hong Kong, China: Lippincott Williams & Wilkins.

BÖLÜM 6

DİŞ SÜRMESİ

*Şeyma DEMİRCİ ÇELİK¹, Ebru HAZAR BODRUMLU²,
Melek BELEVCİKLİ³*

¹ Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti ABD ORCID:0009-0006-9939-1284

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

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

Sürme (Erupsiyon) ve Kök Gelişimi

Diş sürmesi tanımlanmadan önce kök gelişiminin anlaşılması gereklidir, çünkü bu iki süreç birbiriyle yakından ilişkilidir. Diş kronunun oluşumu sırasında, aynı anda gerçekleşen birçok karmaşık gelişimsel olay söz konusudur. Benzer bir durum kök oluşumu için de geçerlidir. Klinik kuronun oluşumu tamamlandığında, iç ve dış mine epiteli semento-mine birleşiminde katlanarak aralarında herhangi bir doku bulunmadan apikal yönde büyümeye devam eder. Bu aşamada, daha önce bu bölgede bulunan stellate retikulum (yıldızsı ağ dokusu) ortadan kaybolur. İç ve dış diş epitellerinin stellate retikulum olmadan birleşmesiyle oluşan yapı Hertwig epitel kök kını olarak adlandırılır. Bu yapı, diş kökünün şekli ve boyutunun belirlenmesinde önemli bir rol oynar ve aynı zamanda dişin sürme sürecine de katkıda bulunur.¹

Kapsamlı bir süreç içerisinde meydana gelen diş sürmesi; dişin dentoalveolar kemik içinde gelişerek çoğu zaman senkronize ve simetrik bir şekilde ağız içerisindeki konumunu alıp, karşıt dişlerle temasa geçerek çiğneme gibi fonksiyonel hareketlerin olduğu dönemi de içine alan fizyolojik olayların bütünü olarak tarif edilmektedir.²

Sürme Aşamaları

Diş sürmesi üç farklı evreye ayrılabilir:

- 1. Sürme öncesi evre**
- 2. Sürme evresi – fonksiyon öncesi dönem**
- 3. Sürme sonrası evre – fonksiyonel dönem**

Sürme öncesi evre, diş kökünün oluşumunun başladığı ve dişin kemik içinde bulunduğu yerden ağız boşluğu yönüne doğru hareket etmeye başladığı dönemdir.³

Sürme hareketleri kök oluşumunun başlamasıyla ortaya çıkmakta ve dişin kök gelişiminin başlangıç noktasından uzaklaşmasına olanak tanıyacak şekilde devam etmektedir.⁴ Sürme hareketlerinin oluşabilmesinin temelde iki faktöre bağlı olduğu bilinmektedir. Bu faktörler; diş sürme yolu boyunca hareket ettirecek kuvvetin oluşması ve sürme yolundaki kemik ile süt dişi köklerinin ortadan kaldırılmasıyla sürme yolunun oluşturulması olarak sıralanmaktadır. Sürmekte olan bir dişin kök ucundaki hücre çoğalması dişe baskı yaparak güç uyguladığı yönünde fikirler ortaya atılmasına karşı; yapılan çalışmalarda sürme faaliyetleri başladıktan sonra kök ucunun kesilmesinin diş sürmesine engel olmadığı da saptanmıştır.⁵ Dişlerin sürme yolu osteoklastlarca meydana getirilmektedir fakat; osteoklastların meydana çıkması ve sürme yolunun meydana getirilmesine sebep olan sistem hala tam olarak saptanamamıştır.^{6,7}

Fonksiyon öncesi sürme evresi, diş kökünün gelişiminin devam ettiği ve dişin dişeti yüzeyine ulaştığı dönemi kapsar.³

Sürme yolunun meydana gelişi diş tüberküllerinin alveolar kemik tavanına yönlenerken buraya ulaşmasıyla sonuçlanır ve bu olayla da diş sürmesi hız kazanır. Sürmekte olan diş mukozanın epitel yüzeyine değdiğinde mine epitelinin kalınlığında artış ve değişim meydana gelir. Daha sonra mine epiteli ve mukoza epiteli birleşir.⁸ Mukozaya penetre olmadan hemen önce ve penetrasyon süresince salgılanan mine matriks proteinlerinin diş sürmesinin klinik semptomlarının sebebi olarak rol aldığı farz edilmektedir.⁹

Diş, ağız boşluğuna sürüp karşıt arkta bulunan dişle (antagonist) temas ettikten sonra **fonksiyonel sürme evresine** girmiş kabul edilir.¹⁰

Dişler okluzal düzleme geldiğinde sürme hızı bariz seviyede azalır fakat diş sürmesi ömür boyu yavaş bir şekilde ilerler.¹¹ Bu olay; dişin işlevsel okluzyonu oluşturma yatkınlığı, okluzal düzlemin dikey ebatlarının korunma gayreti, işlevsel kemik deformasyonunun ortaya çıkışı ve doğrudan okluzal kuvvetlerin tesiriyle kısmen izah edilebilmektedir.¹²

Sürme tablolarında genellikle dişin ilk kez ağızda görüldüğü zaman belirtilir. Diş, dişeti yüzeyine çıktığı sırada kök uzunluğunun genellikle **yaklaşık yarısı ile üçte ikisi** arasındaki bir kısmı oluşmuş durumdadır.³

Sürme Teorileri

Sürmenin işleyişi uzun zamandır araştırılmaktadır ve sürme faaliyetlerinin nasıl meydana geldiğine yönelik 8 farklı teori ortaya atılmıştır.^{13,14}

- 1. Kök Uzama Teorisi:** Bu teoriye göre, kök gelişiminin ilerlemesine bağlı olarak alveolar kemiğin apikalinde basınç meydana gelir ve oluşan bu kuvvet diş ağız boşluğuna yönlendirir. Kök uzaması sonucunda oluşan basınç sebebiyle daimi dişin alt kısmında kemik yapımı, üst kısmında ise kemik yıkımı izlenmektedir.¹⁵⁻¹⁷ Fakat bu teori, kök gelişimine rağmen gömülü kalmış olan dişleri veya kök gelişimi tamamlanmamış olsa da dişlerin ağız içine sürüp yer almasına açıklama getirmemektedir. Bunlara rağmen, kök gelişimi sürme sürecine katkıda bulunur ve dişlerin fonksiyona gelmediği zamanda da kök uzamasının devam ettiği hatırla tutulmalıdır.¹⁸
- 2. Pulpanın Gelişimi Teorisi:** Pulpa dokusu, açık olan apeks yönünde gelişip alveol tabanına basınç yaparak dişin okluzal yönde hareketini sağlar. Bu teoriyi desteklemek amacıyla, alveol tabanında bulunan spongioz trabeküllerindeki lamellerin kemik yüzeyine dikey yönde dizilmeleri belirtilmektedir. Kemik yüzeyine paralel veya farklı doğrultularda bulunan lamellerin, basınç altındayken kemik yüzeylerine dikey dizildikleri bilinmektedir. O halde, pulpa dokusu gelişiminin alveol tabanına basınç uyguladığı doğrulanmıştır; ancak, kökleri kapanmış olan ve pulpa gelişimi sona ermiş olan dişlerin sürmeye devam etmesi, bu teorisinin tek başına diş sürmesini izah etmeye yetmeyeceğini göstermektedir.¹⁹
- 3. Hidrostatik Basınç Teorisi:** Dişin periapikal dokularında meydana gelen hidrostatik basınçtaki artışın (özellikle damarsal) diş okluzale doğru iten kuvvet olduğunu savunur.^{20,21} Dişin periapikalindeki ekstrasellüler matriksteki damarlanmanın artmasının, dişlerin okluzal düzleme doğru olan sürme hareketini kolaylaştırdığı temeline dayanmaktadır.²²
- 4. Periodontal Ligament (PDL) Teorisi:** Periodontal ligament (PDL) liflerinin devamlı yenilenmesi ve oluşumu, diş sürmesinin temel faktörleri olarak görülür. PDL lifleri kontraktil özellik gösteren fibroblastlar açısından oldukça zengindir. Oblik liflerin kasılması dişleri ekseni boyunca hareket ettirebilir. Fakat yapılan hayvan çalışmalarında; PDL'yi zayıflatmak amacıyla kullanılan çeşitli maddelerin, kullanılmayan çalışmalara oranla belirgin bir fark yaratmadığı görülmüştür. Bu durum PDL teorisinin sürmeyi tek başına açıklayamayacağını göstermektedir.²³
- 5. Dental Folikül Teorisi:** Dental folikül, diş ve dişin çevresindeki alveol kemik arasında yer alan gevşek bağ dokusudur. Folikülün çıkarılmasıyla diş sürmesinin durduğu gözlemlenmiş, bu da dental folikülün sürmede önemli bir rol oynadığını göstermiştir.^{24,25} Dental folikülün hem alveolar kemiği hem de süt diş köklerini rezorbe edip sürmeyi koordine ederek

düzenlediği rapor edilmiştir.²⁶ Bu doku alveolar kemik ile diş arasındaki konumu itibarıyla sürme ile ilgili hücresel süreçleri düzenlemek için uygun bir yere sahiptir. Hem rezorpsiyonda gerekli olan hücrelerin alveolar kemiğe ulaşmasını sağlar, hem de diştten aldığı biyolojik sinyalleri ilgili dokulara iletir.²⁷

6. **Denge Teorisi:** Bu teori; mandibulanın dikey yönde büyümesi devam ettikçe dişlerde de fonksiyonel okluzal düzlemle temaslarını korumak için buna cevap olarak ek bir sürme meydana geldiğini açıklar. Yani, dişler karşıt ark dişleriyle temasını sürdürmek için okluzal yönde hareket ederler.²⁸
7. **Alveoler Remodelasyon Teorisi:** Sürmekte olan dişin altında bulunan kemik miktarındaki artışın, diş sürme yoluna doğru iten kuvvet olduğu ileri sürülür. Apikal bölgedeki alveolar kemikte meydana gelen bu artış diş sürme yönünde destekler. Fakat alveolar kemik miktarındaki artışın sürmenin sebebi mi, yoksa dişin hareketine bir yanıt mı olduğu henüz netleşmemiştir. Alveolar kemiğin büyüüp gelişmesi, diş gelişimi ve sürme ile yakından ilişkili olsa bile, tek başına kemik oluşumu sürmeyi başlatmak için yeterli görünmemektedir.²⁹
8. **Polarize folikül teorisi** insanlarda diş sürmesinin başlangıç evrelerine en iyi açıklama getiren teoridir. Bu teoriye göre; kök oluşumu başladığında folikülün koronal bölümünde kemik yıkımı olurken, folikülün apikal kısmında ise selektif kemik büyümesi görülmektedir.³⁰

Diş Sürme Sürecindeki Moleküler Mekanizmalar

Süt dişlerinin eksfoliasyon süreci, daimi dişin sürme basıncının süt dişinin kök ucunda ve çevresinde oluşturduğu etkiler sonucu meydana gelir. Bu sürme basıncı, osteoklastların gelişimini uyarır. Osteoklastlar, diş kökü, dentin, sement ve çevredeki kemiğin kademeli olarak rezorpsiyonunu gerçekleştirir ve böylece süt dişi düşerek yerini alttan gelen daimi dişe bırakır.³

Diş sürme süreci oldukça karmaşıktır ve birçok mekanizma bu süreçte rol oynar. Bu konuda yapılan güncel derleme makaleleri, sürecin altında yatan biyolojik ve moleküler mekanizmaları açıklamaya yöneliktir.³¹

Diş sürme sürecinin başlama sırasında gerekli olan moleküllerin belirlenmesinde; Epidermal Büyüme Faktörünün (EGF) Cohen tarafından izole edilip ve hayvanlara enjekte edildikten sonra keser dişlerin sürmesini hızlandırdığının keşfedilmesi önemli rol oynamıştır.³² Hayvanlara yapılan benzer bir çalışmada keser dişlerin sürmesinin başka bir büyüme faktörü olan Transforme Edici Büyüme Faktörünün (TGF) etkisiyle de hızlandığı görülmüştür.³³ Stelat retikulum ile dental folikül arasındaki parakrin sinyal iletimi, mononükleer hücrelerin çekilmesi için kemotaktik moleküllerin, koloni uyarıcı faktör 1 (CSF-1) ve monosit kemotaktik protein 1 (MCP-1) sentez ve salgılanmasıyla sonuçlanır.³¹ CSF-1'in monosit, makrofaj ve osteoklastların büyüme ve farklılaşmasını sağlayarak dişlerin sürmesini hızlandırıcı bir etkisi olduğu saptanmıştır.³⁴ MCP-1 dental folikülden salgılanarak mononükleer hücrelerin dental foliküle göç etmesini sağlar.³⁵ Sürmekte olan bir dişin çevresindeki kemik yapım ve yıkımının dental folikül tarafından eksprese edilen genlerce düzenlenebileceği düşünülmektedir.^{36,37} Hayvanlardan elde edilen dental foliküllerden eksprese edilen bu sinyal moleküllerinden bir tanesi de RANKL'dır.^{38,39} RANKL reseptörleri osteoklast prekürsörleri tarafından taşınan RANK reseptörleriyle birleşerek osteoklastların oluşumunu artırır ve aktive olmasını sağlar. CSF-1 ile genin ekspresyonu artarken, osteoprotegerin ile genin hücreler arası iletişimi inhibe olur.⁴⁰⁻⁴²

Diş sürmesiyle ilgili anormal durumlarla karşılaşan klinisyenler için, bu **moleküler mekanizmalar** hakkında bilgi sahibi olmak büyük önem taşır.³¹

Dişlerin Kronolojik Gelişimi ve Sürmesi

Tablo-1, dişlerin döllemeden ergenliğe kadar olan çeşitli gelişim aşamalarını göstermektedir.⁴³ Süt dişleri anne karnında 6. haftada oluşmaya başlar ve tüm süt dişlerinin mine oluşumu genellikle 1 yaşına kadar tamamlanır. İlk süren süt dişleri, 6 aylıkken çıkan alt çene süt orta kesici dişleridir ve tüm süt dişleri genellikle 2 yaşına kadar sürer.³

Diş	Sert Doku Oluşumu Başlangıcı	Doğumda Oluşmuş Mine Miktarı	Mine Oluşumu Tamamlanma Zamanı	Sürme Zamanı	Kök Oluşumu Tamamlanma Zamanı
SÜT DİŞLENMESİ (DECIDUOUS DENTITION)					
Maksilla (Üst Çene)					
Santral	İntrauterin 4. ay	Beşte altı	6. hafta	30. hafta	1½ sene
Lateral	İntrauterin 4½ ay	Üçte iki	10. hafta	36. hafta	2. sene
Kanin	İntrauterin 5. ay	Üçte bir	36. hafta	72. hafta	3¾ sene
1. Molar	İntrauterin 5. ay	Tüberküller birleşmiş	24. hafta	56. hafta	2½ sene
2. Molar	İntrauterin 6. ay	Tüberkül uçları hâlâ ayrı	44. hafta	96. hafta	3. sene
Mandibula (Alt Çene)					
Santral	İntrauterin 4½ ay	Beşte üç	10. hafta	24. hafta	1½ sene
Lateral	İntrauterin 4½ ay	Beşte üç	12. hafta	28. hafta	1½ sene
Kanin	İntrauterin 5. ay	Üçte bir	36. hafta	64. hafta	3¾ sene
1. Molar	İntrauterin 5. ay	Tüberküller birleşmiş	22. hafta	48. hafta	2¼ sene
2. Molar	İntrauterin 6. ay	Tüberkül uçları hâlâ ayrı	40. hafta	80. hafta	3. sene
KALICI DİŞLENME (PERMANENT DENTITION)					
Maksilla (Üst Çene)					
Santral	12.–16. hafta		4.–5. sene	7.–8. Sene	10. sene
Lateral	40.–48. hafta		4.–5. sene	8.–9. Sene	11. sene
Kanin	16.–20. hafta		6.–7. sene	11.–12. sene	13.–15. Sene
1. Premolar	1½–1¾ sene		5.–6. sene	10.–12. sene	12.–13. Sene
2. Premolar	2–2¼ sene		6.–7. sene	10.–12. sene	12.–14. Sene
1. Molar	Doğum esnasında	Bazen iz şeklinde	2½–3. sene	6.–7. Sene	9.–10. Sene
2. Molar	2½–3. sene		7.–8. sene	12.–13. sene	14.–16. Sene
3. Molar	7.–9. sene		12.–16. sene	17.–21. sene	18.–25. Sene
Mandibula (Alt Çene)					
Santral	12.–16. hafta		4.–5. sene	6.–7. Sene	9. sene
Lateral	12.–16. hafta		4.–5. sene	7.–8. Sene	10. sene
Kanin	16.–20. hafta		6.–7. sene	9.–10. Sene	12.–13. Sene
1. Premolar	1¾–2. sene		5.–6. sene	10.–12. sene	12.–13. Sene
2. Premolar	2¼ sene		6.–7. sene	11.–13. sene	13.–14. Sene
1. Molar	Doğum esnasında	Bazen iz şeklinde	2½–3. sene	6.–7. Sene	9.–10. Sene
2. Molar	2½–3. sene		7.–8. sene	11.–13. sene	14.–15. Sene
3. Molar	8.–10. sene		12.–16. sene	17.–21. sene	18.–25. Sene

Tablo-1: (WHG Logan ve R Kronfeld'in araştırmalarına dayanmaktadır); Kronfeld R, Schour I tarafından uyarlanmıştır; daha sonra McCall JO, Wald SS tarafından uyarlanmıştır: Klinik diş röntgenolojisi: çocuk ve genç yetişkinlerin röntgen çalışmaları da dahil olmak üzere teknik ve yorumlama. Philadelphia: WB.

Daimi birinci molar diş, germ oluşumu görülen ilk diştir ve bu oluşum anne karnında 4. ayda gerçekleşir. Bunu, 5. ay civarında oluşumu başlayan santral ve lateral kesici dişler takip eder. Kaninler ise doğumdan önce oluşmaya başlayan diğer tek daimi dişlerdir ve anne karnında yaklaşık 6. ayda gelişimleri başlar. Birinci ve ikinci küçük azı dişleri ile ikinci ve üçüncü molar dişlerin germ oluşumu ise doğumdan sonra gerçekleşir.³

Doğumda, sert doku oluşumu gösteren tek daimi dişler birinci daimi molar dişlerdir.¹ Üçüncü molar dişler hariç tüm daimi dişler, 3 yaşına gelindiğinde sert doku oluşumu göstermektedir.⁴³

Sürme Sırasındaki Varyasyonlar

Mandibular daimi birinci molar dişler genellikle ilk süren daimi dişlerdir. Bunları kısa süre sonra mandibular santral kesici dişler takip eder.³¹

New York'taki Newburgh ve Kingston şehirlerinde 16.000 çocuğun kayıtlarını inceleyen Carlos ve Gittelsohn, hem erkeklerde hem kızlarda mandibular daimi santral kesici dişlerin ortalama sürme zamanının daimi birinci molar dişlerden yaklaşık **1,5 ay daha erken** olduğunu belirtmişlerdir.⁴⁴

Daimi dişlerin sürme sırasındaki **cinsiyet farkı** da dikkat çekicidir. Kızlarda mandibular kanin, maksiller ve mandibular birinci küçük azı dişlerinden **önce** sürerken; erkeklerde bu sıra tersidir. Maksiller ve mandibular birinci küçük azı dişleri, mandibular kaninden önce sürer.⁴⁴

Moyers, mandibulada daimi dişlerin en yaygın sürme sırasını şu şekilde belirtmiştir:

- 1. Molar
- Santral
- Lateral
- Kanin
- 1. Premolar
- 2. Premolar
- 2. Molar ⁴⁵

Maksillada en yaygın sürme sırası ise:

- 1. Molar
- Santral
- Lateral
- 1. Premolar
- 2. Premolar
- Kanin
- 2. Molar ⁴⁵

Diş Sürme Sırasında Meydana Gelen Lokal ve Genel Belirtiler

Süt dişleri çoğu zaman herhangi bir semptom olmaksızın diş eti mukozasını delerek sürerler. Fakat bazı çocuklarda sürmekte olan dişin çevresindeki ağız mukozasında kızarıklık ve sürme alanında şişlik gibi lokal belirtiler görülebilir. Bu semptomlar klinik olarak dişin sürmesinden birkaç gün öncesinde gözlemlenmektedir. Bununla birlikte çocuklarda diş etlerinde kaşıntı, tükürük salgısında

artış ve bazen hafif derecede ateş de görülebilmektedir.³⁰ Diş ıkarma döneminde görülen ateş, sıklıkla diş sürmesine bağlansa da hekimlerin ateşi başka bir enfeksiyonun göstergesi olabileceğini mutlaka değerlendirmesi gerekir. Ateşi yalnızca diş çıkarma ile açıklamak riskli sonuçlara yol açabilir.⁴⁶

Diş eti kreterine masaj yapmak açıkça rahatlama sağlayacağından diş etinin çeşitli ilaçlarla ovulması önerilmektedir. Kolay temizlenebilmesi, yutulamaz oluşu ve diş etlerini yaralamaması nedeni ile bir ısırma lastiği de önerilebilir.³⁰

KAYNAKLAR

- Orban BJ. Oral Histology and Embryology. Mosby: St Louis; 1957.
- Massler M, Schour I. Studies in tooth development: theories of eruption. Am J Orthodont Oral Surg 1941; 27: 552-576.
- Arthur J. Nowak, Jhon R. Christensen, Tad R. Mabry, Janice A. Townsend, Martha H. Wells. Pediatric Dentistry Infancy Through Adolescence, 6. Baskı; 580-589.
- Proffit WR, Frazier-Bowers SA. Mechanism and control of tooth eruption: overview and clinical implications. Orthod Craniofac Res. 2009; 12: 59-66.
- Marks SC, Schroeder HE. Tooth eruption: theories and facts. Anat Rec. 1996; 245: 374-393.
- Cahill DR. Eruption Pathway Formation in the Presence of Experimental Tooth Impaction in Puppies. Anat. Rec. 1968; 164: 67-78.
- Cahill DR. Histological changes in the bony crypt and gubernacular canal of erupting permanent premolars during deciduous premolar exfoliation in beagles. J. Dent. Res. 1974; 53: 786-791.
- Toto PD, Sicher H. Eruption of teeth through the oral mucosa. Periodontics. 1966; 4: 29-32.
- Pierce AM, Lindskog S, Hammarstrom L. IgE in postsecretory ameloblasts suggesting a hypersensitivity reaction at tooth eruption. J. Dent. Children. 1986; 53: 23-26.
- Brauer JC, Demeritt WW, Higley LB, et al. Dentistry for Children. McGraw-Hill: New York; 1959.
- Carlson H. Studies on the rate and amount of eruption of certain human teeth. Am. J. Orthodont. Oral Surg. 1944; 30: 575-588.
- Katona TR, Haihong Qian MSME. A mechanism of noncontinuous supraosseous tooth eruption. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001; 120: 263-71.
- Marks SC, Schroeder HE. Tooth eruption: theories and facts. Anat Rec 1996; 245:374-93.
- Marks Sc, Svendsen H, Andreasen JO. Theories of tooth eruption in humans. In: Andreasen JO, Kølsten Petersen J, Laskin DM, eds. Textbook and color atlas of tooth impactions. Copenhagen: Munksgaard, 1997; 20-43.
- Frazier-Bowers, S. A., & Rhoads, S. G. (2010). Primary tooth resorption and its role in the normal tooth eruption process. Endodontic Topics, 23, 73-78.
- Paulsen, H. U., Shi, X. Q., Welander, U., Huggare, J., & Scheutz, F. (2001). Eruption pattern of autotransplanted premolars visualized by radiographic color-coding. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 119(4), 338-345. doi:10.1067/mod.2001.114686.
- Wise, G., & King, G. (2008). Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement. Journal of dental research, 87(5), 414-434.
- Cahill, D. R. (1969). Eruption pathway formation in the presence of experimental tooth impaction in puppies. Anat Rec, 164(1), 67-77. doi:10.1002/ar.1091640105.

- Gülhan A. Pedodonti. İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Yayınları, İstanbul, 1994.
- Paulsen, H. U., Shi, X. Q., Welander, U., Huggare, J., & Scheutz, F. (2001). Eruption pattern of autotransplanted premolars visualized by radiographic color-coding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119(4), 338-345. doi:10.1067/mod.2001.114686.
- Nanci, A. (2007). Physiologic tooth movement: eruption and shedding. *Ten Cate's oral histology-development, structure, and function*, 268-289.
- Cheek, C. C., Paterson, R. L., & Proffit, W. R. (2002). Response of erupting human second premolars to blood flow changes. *Archives of oral biology*, 47(12), 851-858.
- Berkovitz, B. K., Migdalski, A., & Solomon, M. (1972). The effect of the lathyrctic agent aminoacetonitrile on the unimpeded eruption rate in normal and root-resected rat lower incisors. *Arch Oral Biol*, 17(12), 1755-1763. doi:10.1016/0003-9969(72)90239-7.
- Cahill, D. R., & Marks Jr, S. C. (1980). Tooth eruption: evidence for the central role of the dental follicle. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 9(4), 189-200.
- Jr, S. M., & Cahill, D. (1987). Regional control by the dental follicle of alterations in alveolar bone metabolism during tooth eruption. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 16(4), 164-169.
- Marks Jr, S., & Cahill, D. (1984). Experimental study in the dog of the non-active role of the tooth in the eruptive process. *Archives of oral biology*, 29(4), 311-322.
- Wise, G., Frazier-Bowers, S., & D'souza, R. (2002). Cellular, molecular, and genetic determinants of tooth eruption. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13(4), 323-335.
- Sai Charan, K., Sangeetha, R., Santana, N., Priya, G., Kumari, M., Murali, P., & Gayathri, V. (2022). The tooth eruption and its abnormalities- A narrative review. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 13(3), 109- 114. doi: 10.4103/srmjrds.srmjrds_83_22
- Choukroune, C. (2017). Tooth eruption disorders associated with systemic and genetic diseases: clinical guide. *Journal of Dentofacial Anomalies and Orthodontics*, 20(4), 402.
- Göran Koch, Sven Poulsen. Çocuk Diş Hekimliği'ne Klinik Yaklaşım 2. Baskı;198-199,203.
- Jeffrey A. Dean. McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent 11. Baskı;403-405.
- Cohen S. Isolation of a mouse submaxillary gland protein accelerating incisor eruption and eyelid opening in the newborn animal. *J Biol Chem*. 1962; 237: 1555-1562.
- Tam JP. Physiological effects of transforming growth factor in the newborn mouse. *Science*. 1985; 229: 673- 675.
- Cielinski MJ, Jolie M, Wise G, Ando D, Marks SJ. Colony-stimulating factor-1 (CSF-1) is a potent stimulator of tooth eruption in the rat. In: Davidovitch Z, editor. *The biological mechanisms of tooth eruption, resorption and replacement by implants*. Birmingham, AL: EBSCO Media; 1994; 429-436.

- Yu X, Graves DT. Fibroblasts, mononuclear phagocytes, and endothelial cells express monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) in inflamed human gingiva. *J Periodontol.* 1995; 66: 80-88.
- Wise GE, King GJ. Mechanisms of Tooth Eruption and Orthodontic Tooth Movement. *J Dent Res.* 2008; 87: 414- 434.
- Wise GE, Yao S, Henk WG. Bone formation as a potential motive force of tooth eruption in the rat molar. *Clin Anat.* 2007; 20: 632-639.
- Wise GE, Yao S. Regional differences of expression of bone morphogenetic protein-2 and RANKL in the rat dental follicle. *Eur J Oral Sci.* 2006; 114: 512-516.
- Liu D, Yao S, Wise GE. Regulation of SFRP-1 expression in the rat dental follicle. *Connect Tissue Res.* 2012; 53: 366-372.
- Ikeda T, Kasai M, Utsuyama M, Hirokawa K. Determination of three isoforms of the receptor activator of nuclear factor-kappaB ligand and their differential expression in bone and thymus. *Endocrinology* 2001; 142: 1419-1426.
- Que BG, Wise GE. Colony-stimulating factor-1 and monocyte chemotactic protein-1 chemotaxis for monocytes in the rat dental follicle. *Arch Oral Biol.* 1997; 42:855-860.
- Yasuda H, Shima N, Nakagawa N, Yamaguchi K, Kinosaki M, Goto M. A novel molecular mechanism modulating osteoclast differentiation and function. *Bone* 1999; 25: 109-113.
- Finn SB. *Clinical Pedodontics.* Saunders: Philadelphia; 1973.
- Carlos JP, Gittelsohn AM: Longitudinal studies of the natural history of caries. I. Eruption patterns of the permanent teeth, *J Dent Res* 44(3):509–516, 1965.
- Moyers RE: *Handbook of orthodontics*, ed 4, Chicago, Mosby, 1988.
- Nemezio MA, De Oliveira KMH, Romualdo PC, Queiroz AM, Paula-e-Silva FWG, Silva RAB, Küchler EC. Association between Fever and Primary Tooth Eruption: A Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Clin Pediatr Dent* 2017;10(3):293-298.