



DiS HEKİMLİĞİ

ARALIK 2025

ALANINDA ULUSLARARASI
DERLEME, ARAŞTIRMA VE
ÇALIŞMALAR

EDİTÖRLER:

DOÇ. DR. VOLKAN ARIKAN

DOÇ. DR. IDRIS KAVUT

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2025

ISBN •978-625-8559-30-9

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

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

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 42488

DİŞ HEKİMLİĞİ ALANINDA ULUSLARARASI DERLEME, ARAŞTIRMA VE ÇALIŞMALAR

EDİTÖRLER

DOÇ. DR. VOLKAN ARIKAN

DOÇ. DR. IDRIS KAVUT

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

KAVİTE DEZENFEKTANLARINA GÜNCEL BİR BAKIŞ 1

Suzan CANGÜL

Ayşe GÜNAY

BÖLÜM 2

MÜZİK İLE TEDAVİNİN TARİHÇESİ VE DIŞ HEKİMLİĞİ PRATİĞİNDE
KULLANIMI 19

Deniz ÇETİN

Zeliha Pelin CAN

Hülya ERTEN

BÖLÜM 3

ŞEFFAF PLAKLARA GENEL BAKIŞ 35

Hatice Günnur ALTUNSAYAR

BÖLÜM 4

ORTODONTİK İNDEKSLER..... 63

Tuğçe TURAN ÇOLAK

Güvenç BAŞARAN



KAVİTE DEZENFEKTANLARINA GÜNCEL BİR BAKIŞ

“ ”

Suzan CANGÜL ¹

Ayşe GÜNAY²

¹ Doç. Dr. Suzan Cangül, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi A.D. Diyarbakır. ORCID: 0000-0002-1546-7688

² Doç. Dr. Ayşe Günay, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği A.D. Diyarbakır. ORCID: 0000-0002-0918-7962

Giriş

Diş çürüğü, mikroorganizmalar tarafından diş sert dokularının lokalize yıkımıyla oluşan patolojik bir süreçtir (Pitts ve ark., 2017). Başarılı bir restoratif tedavinin amacı, çürük temizlendikten sonra çürüğün sızdırmaz bir şekilde restorasyonunu sağlamak ve çiğneme fonksiyonunu geri kazandırmaktır. Günümüzde, çürüğün tamamen uzaklaştırılmasını öneren geleneksel kavite preparasyon prensipleri yerini yalnızca yumuşak ve denatüre olmuş dentinin temizlenmesini öneren konservatif yaklaşımlara bırakmıştır. Çürük temizlendikten sonra, dentinin rengine ve sertliğine dayalı görsel çürük tespiti, çürüğün bakteriyel durumu hakkında yeterli bilgi sağlamadığından objektif bir yöntem olarak kabul edilmemektedir (Kidd ve ark., 1993). Çürüklerden tamamen temizlendiği düşünülen dişler üzerinde yapılan çalışmalarda, çürük dokusunu belirlemek için boyalar kullanılmış ve dişlerin çoğunun boyandığı görülmüştür. Boyama işleminden sonra enfekte dokular temizlense bile mikroorganizmaların tamamen yok edilemediği belirtilmektedir. Mikroorganizmaların dentin tübüllerinde, mine-dentin sınırında ve smear tabakasında çoğalarak canlılığını sürdürebildiği gösterilmiştir (Desai ve ark., 2021). Bu nedenle, postoperatif hassasiyet, sekonder çürük oluşumu ve mikroorganizmaların ürettiği toksinlerin pulpa nüfuz ederek pulpal inflamasyona yol açmasını önlemek amacıyla kavitelerin dezenfekte edilmesi önerilmektedir (Meiers & Kresin., 1996).

Antimikrobiyal ajanlara ve bunların pulpa dokusu üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalar 1970'li yıllarda başlamıştır (Brannstrom., 1987). Gümüş nitrat, potasyum siyanit, timol ve fenol gibi materyaller, geçmişte kavite dezenfektanı olarak kullanılmış olsalar da pulpa dokusuna irritan etkileri nedeniyle günümüzde kullanımları önerilmemektedir (Karanika-Kouma ve ark., 2001).

Literatürde, ideal bir kavite dezenfektanının düşük konsantrasyonlarda kullanıldığında bakterisidal etki göstermesi, uygulama sırasında yumuşak dokulara ve pulpa zarar vermemesi, geniş spektrumlu olması, tükürük varlığında bile uzun süreli etkiye sahip olması, diş dokularında renk değişikliğine neden olmaması gerektiği belirtilmektedir (Türkün ve ark., 2004a). Günümüzde kavite dezenfeksiyonunda, klorheksidin diglukonat, benzalkonyum klorür, sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit, iyodin solüsyonları, fosforik asit, propolis, ozon, ışıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemleri ve lazer vb. kullanılmaktadır (Arslan & Baygın., 2019).

Kavite Dezenfektanları

-Klorheksidin:

Klorheksidin glukonat (CHX), kavite dezenfeksiyonunda en yaygın kullanılan ve etkinliği en iyi belgelenmiş antimikrobiyal ajanlardan biridir. Bis-biguanid türevi bir molekül olan CHX, gram (+) ve gram (-) fakültatif

anaerobik ve aerobik bakterilere karşı geniş spektrumlu antibakteriyel etki göstermektedir (Varoni ve ark., 2012). Özellikle *Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sanguis* türlerine karşı yüksek etkinlik sergilediği bildirilmektedir (Emilson ve ark., 1972). Bu özellikleri nedeniyle CHX, oral antiseptiklerin “altın standardı” olarak kabul edilmektedir (Quintas ve ark., 2015; Matthijs & Adriaens., 2002).

CHX’in etki mekanizması, konsantrasyona bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Düşük konsantrasyonlarda bakteriyostatik etki gösterirken, yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal etki sergilemektedir. Düşük konsantrasyonlarda pozitif yüklü CHX molekülleri, gram-pozitif bakterilerde fosfat gruplarına, gram-negatif bakterilerde ise lipopolisakkaritlere bağlanarak bakteri hücre membranının bütünlüğünü bozmakta ve hücre geçirgenliğini artırmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda ise hücre içine penetre olarak sitoplazmik proteinlerin koagülasyonuna ve geri dönüşümsüz hücresel hasara yol açmaktadır (Ersin ve ark., 2009; Van Strijp ve ark., 1997; McDonnell & Russell., 1999; Bin-Shuwaish., 2017; Hamilton., 1990; Mohan ve ark., 2016; Erdem ve ark., 2012; Subramanian & Naidu., 2009).

CHX, farklı konsantrasyon ve farmasötik formlarda kullanılabilir. Klinik uygulamalarda %0,12–0,2 konsantrasyonlarında ağız gargaraları, %2’lik kavite dezenfektan solüsyonları ve %0,5–1 konsantrasyon aralığında jeller yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde, %2’lik klorheksidin solüsyonunun klinik diş hekimliği uygulamalarında ve dental araştırmalarda en sık tercih edilen CHX formu olduğu bildirilmektedir (Miranda ve ark., 2014).

CHX’in kavite dezenfeksiyonundaki klinik önemini artıran bir diğer özelliği, dentin matriks metalloproteinazlarını inhibe edebilmesidir. Bu enzimler, adeziv uygulamalar sonrası hibrit tabakadaki korumasız kollajen fibrillerin yıkımında rol oynamakta ve uzun dönemde bağlanma dayanımının azalmasına neden olmaktadır. CHX uygulamasının asitlendirilmiş dentinde bu enzimatik yıkımı inhibe ederek bağlanma dayanımını artırdığı bildirilmiştir (Almahdy ve ark., 2012; Mazzoni ve ark., 2015).

Bununla birlikte birçok çalışma, CHX ön işleminden sonra self-etch sistemler yerine etch-rinse adeziv sistemlerin kullanılması durumunda, kompozit rezinin dentine daha yüksek bağlanma dayanımına sahip olduğunu bildirmiştir (Çelik ve ark., 2010; Campos ve ark., 2009; Zheng ve ark., 2015; Bhandary ve ark., 2013; Ercan ve ark., 2009). CHX uygulamasının self-etch adeziv sistemlerin bağlanma dayanımı üzerindeki bu olumsuz etkisinin, CHX ile 10 metakriloiloksidesil dihidrojenfosfat (MDP) adlı fonksiyonel monomer arasındaki kimyasal etkileşimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Shafiei & Memarpour., 2012).

Klorheksidinin, özellikle uzun süreli ağız gargarası kullanımında dişlerde lekelenmeye neden olduğu bilinmektedir. Klorheksidin alerjisi nadir olmakla birlikte, yüksek konsantrasyonlar kontakt dermatit, deskuamatif gingivitis ve tat değişikliklerine neden olabilir (Bin-Shuwaish., 2017). İn vitro ve klinik uygulanabilirliği kanıtlanmış klorheksidinin, dentine bağlanmayı yeterince koruduğu için, adeziv prosedürlerden önce kavite dezenfeksiyonu için güvenli bir seçenek olduğu belirtilmektedir (Coelho ve ark., 2020).

-Benzalkonyum Klorür:

Benzalkonyum klorür, kuaterner amonyum bileşikleri grubunda yer alan, katyonik yapıda bir yüzey aktif ajandır. Antimikrobiyal etkisini; gram-pozitif bakterilerin hücre duvarlarında bulunan fosfat gruplarına ve gram-negatif bakterilerin hücre membranındaki polisakkaritlere bağlanarak sitoplazmik membranın selektif geçirgenliğini bozması yoluyla göstermektedir. Bu mekanizma sonucunda hücre bütünlüğü kaybolmakta ve bakterisidal etki ortaya çıkmaktadır (Arslan & Baygın., 2019; Scheie., 1989).

Literatürde, benzalkonyum klorürün *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Actinomyces viscosus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Staphylococcus aureus* gibi mikroorganizmalar üzerinde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir (Türkün ve ark., 2004b; Gultz ve ark., 1999). Buna karşılık, spor oluşturan mikroorganizmalar, *Mycobacterium tuberculosis* ve bazı virüslere karşı etkinliğinin zayıf olduğu veya bulunmadığı belirtilmektedir (Maillard., 2022).

Kavite dezenfeksiyonunda benzalkonyum klorürün farklı konsantrasyonlarda kullanıldığı bildirilmekle birlikte, klinik diş hekimliği uygulamalarında genellikle %0,4–1,6 konsantrasyon aralığının tercih edildiği ifade edilmektedir (Arslan & Baygın., 2019; Palaz & Olmez., 2021). Benzalkonyum klorür içeren preparatların, restorasyon öncesinde kavite içerisinde kalan rezidüel mikroorganizmaların eliminasyonu amacıyla uygulandığı rapor edilmiştir (Bektaş., 2023).

Klinik uygulamalarda, benzalkonyum klorür içeren Tubulicid Blue ve Tubulicid Red (Suredental, Canada) preparatlarının kavite dezenfektanı olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Tubulicid Red formülasyonunun benzalkonyum klorüre ek olarak %1 sodyum florür içerdiği; bu preparatın kavite dezenfeksiyonu ve dentin hassasiyetinin giderilmesi amacıyla kullanıldığı belirtilmiştir. Kavite preparasyonu sonrası; kavite yüzeyleri, solüsyon ile birkaç saniye silinerek temizlenmekte, 30- 60 sn materyalin etki etmesi için beklendikten sonra, kavite 10 sn hava spreyi ile kurutulmaktadır (Türkün & Ergücü., 2004).

CHX'e benzer şekilde benzalkonyum klorürün de rezin restorasyonların dentine bağlanmasını koruyabilen etkili bir MMP inhibitörü olduğu bildirilmiştir (Mazzoni., 2015).

Yüksek konsantrasyonlardaki benzalkonyum klorür çözeltilerinin alerjik reaksiyonlara ve toksik etkilere yol açabileceği; özellikle çok yüksek konsantrasyonlara maruziyet durumunda ciddi sistemik komplikasyonların ortaya çıkabileceği bildirilmektedir (Graf., 1999; Hitosugi ve ark., 1998). Bu nedenle klinik uygulamalarda düşük konsantrasyonların tercih edilmesi ve kontrollü kullanım önerilmektedir.

-Sodyum Hipoklorit:

Sodyum hipoklorit (NaOCl), organik dokuları çözme özelliğine sahip etkili bir ajan olup, ilk kez 1920 yılında endodontide antimikrobiyal bir irrigant olarak kullanılmasının ardından klinik diş hekimliğinde yaygın şekilde temizleyici bir ajan olarak kullanılmıştır (Spencer ve ark., 2007). Bakteri, bakteriyofaj, spor, mantar ve virüslere karşı etkili olduğu bilinen NaOCl'nin antimikrobiyal aktivitesini; protein denatürasyonu ve amino gruplarındaki hidrojenin klor ile reaksiyona girerek kloramin oluşumu yoluyla gösterdiği bildirilmektedir (Perdigão ve ark., 2000).

NaOCl'ye su eklendiğinde oluşan hipokloröz asit (HOCl), güçlü bir oksidan olup bakteriyel hücrelerde önemli enzimlerin sülfhidril gruplarında geri dönüşümsüz oksidasyona yol açarak hücrel metabolizmayı bozmaktadır (Dinç., 2012; Abuhaimeed & Abou Neel., 2017). NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliğinin konsantrasyona bağlı olarak değiştiği; düşük konsantrasyonlarda vital dokularla temas ettiğinde inflamatuvar reaksiyonlara neden olabildiği, yüksek konsantrasyonlarda ise doku hasarı oluşturabildiği ifade edilmektedir (Perdigão ve ark., 2000). Özellikle %5,25 konsantrasyonundaki NaOCl'nin fibroblastlar ve lenfositler üzerinde toksik etkilere ve hücrel dejenerasyonlara yol açabildiği bildirilmekle birlikte, aynı konsantrasyondaki solüsyonunun kısa süreli uygulamalarda *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Enterococcus faecalis* ve *Streptococcus mutans* gibi mikroorganizmalar üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir (Peker., 1993; Vianna ve ark., 2004).

Kavite dezenfeksiyonu açısından değerlendirildiğinde, NaOCl kullanımının tartışmalı olduğu görülmektedir. NaOCl'nin dentindeki kollajeni uzaklaştırarak adeziv sistemler tarafından oluşturulan hibrit tabakayı olumsuz etkileyebileceği ve bunun bağlanma dayanımı ile mikrosızıntı üzerinde negatif sonuçlara yol açabileceği bildirilmektedir (Bhandary ve ark., 2013; Osorio ve ark., 2002; Sanae Shinohara ve ark., 2004). Buna karşılık bazı

çalışmalarda bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı bir etki saptanmamıştır (Potter ve ark., 2013; Correr ve ark., 2004; Saboia ve ark., 2006). Bu farklı sonuçların, NaOCl ön işleminin etkisinin kullanılan adeziv sisteme bağlı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Ercan ve ark., 2009; Fawzy ve ark., 2008). Ayrıca NaOCl'nin sodyum klorür ve oksijene ayrışması sonucu açığa çıkan oksijenin, rezin bazlı materyallerin polimerizasyonunu inhibe edebileceği belirtilmiştir (Nikaido & Nakabayashi., 1988). Bu nedenlerle NaOCl, restoratif uygulamalarda kavite dezenfektanı olarak kullanımı sınırlı görülmektedir (Uceda-Gómez ve ark., 2003).

Sodyum hipoklorit çözeltileri güçlü oksitleyici özellikleri nedeniyle aşındırıcı etki gösterebilmekte; özellikle yüksek konsantrasyonlarda çevrede dokular üzerinde tahriş edici etkilere yol açabilmektedir. Ayrıca giysileri ağartma eğilimi ve kötü tadı gibi dezavantajlara sahip olduğu bildirilmektedir (Haapasalo ve ark., 2010; Hülsmann & Hahn., 2000; Luddin & Ahmed., 2013).

-Hidrojen Peroksit:

Hidrojen peroksit (H_2O_2), renksiz ve kokusuz bir sıvı olup su ve alkolde çözünür ve su ile oksijene kolaylıkla ayrışır (Ohara ve ark., 1993; Özel ve ark., 2005). Dokularla, özellikle de nekrotik hücre içeren dokularla temas ettiğinde, su ve oksijene ayrışması sonucu açığa çıkan oksijen sayesinde antiseptik etki gösterdiği ifade edilmektedir (Alaçam., 2011).

H_2O_2 'nin bakteriler, mantarlar, virüsler ve sporlu mikroorganizmalar üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (McDonnell & Russell., 1999). Antibakteriyel etkinliğinin, oksidasyon özelliğine bağlı olarak oluşturduğu serbest hidroksil radikalleri aracılığıyla bakterilerin DNA, protein ve lipid gibi hücresel bileşenlerine zarar vermesiyle ortaya çıktığı belirtilmektedir (Dinç., 2012). Ayrıca köpürme etkisinin kavite duvarlarının temizlenmesine yardımcı olabildiği ifade edilmektedir (Urban., 2019). Bu amaçla, restoratif materyali kaviteye yerleştirmeden önce kavite duvarlarını %2-3 H_2O_2 emdirilmiş pamuk pelet ile temizlemek önerilir (Türkün ve ark., 2004b).

Bazı mikroorganizmaların katalaz ve peroksidaz enzim aktiviteleri sayesinde düşük konsantrasyonlardaki H_2O_2 'ye direnç gösterebildiği; buna karşılık yüksek konsantrasyonlarda bu savunma mekanizmasının etkisini kaybedebildiği belirtilmektedir (Türkün & Ergücü., 2004). Ayrıca katalaz aktivitesi bulunmayan bakterilerin peroksiti parçalayamadığı için H_2O_2 'ye daha duyarlı olduğu da vurgulanmaktadır (Arslan & Baygın., 2019).

Bununla birlikte H_2O_2 'nin su ve oksijene ayrışması sonucu açığa çıkan oksijenin rezin bazlı materyallerin polimerizasyonunu inhibe edebileceği ve bu durumun adezyon açısından dezavantaj oluşturabileceği belirtilmektedir (Nikaido & Nakabayashi., 1988). Kompozit rezin restorasyonlarda H_2O_2 'nin

mikrosızıntıyı artırabildiğinin bildirildiği; bu nedenle klinik kullanımının tartışmalı olduğu ifade edilmektedir (Bağış & Ertaş., 2000). Ayrıca oksijen açığa çıkaran solüsyonların canlı dokularda kullanımı konusunda dikkatli yaklaşılması gerektiğine dair görüşler de aktarılmaktadır (Reid ve ark., 2011).

-İyodin Solüsyonları:

İyot, geniş spektrumlu antimikrobiyal etkiye sahip bir ajan olup bakteriler, mantarlar ve virüsler üzerinde etkili olduğu; buna karşın sporosit etkisinin sınırlı olduğu bildirilmektedir (McDonnell, G., & Russell., 1999; Albay., 2005; Uygun., 2007). Antimikrobiyal etkisini, mikroorganizmaların proteinlerine, nükleotidlerine ve yağ asitlerine saldırarak ve bunun sonucunda bakteri hücrelerinin ölümüne neden olarak gösterir (Gottardı., 1991). Bu özellikleri nedeniyle iyot ve iyot içeren solüsyonlar, diş hekimliğinde antiseptik ve dezenfektan olarak uzun süredir kullanılmaktadır. Etkisinin hızlı ve güçlü olduğu; ancak uygulama süresi, pH, konsantrasyon ve ısı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği belirtilmektedir (Uygun., 2007)

Moleküler iyodinin antibakteriyel etkiden sorumlu olduğu; ancak sulu çözeltilerinin kararsız olması nedeniyle iyodin taşıyıcı veya iyodin salan ajanların (iyodofor) geliştirildiği bildirilmektedir. En yaygın kullanılanlar povidon iyot ve poloksamer iyottur (Bin-Shuwaish., 2017). İyodoforlar, iyodin ile aktif serbest iyodin rezervuarı olarak görev yapan taşıyıcı veya çözücü ajanların oluşturduğu kompleks yapılar şeklinde tanımlanmaktadır (Gottardı., 1991).

İyota karşı aşırı duyarlılık, iyot içeren ürünlerin kullanımında dikkat edilmesi gereken, literatürde belgelenmiş bir yan etki olarak bildirilmektedir. Ayrıca iyotun gebelik döneminde kullanımı önerilmemekte olup, metabolik komplikasyonlara yol açabilmesi nedeniyle tiroid hastalığı bulunan bireylerde de kontrendike olduğu ifade edilmektedir (Twetman., 2004).

-Fosforik Asit:

Fosforik asit, restoratif diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan bir ajandır. Kavite dezenfeksiyonu bağlamında fosforik asidin, doğrudan bir dezenfektan olmadığı, dentin preperasyonu sonucu oluşan smear tabakasını uzaklaştırarak dolaylı bir antimikrobiyal etki sağladığı bildirilmektedir. Smear tabakası, kanal ağzlarını kaplar ve geçirgenliği azaltarak adeziv restoratif materyallerin dentine bağlanmasını olumsuz etkilemekte ve mikroorganizmaların yaşamını sürdürebilmesi için uygun bir ortam oluşturmaktadır. Smear tabakasının elimine edilmesiyle kavite duvarlarında bulunan mikroorganizmaların miktarında azalma meydana gelebilmektedir (Franchi & Breschi., 1995). Uluslararası bir literatürde, asitle pürüzlendirme işleminin çürükten etkilenmiş dentinde kalan bakterilerin miktarını

azaltabildiği; ancak bu etkinin bakterisidal bir özellikten ziyade yüzeysel uzaklaştırma ve demineralizasyon etkisine bağlı olduğu vurgulanmaktadır (Pashley ve ark., 2011). Kullanılan asitlerin antibakteriyel etkilerinin, asidin konsantrasyonuna, türüne ve uygulama süresine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bildirilmektedir (Franchi & Breschi., 1995).

-Propolis:

Doğal ürünlerin sağlık alanında kullanımının artmasıyla birlikte propolis, diş hekimliğinde kavite dezenfeksiyonu amacıyla araştırılan ajanlar arasında yer almaktadır (Ozan ve ark., 2011). Propolisin antimikrobiyal, antifungal, antiviral ve antiinflamatuvar özelliklere sahip olduğu; özellikle *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus* ve *Candida albicans* gibi çürükle ilişkili mikroorganizmalar üzerinde etkili olabildiği rapor edilmiştir (Hacıoğulları ve ark., 2016; Kartal ve ark., 2003). Propolis, bakteri hücre duvarlarında ve sitoplazmasında hasara yol açmakta, glikoziltransferaz enziminin inhibisyonu ile bakteriyel adezyonu önler ve bakteri hücre bölünmesini engellemektedir (Hacıoğulları ve ark., 2016). Literatürde propolisin, klorheksidin ile benzer düzeyde antibakteriyel etki gösterebildiği ifade edilmiştir (Akca ve ark., 2016).

Restoratif tedavilerle ilişkili çalışmalarda, propolisin kavite dezenfektanı olarak kullanımının adeziv sistem tipine bağlı olarak değişken sonuçlar ortaya koyabildiği; etch-and-rinse sistemlerde bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediği, ancak self-etch sistemlerde dentin kenarlarında daha yüksek mikrosızıntı ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Arslan ve ark., 2012). Bu bulgular doğrultusunda propolis, kavite dezenfeksiyonunda potansiyel bir doğal ajan olarak değerlendirilmekle birlikte, klinik kullanımına yönelik standart protokollerin belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır.

-Ozon:

Ozon, yüksek oksidasyon potansiyeline sahip triatomik bir oksijen molekülü olup, güçlü antimikrobiyal özellikleri nedeniyle diş hekimliğinde kavite dezenfektanı olarak kullanılmaktadır (Kumar & Chandni., 2021; Azarpazhooh & Limeback., 2008). Ozonun antimikrobiyal etkisi, hücre membranındaki doymamış yağ asitlerini okside etmesi ve hücresel enzim sistemlerini geri dönüşümsüz şekilde bozmasına dayanmaktadır (Azarpazhooh & Limeback., 2008; Nagayoshi ve ark., 2004). Bu mekanizma sayesinde bakteri, virüs ve mantarlara karşı geniş spektrumlu bir etki göstermektedir. Ozonun etkisinin hızlı olduğu ve mikroorganizmaların direnç geliştirme riskinin düşük olduğu bildirilmektedir (Azarpazhooh & Limeback., 2008).

Kavite dezenfeksiyonunda ozon; gaz formunda, ozonize su veya ozonize yağlar şeklinde uygulanabilmektedir (Mahboub & Rhrich Haddout., 2025). Klinik uygulamalarda en sık tercih edilen yöntemin, kapalı sistem cihazlar aracılığıyla ozon gazının kısa süreli olarak kaviteye uygulanmasıdır (Azarpazhooh & Limeback., 2008). Bu uygulamanın, kavite duvarlarında bulunan *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus* türleri başta olmak üzere kariyojenik mikroorganizmaların sayısını anlamlı düzeyde azalttığı bildirilmektedir (Kartal ve ark., 2003; Aykut Yetkiner ve ark., 2014).

Literatürde ozon uygulamasının restoratif materyallerin mine ve dentine bağlanma dayanımı üzerindeki etkisinin, kullanılan adeziv sistem, uygulama modu ve protokole bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği ifade edilmektedir. Bununla birlikte, Ozon gazı veya ozon içeren dezenfektanların hem etch-and-rinse hem de self-etch adeziv sistemlerle birlikte kullanıldığında bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı açısından kontrol gruplarıyla benzer veya daha yüksek değerler gösterebildiği rapor edilmiştir (Bin-Shuwaish., 2017).

Ozon cihazlarının güçlü oksidatif etkileri ve potansiyel toksisiteleri, bu sistemlerin kullanımında daha dikkatli ve kontrollü bir yaklaşımı gerektirmektedir. Bu nedenle klinik uygulamalarda üretici firmalar tarafından önerilen kullanım protokollerine titizlikle uyulması gerekmektedir. Ayrıca, bu cihazların geleneksel kavite dezenfektanlarına kıyasla maliyetlerinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Naik ve ark., 2016).

-Işıklı Aktive Olan Dezenfeksiyon Sistemleri:

Işıklı aktive olan dezenfeksiyon (PAD), fotosensitizer (ışıığa duyarlı ajan), uygun dalga boyunda ışık ve oksijen varlığında gerçekleşen fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda reaktif oksijen türleri (ROS) üreterek mikroorganizmaların inaktivasyonunu hedefleyen bir dezenfeksiyon yaklaşımıdır (Gholami ve ark., 2023). PAD, tıpta özellikle kanser tedavisinde kullanılmakta olup; diş hekimliğinde ağız kanserlerinin, oral bakteriyel ve fungal enfeksiyonların, endodontik tedavilerin ve kavite dezenfeksiyonunun yönetiminde uygulanmaktadır (Komerik & MacRobert., 2006).

Bu sistemlerde fotosensitizer belirli bir dalga boyundaki ışıyla uyarılması sonucu oluşan ROS, hızla ve güçlü bir şekilde bakteri zarını ve DNA'yı parçalayarak hücre ölümüne neden olur (Demidova & Hamblin., 2004). Etkinliği sadece bakterilerle sınırlı olmayıp, virüsler, protozoalar ve mantarlar gibi birçok mikroorganizma üzerinde de etkilidir. Ayrıca PAD'ın, antimikrobiyal ajanlara dirençli mikroorganizmalara karşı alternatif bir tedavi seçeneği olabileceği ifade edilmektedir (Konopka & Goslinski., 2007).

Diş hekimliğinde en yaygın kullanılan fotosensitizer'ler arasında fenotiyazin grubu metilen mavisi (MB) ve toluidin mavisi (TB/TBO) yer

almakta olup, bu ajanların erişilebilirlik, stabilite ve düşük toksisite gibi pratik avantajlar nedeniyle sık kullanıldığı bildirilmektedir (Şahin ve ark., 2024). Ancak bu fotosensitizer'ler dişlerde renk değişikliğine neden olabilirler (Costa ve ark., 2016).

Derin çürük lezyonlarında kavite dezenfeksiyonuna yönelik klinik çalışmalarda PAD uygulamasının mikrobiyal yükte azalma sağlayabildiği rapor edilirken, bazı çalışmalarda bu azalmanın kontrol gruplarına kıyasla istatistiksel olarak sınırlı kalabildiği de bildirilmiştir (Disodia ve ark., 2025; Neves ve ark., 2016).

-Lazer:

Farklı dalga boylarında ışınları yayan lazerler, bakteri hücresinin intratübüler suyunun genişlemesine neden olarak bakteriler üzerinde termal ve fotodisruptif etkilere yol açmaktadır. Bu etkiler, hücre büyümesinin bozulmasına ve lizisine yol açmaktadır (Mohan ve ark., 2016). Lazerlerin antibakteriyel etkinliğinin; lazer enerjisi, hücrenin su içeriği ve hacmi, hücre duvarının dayanımı, emilim özellikleri ve dentin kanallarındaki bakterilerin hareketi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Dinç., 2012).

Sert dokular, yumuşak dokular, ışıkla sertleştirme, diş beyazlatma ve dezenfeksiyon gibi farklı kullanım alanlarına yönelik çeşitli lazerler geliştirilmiştir (Verma ve ark., 2012). Diş hekimliğinde Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG ve CO₂ lazerler başta olmak üzere farklı lazer tiplerinin kullanıldığı bildirilmektedir (Nazemismalman ve ark., 2015).

Lazer uygulamalarının smear tabakasını uzaklaştırırken kalan bakterileri de ortadan kaldırdığı ve böylece kavite dezenfeksiyonunda önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir (Lusche ve ark., 2020). KTP (potasyum titanil fosfat), CO₂, Nd:YAG, Er:YAG ve Er,Cr:YSGG gibi lazerlerin, debris ve smear tabakasını etkin biçimde uzaklaştırabildikleri için kavite dezenfeksiyonuna uygun oldukları bildirilmiştir (Öznurhan ve ark., 2015; Arslan ve ark., 2011; Kapdan ve ark., 2013). Bu uygulamaların, geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında daha yüksek bağlanma dayanımı ve restorasyonların uzun dönem başarısı açısından olumlu sonuçlar sağlayabildiği rapor edilmiştir (Arslan ve ark., 2011).

Lazerler, yüksek maliyetli cihazlar olmaları nedeniyle klinik uygulamalarda dikkatli bir değerlendirme gerektirmektedir. Ayrıca ağız içi kullanımları için özel eğitim gerektirmekte olup, uygulama sırasında olası göz hasarını önlemek amacıyla hastalar ve sağlık personeli için uygun göz koruyucu önlemlerin alınması zorunludur. Sert ve yumuşak dokular ile pulpa kompleksi üzerinde istenmeyen etkilerin oluşmaması için üretici talimatlarına titizlikle uyulması gerektiği vurgulanmaktadır (Pohlhaus., 2012).

Sonuç

Kavite dezenfeksiyonu, restoratif tedavilerde rezidüel mikroorganizmaların azaltılması ve restorasyonların uzun dönem başarısının desteklenmesi açısından önemli bir basamak olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde kullanılan kavite dezenfektanları; kimyasal ajanlar, doğal ürünler ve fiziksel yöntemler olmak üzere farklı etki mekanizmalarına sahip olup, antimikrobiyal etkinlikleri, adeziv sistemlerle etkileşimleri ve klinik uygulanabilirlikleri açısından değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle dezenfektan seçiminin, klinik durum ve kullanılan restoratif materyale göre bireyselleştirilmesi gerekmektedir. Mevcut veriler, ideal bir kavite dezenfektanının henüz tanımlanamadığını ve klinik uygulamalara yön verecek standart protokollerin oluşturulabilmesi için ileri klinik çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

- Abuhaïmed, T. S., & Abou Neel, E. A. (2017). Sodium hypochlorite irrigation and its effect on bond strength to dentin. *BioMed research international*, 2017(1), 1930360.
- Akca, A. E., Akca, G., Topçu, F. T., Macit, E., Pikdöken, L., & Özgen, I. Ş. (2016). The comparative evaluation of the antimicrobial effect of propolis with chlorhexidine against oral pathogens: An in vitro study. *BioMed research international*, 2016(1), 3627463.
- Alaçam T. (2011). Endodonti. Ankara: Nobel Kitabevi.
- Albay, A. (2005). El antiseptiklerinde cilt koruyucu maddeler: Katkıları nelerdir? Antiseptik etkinliğinde değişiklik yapar mı? El antiseptiklerinde kombinasyonlar. M.Günaydın, A. Saniç ve B. Gürler (Editörler). Farkları nelerdir? Ankara. Bilimsel Tıp Yayınevi, 41-58.
- Almahdy, A., Koller, G., Sauro, S., Bartsch, J. W., Sherriif, M., Watson, T. F., & Banerjee, A. (2012). Effects of MMP inhibitors incorporated within dental adhesives. *Journal of dental research*, 91(6), 605-611.
- Arslan, İ., & Baygın, Ö. (2019). Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Kavite Dezenfeksiyon Yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 29(1), 124-132.
- Arslan, S., Yazici, A. R., Görücü, J., Pala, K., Antonson, D. E., Antonson, S. A., & Silici, S. (2012). Comparison of the effects of Er, Cr: YSGG laser and different cavity disinfection agents on microleakage of current adhesives. *Lasers in medical science*, 27(4), 805-811.
- Arslan, S., Yazici, A.R., Gorucu, J., Ertan, A., Pala, K., Ustun, Y., Antonson, S.A., & Antonson, D.E. (2011) Effects of different cavity disinfectants on shear bond strength of silorane-based resin composite. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 12, 279-286.
- Aykut Yetkiner, A., Ateş, M., Ergin, E., Ertuğrul, F., & Eden, E. (2014). Farklı ozon jeneratörleri ile farklı sürelerde ozon uygulamasının in vitro antibakteriyel etkisi. *EÜ Dişhek Fak Derg*, 35, 19-25.
- Azarpazhooh, A., & Limeback, H. (2008). The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *Journal of dentistry*, 36(2), 104-116.
- Bağış, Y. H., & Ertaş, E. (2000). Kompozit restorasyonların yapımından önce ve sonra uygulanan vital ağartma işlemlerinin mikrosızıntı üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 27(2), 137-142.
- Bektaş, Ö. (2023). Cavity Disinfection In Operative Dentistry–Review. *Journal of International Dental Sciences (Uluslararası Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi)*, 9(2), 68-76.
- Bhandary, S., Reddy, M. S. C., Mahesh, M. C., Pramod, J., & Shetty, A. (2013). Evaluation of effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin using two-step self-etch and one-step self-etch bonding systems: a comparative in vitro study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(2), 275-280.

- Bin-Shuwaish, M. S. (2017). Effects and effectiveness of cavity disinfectants in operative dentistry: a literature review. *The journal of contemporary dental practice*, 17(10), 867-879.
- Brannstrom, M. (1987). Infection beneath composite resin restorations: can it be avoided?. *Oper Dent*, 12, 158-163.
- Campos, E. A. D., Correr, G. M., Leonardi, D. P., Pizzatto, E., & Morais, E. C. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on microtensile bond strength of contemporary adhesive systems. *Brazilian oral research*, 23, 340-345.
- Coelho, A., Amaro, I., Rascão, B., Marcelino, I., Paula, A., Saraiva, J., Spagnuolo, G., Ferreira, M.M., Marto, C.M., & Carrilho, E. (2020). Effect of cavity disinfectants on dentin bond strength and clinical success of composite restorations—a systematic review of in vitro, in situ and clinical studies. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 353.
- Correr, G. M., Puppini-Rontani, R. M., Correr-Sobrinho, L., Sinhoreti, M. A. C., & Consani, S. (2004). Effect of sodium hypochlorite on dentin bonding in primary teeth. *Journal of Adhesive Dentistry*, 6(4), 307-312.
- Costa, L. M., de Souza Matos, F., de Oliveira Correia, A. M., Carvalho, N. C., Faria-e-Silva, A. L., Paranhos, L. R., & Ribeiro, M. A. G. (2016). Tooth color change caused by photosensitizers after photodynamic therapy: an in vitro study. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 160, 225-228.
- Demidova, T. N., & Hamblin, M. R. (2004). Photodynamic therapy targeted to pathogens. *International journal of immunopathology and pharmacology*, 17(3), 245-254.
- Desai, H., Stewart, C. A., & Finer, Y. (2021). Minimally invasive therapies for the management of dental caries—A literature review. *Dentistry journal*, 9(12), 147.
- Dinç, G. (2012). Kavite dezenfektanlarının antibakteriyel özellikleri, bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı üzerine etkileri (derleme). *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2012(Supplement 6), 66-75.
- Disodia, N., Dhanak, N., Pidaparathi, A., Asthana, G., & Kanodia, S. (2025). Evaluating the effectiveness of various disinfectants in deep carious lesions: An in vivo study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 28(3), 258-263.
- Emilson, C. G., Ericson, T., Heyden, G., & Lilja, J. (1972). Effect of chlorhexidine on human oral streptococci. *Journal of Periodontal Research*, 7(2), 189-91.
- Ercan, E., Erdemir, A., Zorba, Y. O., Eldeniz, A. U., Dalli, M., Ince, B., & Kalaycioglu, B. (2009). Effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11(5), 343-346.
- Erdem, A. P., Sepet, E., Kulekci, G., Trosola, S. C., & Guven, Y. (2012). Effects of two fluoride varnishes and one fluoride/chlorhexidine varnish on Streptococcus mutans and Streptococcus sobrinus biofilm formation in vitro. *International journal of medical sciences*, 9(2), 129-136.

- Ersin, N. K., Candan, U., Aykut, A., Eronat, C., & Belli, S. (2009). No adverse effect to bonding following caries disinfection with chlorhexidine. *Journal of Dentistry for Children*, 76(1), 20-27.
- Fawzy, A. S., Amer, M. A., & El-Askary, F. S. (2008). Sodium hypochlorite as dentin pretreatment for etch-and-rinse single-bottle and two-step self-etching adhesives: atomic force microscope and tensile bond strength evaluation. *Journal of Adhesive Dentistry*, 10(2), 135-144.
- Franchi, M., & Breschi, L. (1995). Effects of acid-etching solutions on human enamel and dentin. *Quintessence International*, 26(6), 431-435.
- Gholami L, Shahabi S, Jazaeri M, Hadilou M & Fekrazad R (2023) Clinical applications of antimicrobial photodynamic therapy in dentistry. *Front. Microbiol.* 13:1020995.
- Gottardi W. (1991). Iodine and iodine compounds. In: Block SS. Disinfection, sterilization, and preservation. 4th ed. Lea & Febiger, Philadelphia: p. 152–66.
- Graf, P. (1999). Adverse effects of benzalkonium chloride on the nasal mucosa: allergic rhinitis and rhinitis medicamentosa. *Clinical therapeutics*, 21(10), 1749-1755.
- Gultz, J., Do, L., Boylan, R., Kaim, J., & Scherer, W. (1999). Antimicrobial activity of cavity disinfectants. *General dentistry*, 47(2), 187-190.
- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics*, 54(2), 291-312.
- Hacıoğulları, İ., Ulusoy, N., & Cengiz, E. (2016). Derin dentin çürüklerinin tedavisinde alternatif yeni yöntemler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 120-136.
- Hamilton, I. R. (1990). Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. *Journal of dental research*, 69(2_suppl), 660-667.
- Hitosugi, M., Maruyama, K., & Takatsu, A. (1998). A case of fatal benzalkonium chloride poisoning. *International journal of legal medicine*, 111(5), 265-266.
- Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *International endodontic journal*, 33(3), 186-193.
- Kapdan, A., Öztaş, N. & Sümer, Z. (2013). Comparing the antibacterial activity of gaseous ozone and chlorhexidine solution on a tooth cavity model. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 5, 133-137.
- Karanika-Kouma, A., Dionysopoulos, P., Koliniotou-Koubia, E., & Kolokotronis, A. (2001). Antibacterial properties of dentin bonding systems, polyacid-modified composite resins and composite resins. *Journal of Oral Rehabilitation*, 28(2), 157-160.
- Kartal, M., Yıldız, S., Kaya, S., Kurucu, S., & Topçu, G. (2003). Antimicrobial activity of propolis samples from two different regions of Anatolia. *Journal of ethnopharmacology*, 86(1), 69-73.

- Kidd, E. A. M., Joyston-Bechal, S., & Beighton, D. (1993). Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. *Caries Research*, 27(5), 402-408.
- Komerik, N., & MacRobert, A. J. (2006). Photodynamic therapy as an alternative antimicrobial modality for oral infections. *Journal of environmental pathology, toxicology and oncology*, 25(1-2), 487-504.
- Konopka, K., & Goslinski, T. (2007). Photodynamic therapy in dentistry. *Journal of dental research*, 86(8), 694-707.
- Kumar V., & Chandni. (2021). Ozone in Dentistry: A Review. *Int Healthc Res J*, 5(3):RV1-RV5.
- Luddin, N., & Ahmed, H. M. A. (2013). The antibacterial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*: A review on agar diffusion and direct contact methods. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 16(1), 9-16.
- Lusche, I., Dirk, C., Frentzen, M., & Meister, J. (2020). Cavity disinfection with a 445 nm Diode Laser within the scope of restorative therapy—a pilot study. *Journal of lasers in medical sciences*, 11(4), 417.
- Mahboub, S. & Rhrich Haddout, F. (2025) Ozone Therapy in Dentistry: A Literature Review. *Journal of Biosciences and Medicines*, 13, 122-142.
- Maillard, J. Y. (2022). Impact of benzalkonium chloride, benzethonium chloride and chloroxylenol on bacterial antimicrobial resistance. *Journal of Applied Microbiology*, 133(6), 3322-3346.
- Matthijs, S., & Adriaens, P. A. (2002). Chlorhexidine varnishes: a review. *Journal of clinical periodontology*, 29(1), 1-8.
- Mazzoni, A., Tjäderhane, L., Checchi, V., Di Lenarda, R., Salo, T., Tay, F.R., Pashley, D.H., & Breschi, L. (2015). Role of dentin MMPs in caries progression and bond stability. *Journal of Dental Research*, 94(2), 241-251.
- McDonnell, G., & Russell, A. D. (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical microbiology reviews*, 12(1), 147-179.
- Meiers, J. C., & Kresin, J. C. (1996). Cavity disinfectants and dentin bonding. *Operative dentistry*, 21, 153-159.
- Miranda, C., Silva, G. V., Vieira, M. D., & Costa, S. X. S. (2014). Influence of the chlorhexidine application on adhesive interface stability: literature review. *RSBO Revista Sul-Brasileira De Odontologia*, 11(3), 276-285.
- Mohan, P. U., Uloopi, K. S., Vinay, C., & Rao, R. C. (2016). In vivo comparison of cavity disinfection efficacy with APF gel, Propolis, Diode Laser, and 2% chlorhexidine in primary teeth. *Contemporary clinical dentistry*, 7(1), 45-50.
- Nagayoshi, M., Fukuizumi, T., Kitamura, C., Yano, J., Terashita, M., & Nishihara, T. (2004). Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral microbiology and immunology*, 19(4), 240-246.

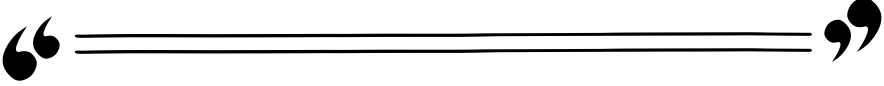
- Naik, S.V., Rajeshwari, K., Kohli, S., Zohabhasan, S., & Bhatia, S. (2016). Ozone -a biological therapy in dentistry reality or myth? *The Open Dentistry Journal*, 11(10), 196-206.
- Nazemiselman, B., Farsadeghi, M., & Sokhansanj, M. (2015). Types of lasers and their applications in pediatric dentistry. *Journal of lasers in medical sciences*, 6(3), 96.
- Neves, P. A. M., Lima, L. A., Rodrigues, F. C. N., Leitão, T. J., & Ribeiro, C. C. C. (2016). Clinical effect of photodynamic therapy on primary carious dentin after partial caries removal. *Brazilian oral research*, 30(1), e47.
- Nikaido, T., & Nakabayashi, N. (1988). Relationship between polymerization and adhesion to teeth. *Adhesive Dent*, 6(4), 229-234.
- Ohara, P.K., Torabinejad, M., & Kettering, J.D. (1993). Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Endodontics and Dental Traumatology*, 9, 95-100.
- Osorio, R., Ceballos, L., Tay, F., Cabrerizo-Vilchez, M. A., & Toledano, M. (2002). Effect of sodium hypochlorite on dentin bonding with a polyalkenoic acid-containing adhesive system. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 60(2), 316-324.
- Ozan, U., Hubbezoglu, İ., & Sumer, Z. (2011). Sodyum hipoklorit, klorheksidin ve propolis içerikli solüsyonların potasyum titanyum fosfat lazer ile birlikte kullanımlarının candida albicans üzerine etkinliklerinin incelenmesi. *Cumhuriyet Dental Journal*, 12(1), 33-38.
- Palaz, E., & Olmez, A. (2021). Evaluation of the effects and effectiveness of cavity disinfectants. *Journal of Gazi University Health Sciences Institute*, 3(1), 18-27.
- Pashley, D. H., Tay, F. R., Breschi, L., Tjäderhane, L., Carvalho, R. M., Carrilho, M., & Tezvergil-Mutluay, A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental materials*, 27(1), 1-16.
- Peker, D.Ö.B. (1993). Sodyum hipokloritin fikse ve fikse olmayan insan pulpa dokularını çözücü etkisi. *HÜ Dis Hek Fak Derg*, 21, 21-3.
- Perdigão, J., Lopes, M., Geraldeli, S., Lopes, G. C., & Garcia-Godoy, F. (2000). Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dental Materials*, 16(5), 311-323.
- Pitts, N. B., Zero, D. T., Marsh, P. D., Ekstrand, K., Weintraub, J. A., Ramos-Gomez, F., Tagami, J., Twetman, S., Tsakos, G. & Ismail, A. (2017). Dental caries. *Nature reviews Disease primers*, 3(1), 1-16.
- Pohlhaus, S. R. (2012). Lasers in dentistry: minimally invasive instruments for the modern practice. *Provider*, 501, 211886.
- Potter, J. V., Zhu, C. F., McAlister, T., & Jones, J. D. (2013). Effects of pretreating preparations with sodium hypochlorite on bonding composite resin restorations. *General dentistry*, 61(7), e23-5.

- Quintas, V., Prada-Lopez, I., Donos, N., Suarez-Quintanilla, D., & Tomas, I. (2015). Antiplaque effect of essential oils and 0.2% chlorhexidine on an in situ model of oral biofilm growth: a randomised clinical trial. *PLoS One*, 10(2), e0117-177.
- Reid, C. J., Alcock, M., & Penn, D. (2011). Hydrogen peroxide—a party trick from the past?. *Anaesthesia and intensive care*, 39(6), 1004-1008.
- Saboia, V. D. P. A., Almeida, P. C., Ritter, A. V., Swift Jr, E. J., & Pimenta, L. A. F. (2006). 2-year clinical evaluation of sodium hypochlorite treatment in the restoration of non-carious cervical lesions: a pilot study. *Operative dentistry*, 31(5), 530-535.
- Sanae Shinohara, M., Bedran-de-Castro, A. K. B., Amaral, C. M., & Pimenta, L. A. F. (2004). The effect of sodium hypochlorite on microleakage of composite resin restorations using three adhesive systems. *Journal of Adhesive Dentistry*, 6(2), 123-127.
- Scheie, A. A. A. (1989). Modes of action of currently known chemical anti-plaque agents other than chlorhexidine. *J Dent Res*, 68, 1609-1616.
- Shafiei, F., & Memarpour, M. (2012). Antibacterial activity in adhesive dentistry: a literature review. *General dentistry*, 60(6), e346-56.
- Spencer, H. R., Ike, V., & Brennan, P. A. (2007). the use of sodium hypochlorite in endodontics—potential complications and their management. *British dental journal*, 202(9), 555-559.
- Subramanian, P., & Naidu, P. (2009). Effect of tooth mousse plus and cervitic gel on S. mutans. *J Minim Interv Dent*, 2(3), 164-169.
- Twetman, S. (2004). Antimicrobials in future caries control? A review with special reference to chlorhexidine treatment. *Caries Research*, 38(3), 223-229.
- Türkün, M., Türkün, Ç., & Kalender, A. (2004a). Effect of cavity disinfectants on the sealing ability of nonrinsing dentin-bonding resins. *Quintessence international*, 35(6), 469-476.
- Türkün, M., Türkün, Ş. L., & Ateş, M. (2004b). Antibacterial activity of cavity disinfectants. *Balkan Journal of Stomatology*, 8(3), 214-219.
- Türkün, Ş., & Ergücü, Z. (2004). Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 21(2), 143-151.
- Uceda-Gómez, N., Reis, A., Carrilho, M. R. D. O., Loguercio, A. D., & Rodriguez Filho, L. E. (2003). Effect of sodium hypochlorite on the bond strength of an adhesive system to superficial and deep dentin. *Journal of Applied Oral Science*, 11, 223-228.
- Urban, M. V., Rath, T., & Radtke, C. (2019). Hydrogen peroxide (H₂O₂): a review of its use in surgery. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 169(9), 222-225.
- Uygun, G. (2007). Diş Hekimliğinde El Hijyeni ve Lateks Allerjisi. 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 648-661.

- Van Strijp, A. J. P., van Steenbergena, T. J. M., & Ten Cate, J. M. (1997). Effects of chlorhexidine on the bacterial colonization and degradation of dentin and completely demineralized dentin in situ. *European journal of oral sciences*, 105(1), 27-35.
- Varoni, E., Tarce, M., Lodi, G., & Carrassi, A. (2012). Chlorhexidine (CHX) in dentistry: state of the art. *Minerva Stomatol*, 61(9), 399-419.
- Verma, S. K., Maheshwari, S., Singh, R. K., & Chaudhari, P. K. (2012). Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. *National journal of maxillofacial surgery*, 3(2), 124-132.
- Vianna, M. E., Gomes, B. P., Berber, V. B., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., & de Souza-Filho, F. J. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97(1), 79-84.
- Zheng, P., Zaruba, M., Attin, T., & Wiegand, A. (2015). Effect of different matrix metalloproteinase inhibitors on microtensile bond strength of an etch-and-rinse and a self-etching adhesive to dentin. *Operative dentistry*, 40(1), 80-86.
- Çelik, Ç., Özel, Y., Bağış, B., & Erkut, S. (2010). Effect of laser irradiation and cavity disinfectant application on the microtensile bond strength of different adhesive systems. *Photomedicine and laser surgery*, 28(2), 267-272.
- Özel, E., Yurdağüven, H., Say, E., & Kocagöz, S. (2005). Fosforik asit ve dezenfektan solüsyonların *Streptococcus Mutans*'a karşı antibakteriyel etkisinin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 29, 8-14.
- Öznurhan, F., Öztürk, C. & Ekci, E.S. (2015). Effects of different cavity-disinfectants and potassium titanyl phosphate laser on microtensile bond strength to primary dentin. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 18, 400-404.
- Şahin, Ö. H., Korucu, H., & Aydın, Z. U. (2024). Evaluation of the effects of different photosensitizers used in antimicrobial photodynamic therapy on tooth discoloration: spectrophotometric analysis. *Lasers in Medical Science*, 39(1), 133.



MÜZİK İLE TEDAVİNİN TARİHÇESİ VE DİŞ HEKİMLİĞİ PRATİĞİNDE KULLANIMI



Deniz ÇETİN¹

Zeliha Pelin CAN²

Hülya ERTEN³

1 Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Orcid No: 0009-0005-0681-8879

2 İstanbul Teknik Üniversitesi, Müzik İleri Araştırmalar Merkezi Ses Mühendisliği, Orcid No: 0009-0009-4710-2921

3 Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Orcid No: 0000-0001-7823-7145

GİRİŞ

Müzik, en genel tanımıyla seslerin belirli bir zaman içinde düzenlenmesiyle oluşan sanat ve ifade biçimidir. Ritmi, melodiyi, armoniyi ve tınıyı kullanarak duyguları, düşünceleri, kültürü ve insan deneyimini aktarır. Müziğin tarihi neredeyse insanlık tarihi kadar eskiye gitmektedir. Müzik, tarih boyunca birçok medeniyet tarafından eğlence amaçlı kullanımının yanı sıra askeri, dini ve tıbbi amaçlarla da kullanılmıştır (Güvenç, 2002).

Eski çağlarda yapılan tedavilerde, sistematik bir bilgi birikimi olmadığı için, hastalıklara daha bütüncül bir yaklaşım sergilenmiştir. Bu nedenle şifacı olarak adlandırılan kişiler yaptıkları tedavilerde birçok tekniği bir arada kullanmak durumunda kalmıştır. Bu tedavilerde bitkisel ve hayvansal kaynaklı ilaçların yanı sıra; masaj uygulamaları, dini ritüeller, meditasyon yöntemleri, çeşitli aroma ve tütsülerin kullanımı ve müzikle terapi uygulamaları kullanılmıştır. Müzikle terapi bazen diğer tedavilere ek olarak uygulanmış, bazen de diğer tedavilere yanıt vermeyen hastalarda son çare olarak denenmiştir (Birkan, 2014).

Müzik ile Tedavinin Tarihçesi

Müzikle tedavi, neredeyse insanlık tarihi kadar köklü bir geçmişe sahiptir. Müzik, tarih boyunca ruhsal ve bedensel birçok rahatsızlığın tedavisinde kullanılmış bir tedavi yöntemi olmuştur.

Antik Yunan kültüründe, müzik ve şifa arasında güçlü bir ilişki olduğu düşünülmüştür. Öyle ki, Yunan mitolojisinde yer alan Apollon ismindeki tanrı hem hekimliğin hem de müziğin tanrısı olarak betimlenmiş ve lir çalarak insanların sıkıntılarına derman olduğuna inanılmıştır (Tuna & Özer, 2015). Antik Yunan medeniyetinde müziğin; ruhsal dengesizlikler, davranış bozuklukları, melankoli türleri, epilepsi benzeri nörolojik durumlar, çeşitli ağrı ve huzursuzluk halleri ile bazı ateşli ve salgın hastalıklar gibi pek çok hastalığın tedavisinde kullanıldığına dair veriler bulunmaktadır (Horden, 2000).

Antik çağın en donanımlı sağlık merkezlerinden biri olan Bergama Asklepionu'nda fiziksel tedavilerin yanında müziğin de tedavi amacıyla etkin bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Bu merkezde müzik, hastaların ruhsal rahatlamasını sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Müzik eşliğinde yapılan ritüeller, hastaların psikolojik iyilik hâlini artıran tedavi edici bir unsur olarak görülmüştür. Asklepion'da uygulanan yöntemler, antik dönemde müziğin ruh sağlığı, psikolojik sıkıntılar ve ağrı yönetimindeki etkisinin bilindiğini ve müziğin bir tedavi yöntemi olarak önemli yere sahip olduğunu göstermektedir (Çelik, 2018).

Antik Mısır medeniyetinde de Antik Yunan medeniyetine benzer şekilde müziğin şifalı etkilerinin olduğuna inanılmıştır. Kahire'de bulunan şifahanelerde,

hastalara yapılacak operasyonlardan önce müzik dinletildiği ve bu sayede hastaların güç kazandığına inandıkları düşünülmektedir (Koç ve ark., 2016).

Milattan önce Çin’de yaşamış ünlü filozof Konfüçyüs de sözlerinde müziğin sağlık ile olan ilişkisine vurgu yapmıştır. Müzik sayesinde “insanlar arası ilişkilerin düzeldiğini, gözlerin parladığını, kulakların keskinleştiğini, kanın hareketi ve dolanımının sakinleştiğini” ifade ederek müziğin insanlar üzerindeki psikolojik ve fizyolojik etkilerine dikkat çekmiştir (Karamızrak, 2014).

Türklerde müziğin tedavi amaçlı kullanılması geleneği, Orta Asya’daki şaman kültüründen başlayarak Selçuklu Devleti ve Osmanlı Devleti dönemlerinde açılmış darüşşifalara kadar uzanan bir geçmişe sahiptir. Yaklaşık 3000 yıl önce yaşamış Uygur Türklerinde şamanların ve baksıların bir nevi şifacı olduklarına inanılmıştır. Bu şifacılar hastalarını şarkı söylemeyi ve dans etmeyi de içeren birtakım törenlerle iyileştirmeye çalışmıştır. İslamiyet sonrası dönemde özellikle Sufiler, müzik yardımıyla ruh ve sinir rahatsızlıklarının iyileştirilebileceğini savunmuştur. Selçuklu Devleti ve Osmanlı Devleti dönemlerinde ise müzikle tedavi çalışmaları daha ciddi olarak ele alınmıştır. Bu dönemlerde özellikle ruh ve sinir rahatsızlıklarının tedavisinde su sesinin ve koku terapilerinin etkin kullanıldığı görülmektedir. Öyle ki, Nureddin Darüşşifası ve Edirne Darüşşifası gibi döneminin önemli birçok sağlık merkezinde müzikle tedavi amaçlı özel bölümler bulunduğu ve bu bölümlerin tedavi için gerekli akustığı sağlayabilecek şekilde inşa edildiği bilinmektedir (Gençel, 2006), (Somakçı, 2003), (Erer ve Atıcı, 2010).

Türk tıp geleneğinde, Türk musikisinde yer alan makamların her birinin bedensel veya ruhsal etkileri olduğu düşünülmüş ve bu makamlar tedavilere yardımcı birer yöntem olarak kabul edilmiştir. Selçuklu ve Osmanlı darüşşifalarında bu makamlar icra edilmiştir. Hatta bu yöntemle ilgili olarak; hangi makamın günün hangi saatlerinde etkili olduğu, yetişkinlere mi yoksa çocuklara mı uygulanması gerektiği gibi pek çok detay bulunmaktadır (Tanrıöver, 2010).

Makam	Tedavi Edildiğine İnanılan Hastalık
Rehavi	Baş ağrıları, burun kanaması, felç
İsfahan	Zihin açıklığı, soğuk algınlığı ve ateşli hastalıklardan korunma
Uşşak	Uykusuzluk, ayak ağrıları
Zirgüle	Kalp ve beyin hastalıkları, menenjit, mide rahatsızlıkları
Buselik	Kalça ve baş ağrıları, göz hastalıkları
Hicaz	İdrar yolu hastalıkları
Hüseyni	Kalp, karaciğer hastalıkları, nöbet ve hummalar
Büzürk	Beyin ve kas ağrıları, kuvvetsizlik
Irak	Menenjit
Zirefkend	Felç, sırt ağrısı

Tablo 1. Türk Müziğinde yer alan makamların etkili olduğuna inanılan hastalıklar (Tanrıöver, 2010)

Batı’da müzik ile tedavinin tarihine bakıldığında Orta Çağ Avrupa’sında çok sınırlı örnekler bulunduğu belirtilmektedir. Avrupa’da müziğin tedavi amaçlı kullanımının 18. yüzyıldan itibaren gelişme ve yaygınlaşma gösterdiği bilinmektedir (Birkan, 2014).

Müzik ile tedavinin yakın çağdaki gelişimine bakıldığında, müzik ile tedavinin bilimsel olarak ele alınışının yaklaşık 19. yüzyıl ortalarına denk geldiği düşünülmektedir. Müzik ile tedavi konusunda ilk sistematik çalışmalardan biri olarak, 1848 yılında Praglı terapist Raudnitz’in psikoz tedavisinde müzik kullanması sayılmaktadır (Uçaner ve Birsen, 2015).

20. yüzyıla gelindiğinde ise, özellikle 2. Dünya Savaşı gazilerinin psikoterapisinde ve fiziksel ağrılarla başa çıkmaları konusunda müzikle tedavinin etkili bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Çeşitli askeri hastanelerde müzikle tedavi sonucunda olumlu sonuçlar elde edilmiş ve bu sayede müziğin tedavi amaçlı kullanımının bilinirliği artmıştır. Bu konudaki başarılı girişimler, müzik ile tedavi verilen merkezlerin ortaya çıkmasına ve bu konuda uzmanların yetişmesine önayak olmuştur (Yıldırım, 2021).

20. ve 21. yüzyılda Avrupa’da birçok ülkede açılan müzik terapi merkezlerinde; epilepsi, fantom ağrılar, felç, afazi ve psikiyatrik rahatsızlıklar gibi pek çok rahatsızlığa yönelik tedaviler uygulanmaya başlanmıştır. Müziğin epilepsi hastalarında nöbet sıklığını azaltma, ağrılı hastalarda rahatlatma ve afazi durumunda heceleme yetisini artırma gibi fonksiyonlarının gözlenmesi, müzik terapisinin klinik kullanım alanlarını genişletmiştir. Bu olumlu sonuç veren klinik uygulamalar ışığında müziğin modern tıpta ve diş hekimliğinde tedavi amaçlı kullanımı, yapılan tedavilere ek olarak uygulanan tamamlayıcı bir yöntem olarak kabul görmeye başlamıştır (Uçaner ve Birsen, 2015), (Yıldırım, 2021).

1985 yılında İtalya’da müzik terapistlerinin, müziğin tedavi amaçlı kullanılmasını küresel düzeyde tanıtmaya ve geliştirme vizyonu doğrultusunda Dünya Müzik Terapi Federasyonu (WFMT) kurulmuştur. Son olarak 2011 yılında Dünya Müzik Terapi Federasyonu müzik terapisini, “müziğin ve müzik öğelerinin, tıbbi, eğitsel ve günlük yaşam ortamlarında; bireylerin, grupların, ailelerin veya toplumların yaşam kalitesini artırmak ve fiziksel, sosyal, iletişimsel, duygusal, zihinsel ve ruhsal sağlık ve iyilik hâllerini geliştirmek amacıyla profesyonel bir müdahale aracı olarak kullanılmasıdır” şeklinde tanımlamıştır (World Federation of Music Therapy, n.d.).

Ülkemizde 27 Ekim 2014 tarihinde Resmî Gazete’de yayınlanan Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği’ne göre 15 tane geleneksel ve tamamlayıcı tıp yöntemi yasallaştırılmıştır. Bu yöntemler

akupunktur, apiterapi, fitoterapi, hipnoz, sülük uygulaması, homeopati, kayropratik, kupa uygulaması, larva uygulaması, mezoterapi, proloterapi, osteopati, ozon uygulaması, refleksoloji, müzikterapi yöntemleridir (Resmî Gazete, 2014).

Müziğin Fizyolojik ve Psikolojik Etkileri

Müzik işitsel yollardan geçerek beyine iletilir. Sırasıyla beyin sapı ve talamustan geçerek beyin korteksine iletilir ve burada işlenir. Müziğin, beyinde bilişsel ve duygusal etkiler oluşturarak davranışların düzenlenmesinde rolü bulunmaktadır. Müziğin otonom sinir sistemi ve limbik sistem üzerine etkileri olduğu bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır. Müzik, bu etkiler sayesinde vücutta birtakım psikolojik ve fizyolojik değişikliklere sebep olur (Chanda ve Levitin, 2013).

Otonom sinir sistemi üzerine etkileri arasında; parasempatik sistem aktivitesini stimüle ederek kan basıncı düzeyini, kalp atım hızını ve solunum hızını azaltması bulunmaktadır. Aynı zamanda sempatik sinir sistemi üzerinde baskılayıcı etkisi bulunmaktadır. Sempatik sistemi baskılamasıyla birlikte nöromüsküler uyarılmalar azalır, böylece anksiyetenin ve stresin azaltılması üzerine pozitif etki göstermektedir (Chanda ve Levitin, 2013), (Bernardi ve ark., 2006), (Thoma ve ark., 2013).

Limbik sistem üzerine etkileri arasında; limbik sistemi aktive ederek duygu durumunun düzenlenmesi bulunmaktadır. Vücutta hipofiz bezi, adrenal bezler ve hipotalamus üzerine etkiler göstererek kortizol düzeyini azaltmakta ve endorfin salınımını artırmaktadır. Kortizol düzeylerinin azalmasına bağlı olarak stres ve anksiyete seviyesinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca müzik, amigdala aktivitesini de baskılayarak stres ve korkunun azaltılması üzerine pozitif etkiler göstermektedir. Endorfin seviyesinin artışına bağlı olarak ise müziğin ağrının algılanma düzeylerini azalttığı tespit edilmiştir (Chanda ve Levitin, 2013), (Thoma ve ark., 2013), (Koelsch, 2014).

Müziğin vücuttaki sistemler üzerindeki bütün bu etkileri dikkate alındığında; müzik terapisinin tıp ve diş hekimliği tedavilerine ek olarak uygulanabilecek destekleyici ve tamamlayıcı bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Müziğin güvenli, non-invaziv ve non- farmakolojik bir yöntem olması da, tedavilerde tamamlayıcı olarak kullanılmasını teşvik etmektedir.

Müzik Türü	Fizyolojik ve Psikolojik Etkileri
Klasik Müzik	Parasempatik aktivite artar. Nabız ve kan basıncı azalır. Kortizol düzeyi azalır. Anksiyete azalır.
Doğa Sesleri (su sesi, kuş sesi vb.)	Solunum yavaşlar, kas tonusu azalır. Stres ve anksiyete azalır. ↓
Enstrümantal Hafif Müzik	Kalp hızı değişkenliği artar. Stres regülasyonu sonucu dikkat dağıtır.
Kişinin Kendi Tercih Ettiği Müzik	Endorfin artar. Tanıdıklık ve güven hissi oluşturup tedaviye uyumu artırır.
Hızlı Ritimli ve/veya Yüksek Sesli Müzik (Rock müzik vb.)	Sempatik aktivite artar. Bazı bireylerde uyarılmışlık artışına bağlı anksiyete artabilir.

Tablo 2. Farklı müzik türlerinin insanlar üzerinde oluşturduğu fizyolojik ve psikolojik etkiler (Chanda ve Levitin, 2013), (Bernardi ve ark., 2006), (Thoma ve ark., 2013), (Koelsch, 2014).

Müzik Terapisinin Dış Hekimliğinde Pratiğindeki Kullanım Alanları

Günümüzde müziği tıp ve dış hekimliği pratiğine entegre etmeye çalışan birçok çalışma literatürde mevcuttur. Dış hekimliği pratiğinde müziğin kullanımı üzerine, özellikle dental korku ve dental anksiyetenin azaltılması konusunda çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Dental korku ve dental anksiyete konulu çalışmaların yanı sıra çocuk hastalarda davranış yönlendirmesi konusunda müziğin kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Ayrıca çocuk hastalarda müziğin, dikkat dağıtmada ve çocuk hastaların ilgisini tedavinin rahatsız edici unsurlarından uzaklaştırmada etkili olabileceğine dair çalışmalar da yapılmıştır. Engelli hastalarda hekim-hasta arasındaki kooperasyonu güçlendirmek üzere müziğin kullanılıp kullanılamayacağını sorgulayan bazı çalışmalar da mevcuttur. Dış hekimliği pratiğinde hastalar için en rahatsız edici unsurlardan biri olan ağrı hissini azaltılmasında, lokal anesteziyelere ek ve tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılmasını da irdeleyen çalışmalar literatürde yer almaktadır.

Müzik Terapisi ve Dental Anksiyete İlişkisi

Dental anksiyete terimi; dış hekime, dış tedavisine veya dış hekimliği kliniklerine karşı bazı hastalarda gelişen kendini rahatsız hissetme durumu olarak açıklanabilmektedir. Bu durum fiziksel ve psikolojik stres ile birlikte açığa çıkmaktadır. Dental anksiyete gelişen hastalarda genellikle dental tedavileri geciktirme, erteleme veya tedavilerden tümüyle kaçınma davranışları gözlenmektedir. Dental anksiyete, hekim-hasta arasındaki kooperasyonun kurulması üzerine olumsuz etkiler göstermektedir (Şimşek ve İspir, 2019).

Literatürde dental anksiyetesi bulunan hastaların dental tedavilerinde müzik terapisinin kullanılmasına dair yapılmış çalışmalar bulunmaktadır:

Wazzan ve arkadaşları 2022 yılında yaptıkları çalışmada, acil endodontik tedavi ihtiyacı olan dental anksiyeteli hastalarda müzik terapisi uygulanmasının, hastaların dental anksiyete seviyesi ve fizyolojik stres göstergesi olan vital bulguları üzerine etkisini değerlendirmiştir. Çalışmaya toplam 46 dental anksiyeteli hasta dahil edilmiştir. Hastalar rastgele iki gruba ayrılmıştır; bir gruptaki hastalara yavaş ritimli enstrümental müzik dinletilmiş, kontrol grubundaki hastalara ise herhangi bir müzik dinletilmemiştir. Tedaviye başlamadan önce ve tedavi sonunda kalp atım hızı, kan basıncı, tükürük kortizol seviyesi ve vücut sıcaklığı ölçülmüştür. Yapılan çalışmanın sonucunda, müzik terapisi uygulanan hastalarda kontrol grubundaki hastalara kıyasla, ölçülen vital bulgularda azalma gözlemlendi ancak bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı seviyede olmadığı belirtilmiştir (Wazzan ve ark., 2022).

Karapıçak ve arkadaşları, orta düzey dental anksiyetesi bulunan ve restoratif tedaviye ihtiyacı olan 70 adet hasta üzerinde müzik terapisinin etkisini değerlendirdikleri bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada hastalar rastgele iki gruba ayrılıp; bir gruba hastaların kendi seçtikleri müzik dinletilmiş, kontrol grubuna ise herhangi bir müzik dinletilmemiştir. Tüm hastaların oksijen saturasyonu, vücut sıcaklığı, kalp atım hızı kan basıncı ve tükürükteki kortizol seviyesi değerleri tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında kayıt altına alınmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda, müzik dinletilen hasta grubunda kontrol grubuna kıyasla vital bulgular açısından bakıldığında yalnızca diastolik kan basıncı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu belirtilmiştir. Makalenin yazarları çalışmanın sonucunda, müzik terapisinin fizyolojik stres göstergeleri üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır (Karapıçak ve ark., 2023).

Yağız ve arkadaşları ise, dental anksiyetesi bulunan ve restoratif tedaviye ihtiyacı olan hastaların restoratif tedavileri sırasında, alfa frekansındaki binaural ritmik müzik ve 432 Hz frekansındaki rahatlatıcı etkili müzik arasındaki farkı ve bu melodilerin dental anksiyete üzerine etkisini değerlendirdikleri bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada hastalar, eşit sayıda hasta içeren rastgele üç gruba ayrılmış, kontrol grubuna herhangi bir müzik dinletilmemiştir. Tedavi sırasında hastalara yalnızca dolgu kavitesi açılırken kulaklıkla müzik dinletilmiş, böylece döner aletlerin çıkardıkları sesin yarattığı dental anksiyetenin azalacağı varsayılmıştır. Tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında olmak üzere iki defa hastaların vücut ısısı, kan basıncı, oksijen saturasyonu ve nabız değerleri ölçülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda, 432 Hz frekansındaki rahatlatıcı etkili müziğin dinletildiği hasta grubunda fizyolojik stres göstergelerindeki azalmayla uyumlu olarak dental anksiyetenin de azaldığı belirtilmiştir (Yağız ve ark., 2025).

Özcan ve arkadaşları, 2024 yılında periodontal cerrahi tedavi gereksinimi olan dental anksiyeteli hastalarda müzik terapinin etkisini değerlendirdikleri bir çalışma yayınlamıştır. Çalışma öncesinde hastalar rastgele iki gruba ayrılmıştır. İlk gruptaki hastalara kulaklıkla yavaş ritimli enstrümental müzik dinletilmiştir. Bu gruptaki hastalara tedavi sırasında kulaklıktan gelen sesin seviyesini kendi istekleri doğrultusunda azaltıp artırabilme seçeneği sunulmuştur. İkinci gruptaki hastalara ise kulaklık takılıp çevredeki sesleri duymaları engellenmiş fakat herhangi bir müzik terapisi uygulanmamıştır. Bu çalışmada hastaların dental anksiyete, dental korku, ağrıyı algılama düzeyleri ve vital bulguları tedavi öncesinde ve sonrasında olmak üzere iki defa değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmanın sonunda müzik dinletilen grupta, kontrol grubuna kıyasla kan basıncı ve dental anksiyete değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu belirtilmiştir. Görsel Analog Skala (VAS) ile ölçülen ağrı değerlendirme skorlarında da müzik dinletilen grupta daha düşük değerler gözlemlendiği vurgulanmıştır (Özcan ve ark., 2024).

Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, müzik terapisinin dental anksiyetesi olan hastalarda özellikle fizyolojik stres göstergeleri ve subjektif algılar (anksiyete, ağrı) üzerinde olumlu ancak heterojen etkiler gösterdiği görülmektedir. Bazı çalışmalarda vital bulgulardaki değişimler istatistiksel anlamlılığa ulaşmasa da, hastaların anksiyete ve ağrı algısında azalma eğilimi dikkat çekmektedir. Müzik türü, frekansı, uygulama süresi ve hastanın müziği kontrol edebilmesi gibi faktörlerin, terapinin etkinliğini belirleyen önemli değişkenler olduğu anlaşılmaktadır.

Müzik Terapisinin Çocuk Diş Hekimliğinde Davranış Yönlendirmesi Amacıyla Kullanımı

Çocuk diş hekimliğinde davranış yönlendirme, çocukların dental tedavi gereksinimlerinin güvenli, etkili ve etik biçimde karşılanmasında temel bir yaklaşımdır. Farmakolojik ve farmakolojik olmayan yöntemleri içeren bu teknikler, çocuğun korku ve endişesini azaltarak tedaviye uyumunu artırmayı, olumlu bir diş hekimi tutumu geliştirmeyi ve kaliteli ağız sağlığı hizmetinin sürdürülebilirliğini sağlamayı amaçlamaktadır (American Academy of Pediatric Dentistry, 2016). Uygun davranış yönlendirme yöntemi; hekim, çocuk ve ebeveyn arasında güvene dayalı bir ilişki kurulmasına katkı sağlarken, çocuğun ağız ve diş sağlığına yönelik olumlu tutum geliştirmesini desteklemektedir (Demir, 2021).

Çocuk hastalarda tedaviye uyumun artması için kullanılan davranış yönlendirmesi tekniklerinden biri de dikkat dağıtma yöntemidir. Çocuklarda davranış yönlendirmesinde kullanılan dikkat dağıtma yöntemleri, dental tedavi sürecinde çocuğun döner aletlerin sesi gibi bazı rahatsız edici uyaranlara odaklanmasını azaltmayı hedeflemektedir. İşitsel, görsel,

dokunsal ve olfaktör duylara dayalı bu teknikler, çocuğun dikkatini farklı yerlere yönlendirerek tedaviye uyumu artırmaktadır. Özellikle hafif ve orta düzey dental anksiyetesi bulunan çocuklarda bu yöntemlerin kooperasyonu artırdığı, ağrı algısını azalttığı ve olumlu bir diş hekimliği deneyiminin gelişimine katkı sağladığı bildirilmektedir (Chen ve ark., 2024).

Literatürde çocuk hastaların dental tedavilerinde müzik terapisinin kullanılmasına dair yapılmış çalışmalar bulunmaktadır:

Marqués-Martínez ve arkadaşları, çocuk hastalarda yapılan dental tedavilerde müzik terapisi kullanılarak dikkat dağıtmanın dental anksiyete düzeyleri üzerindeki etkinliğini incelemeyi amaçladıkları bir meta-analiz çalışması yayınlamıştır. Bu çalışma kapsamında, 4–14 yaş aralığındaki toplam 476 çocuk hastayı içeren 7 adet randomize kontrollü çalışma incelenmiştir. Meta analiz kapsamında incelenen randomize kontrollü çalışmalarda, çocuk hastalarda kişisel bildirimlere dayalı dental anksiyete ölçekleri ve oksijen saturasyonu, kan basıncı, kalp atım hızı gibi vital bulguların değerlendirildiği belirtilmiştir. Meta analiz sonucunda, müzik terapisi uygulanan hastalarda kontrol gruplarındaki hastalara kıyasla dental anksiyete seviyelerinde ve kalp atım hızında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu ifade edilmiştir. Bu bulguların yanı sıra oksijen saturasyonu ve kan basıncı değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir azalma olmadığı ifade edilmiştir. Meta analizin sonucunda; müzik terapisinin çocuk hastalarda dental anksiyetenin azaltılmasında etkili bir yöntem olarak çocuk diş hekimliği uygulamalarına entegre edilmesinin hasta kooperasyonunu artırabileceği vurgulanmıştır (Marqués-Martínez ve ark., 2025).

Alkahtani ve arkadaşları, çocuk hastalarda dental tedavilerin gerçekleştirilmesi sırasında müzik dinletilerek dikkat dağıtılmasının, dental anksiyete ve stres üzerindeki etkisini incelemiştir. Yapılan çalışmaya 5–14 yaş aralığındaki hastalar dahil edilmiştir. Tedavi süresince müzik terapisi uygulanan hasta grubunda, kontrol grubuna kıyasla anksiyete düzeylerinde anlamlı bir azalma olduğu bildirilmiştir. Müzik dinletilen gruptaki çocuk hastaların tedavi sürecini daha rahat ve daha az stresli buldukları, bunların yanı sıra klinik uyum davranışlarında olumlu değişiklikler gözlemlendiği ifade edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, müzik dinletilmesi ile dikkatin dağıtılması yönteminin çocuk diş hekimliğinde anksiyete ve stresi azaltmaya yönelik etkili bir yaklaşım olduğu vurgulanmıştır (Alkahtani ve ark., 2020).

Aitken ve arkadaşları, çocuk hastalarda yapılan restoratif diş tedavileri sırasında uygulanan işitsel dikkat dağıtma yönteminin; anksiyete, ağrı algısı ve hasta kooperasyonu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Dört–altı yaş grubundaki 45 çocuğun lokal anestezi altında restoratif tedavilerinin gerçekleştirildiği araştırmada, hastalar çalışma öncesinde üç gruba ayrılmıştır.

Hasta grupları sırasıyla; hareketli müzik dinletilenler, rahatlatıcı müzik dinletilenler ve müzik uygulanmayan kontrol grubu şeklindedir. Anksiyete düzeyleri ebeveyn ve çocuk bildirimine dayalı ölçeklerle, fizyolojik yanıtlar kalp atım hızı ile, davranış durumu ve ağrı algısı ise standart subjektif değerlendirme ölçekleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulguların, değişkenlerin hiçbirinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya koymadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, çocukların büyük çoğunluğunun müzik dinlemeyi olumlu değerlendirdiği ve sonraki randevularda da müzik dinlemeyi talep ettikleri belirtilmiştir (Aitken ve ark., 2002).

Literatürde bu konuda yapılmış meta-analiz ve klinik çalışmalar göz önüne alındığında; müzik terapisi ile dikkat dağıtma uygulamasının çocuk hastalarda anksiyete düzeyi ve bazı fizyolojik stres göstergeleri üzerinde etkileri bulunduğu dikkat çekmektedir. Bazı çalışmalarda klinik parametreler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu bildirilirken, bazı çalışmalarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Buna karşın, müziğin çocuk hastalar tarafından yüksek oranda olumlu algılanması ve tedavi deneyimini daha kabul edilebilir hâle getirmesi, bu yöntemin çocuk hastalara yapılan dental tedavileri destekleyici bir araç olarak değerini ortaya koymaktadır.

Müzik Terapisinin Özel Sağlık Gereksinimli Hastalarda Kooperasyonu Artırmak Amacıyla Kullanımı

Özel sağlık gereksinimli birey tanımı; zihinsel, fiziksel, gelişimsel, duyuşsal, davranışsal, bilişsel veya duyuşsal bir bozukluk ya da sınırlayıcı duruma sahip olması nedeniyle, standart sağlık hizmetlerinin ötesinde tıbbi izlem ve sağlık müdahalesine gereksinim duyan kişileri ifade etmektedir. Bu bireyler, engellilik veya fonksiyonel kısıtlılıklar doğrultusunda normalden farklılaşan, bireyselleştirilmiş ve multidisipliner bir bakım yaklaşımını gerektiren özel gereksinimlere sahiptir (American Academy of Pediatric Dentistry, 2024).

Özel sağlık gereksinimli bireylerde dental tedavilerin başarısı, büyük ölçüde hasta ve hekim arasında kooperasyonun etkin biçimde sağlanmasına bağlıdır. Bu bireylerde iletişim güçlükleri, duyuşsal hassasiyetler ve davranışsal sınırlılıklar kooperasyonu olumsuz etkileyebileceğinden, tedavi sürecinde hastaya özgü yaklaşımların benimsenmesi önem taşımaktadır. Kooperasyonu destekleyen davranış yönlendirme teknikleri ve uyaran kontrolüne dayalı yöntemler, hastanın tedaviye uyumunu artırarak işlemlerin daha güvenli, konforlu ve sürdürülebilir şekilde gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Literatürde özel sağlık gereksinimli hastaların dental tedavilerinde kooperasyonu artırmaya yönelik müzik terapisinin kullanılmasına dair yapılmış çalışmalar bulunmaktadır:

Gowdham ve arkadaşları Hindistan’da yaptıkları bir çalışmada, hafif düzeyde zihinsel engeli bulunan çocuk hastalarda müzik terapisi

uygulanmasının, hastaların kooperasyonunu artırma ve dental anksiyetesini azaltma üzerine etkilerini araştırmıştır. Yapılan çalışmaya 6-14 yaşlarında 20 adet zihinsel engelli çocuk hasta dahil edilmiştir. Tedavilere başlamadan önce hastalar rastgele iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki hastalara tedavi sırasında Hint enstrümantal müziği dinletilmiş, kontrol grubuna ise herhangi bir müzik dinletisi yapılmamıştır. Çalışma, müzik dinletilen ve müzik dinletilmeyen durumlarda olmak üzere, bir ay ara ile gerçekleştirilen iki randevuyu içeren çapraz (cross-over) tasarımda yürütülmüştür. Tedavi sırasında elektriksel deri direnci, galvanik deri yanıtı (GSR) biyofeedback cihazı kullanılarak ölçülmüş ve analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, müzik terapisi ile dikkat dağıtma uygulaması yapılan hastalarda, tedavi sırasında elektriksel deri direncinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu ve anksiyete düzeyinin azaldığı belirtilmiştir. Gowdham ve arkadaşları, zihinsel engeli bulunan çocuk hastalarda dental tedaviler gerçekleştirilirken müzik terapisi uygulanmasının, kooperasyonu artırmaya yönelik etkili bir dikkat dağıtma yöntemi olduğunu vurgulamaktadır (Gowdham ve ark., 2021).

Mehrotra ve arkadaşları yaptıkları bir klinik çalışmada, zihinsel engelli hastalarda görsel ve işitsel dikkat dağıtma tekniklerini bir arada kullanmanın restoratif diş tedavilerinde kooperasyonu nasıl etkilediğini incelemiştir. Bu çalışmada hafif düzeyde zihinsel engelli çocuklar ve genç yaştaki hastalar değerlendirmeye alınmıştır. Bu hastalara tedavi sırasında sanal gerçeklik gözlüğü ve kulaklık takılarak görsel ve işitsel uyaranlarla dikkat dağıtma uygulaması yapılmıştır. Hastaların oksijen satürasyonu, nabız ve dental anksiyete düzeyleri kayıt altına alınmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, dikkat dağıtma uygulaması ile birlikte oksijen satürasyonu değerlerinde artış, nabız atımında azalma ve dental anksiyete düzeylerinde azalma olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda yazarlar, görsel ve işitsel dikkat dağıtma yöntemlerini kullanarak zihinsel engelli bireylerin diş tedavilerini gerçekleştirmenin hasta kooperasyonunu sağlamak açısından etkili bir metot olduğunu vurgulamaktadır (Mehrotra ve ark., 2024).

Literatürde özel sağlık gereksinimli bireylerde dental tedaviler sırasında müzik terapisi uygulamasının hasta kooperasyonu üzerine etkisini irdeleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda genel olarak müzik terapisinin özel sağlık gereksinimli bireylerde dental tedaviler sırasında kullanılmasının anksiyeteyi azalttığı ve fizyolojik stres göstergelerini iyileştirerek kooperasyonu artırdığı gösterilmektedir. Ancak mevcut çalışmaların örneklem büyüklüklerinin küçük olması ve yöntemsel çeşitliliğin sınırlı kalması, elde edilen bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle, müzik terapisinin özel sağlık gereksinimli hastalarda davranış yönetimindeki rolünü daha güçlü biçimde ortaya koyabilmek için daha geniş kapsamlı ve kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Müzik Terapisinin Diş Hekimliğinde Ağrı Algısının Azaltılması Amacıyla Kullanımı

Diş tedavilerinin çoğu ağrılı ve lokal anestezi yapılmasını gerektiren işlemlerdir. Hastalar açısından da en çok rahatsızlık verici ve kooperasyonu bozan etkenlerden biri işlem sırasında hissedilen ağrıdır. “Yüksek frekanslı müzik kullanılması ile ağrı hissinin azaltılması” anlamına gelen “odyoanaljezi” kavramı ilk kez 1959 yılında ortaya atılmıştır (Gardner ve Licklider, 1959). Odyoanaljezi, müzik ve benzeri işitsel uyaranlar aracılığıyla ağrı algısının azaltılmasını hedefleyen ve farmakolojik olmayan bir rahatlatma ve dikkat dağıtma yaklaşımıdır. Diş hekimliği uygulamalarında çoğunlukla kulaklık takılarak hastaya dinletilen bu işitsel uyaranlar, ağrıya eşlik eden anksiyete yanıtlarının baskılanmasına katkı sağlamayı amaçlar (Yurttutan ve ark., 2014).

Literatürde müzik terapisinin diş hekimliğinde ağrı algısının azaltılmasında kullanımına dair yapılmış çalışmalar bulunmaktadır:

Ramar ve arkadaşları, 6-12 yaş aralığındaki çocuk hastaların diş tedavilerini gerçekleştirirken odyoanaljezi yöntemini kullanmıştır. Yapılan çalışmaya 40 adet hasta dahil edilmiştir ve hastalar rastgele iki gruba ayrılmıştır. İlk gruptaki hastalara odyoanaljezi tekniği ile işlem yapılmış, diğer gruptaki hastalar ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Hastaların ağrı düzeylerini değerlendirmek amacıyla “Venham Ağrı Derecelendirme Ölçeği” kullanılmıştır. Çalışma sonucunda odyoanaljezi tekniği ile işlem yapılan hasta grubu ile kontrol grubu arasında ağrı düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptandığı belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonucu; odyoanaljezi uygulamasının, çocuklarda tedavi sırasında algılanan ağrı düzeyini azalttığını ve çocuk hastalarda dental tedaviye yönelik daha olumlu bir tutum gelişmesine yardımcı olduğunu vurgulamaktadır (Ramar ve ark., 2016).

Cerrahi olarak gömülü mandibular üçüncü molar çekimi uygulanan hastalarda müzik müdahalesinin ağrı algısı üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada ise, intraoperatif dönemde hastaların algıladığı ağrı Görsel Analog Skala (VAS) kullanılarak değerlendirilmiştir. Hastaların tercih ettikleri müziğin ameliyathaneye girişten operasyon sonuna kadar dinletildiği müzik grubunda, kontrol grubuna kıyasla perioperatif ağrı algısının daha düşük olduğu saptanmıştır. Cerrahi sürecin özellikle invaziv aşamalarında ağrı algısındaki artışa rağmen, müzik uygulanan hastalarda bu artışın daha sınırlı olduğu ve ağrı düzeylerinin daha kontrollü seyrettiği gözlenmiştir. Elde edilen bulgular, hastanın seçtiği müziğin dental cerrahi sırasında algılanan ağrıyı azaltıcı, non-farmakolojik bir destekleyici yöntem olarak etkili olabileceğini ve VAS ile ölçülen ağrı skorları üzerinde olumlu bir etki oluşturduğunu göstermektedir (Kim ve ark., 2011).

Literatürdeki mevcut veriler ışığında, odyoanaljezi uygulamalarının diş tedavileri sırasında algılanan ağrı düzeylerini düşürmede etkili bir non-farmakolojik destekleyici yaklaşım olduğu anlaşılmaktadır. Farklı hasta gruplarında standart ağrı ölçüm araçlarıyla elde edilen bulgular, müziğin ağrı algısını düzenleyerek dental tedavilerin hasta açısından daha tolere edilebilir olmasına katkı sağladığını göstermektedir.

SONUÇ

Bu araştırma, müziğin tarihsel arka planından güncel klinik uygulamalara uzanan etkilerini ele alarak, diş hekimliği pratiğinde kanıta dayalı tamamlayıcı bir yöntem olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Tedavi süreçlerinde yüzyıllardır yer bulan müzik, güncel nörofizyolojik bulgular doğrultusunda otonom sinir sistemi, limbik yapılar ve nörokimyasal yollar aracılığıyla klinik yanıtlar oluşturabilen bir müdahale aracı olarak tanımlanmaktadır. Literatürdeki mevcut klinik veriler, müziğin dental tedaviler sırasında ağrı algısının yanı sıra hasta kooperasyonu ve genel hasta deneyimi üzerinde de olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu alandaki çalışmaların sayısının sınırlı olması ve yöntemsel açıdan farklılıklar içermesi, bulguların gücünü ve genellenebilirliğini azaltmaktadır. Bu doğrultuda, müzik terapisinin diş hekimliğindeki yerini daha net biçimde ortaya koyabilmek için daha kapsamlı, kontrollü ve metodolojik açıdan güçlü araştırmaların yapılması gerekmektedir.

REFERANSLAR

- Aitken, J. C., Wilson, S., Coury, D., & Moursi, A. M. (2002). The effect of music distraction on pain, anxiety and behavior in pediatric dental patients. *Journal of Dentistry for Children*, 69(3), 293–298.
- Alkahtani, Z. M., Zakirulla, M., Alshehri, E. S., Alqahtani, A. M., & Alshehri, M. M. (2020). The effect of music on children's anxiety during dental treatment. *Journal of Research in Medical and Dental Science*, 8(3), 39–43.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2016). Guideline on behavior guidance for the pediatric dental patient. *Pediatric Dentistry*, 38(6), 185–198.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2024). Management of dental patients with special health care needs. In *The reference manual of pediatric dentistry* (pp. 343–350). Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry.
- Bernardi, L., Porta, C., & Sleight, P. (2006). Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: The importance of silence. *Heart*, 92(4), 445–452.
- Birkan, Z. I. (2014). Müzikle tedavi, tarihi gelişimi ve uygulamaları [Music therapy, its historical development and applications]. *Ankara Akupunktur ve Tamamlayıcı Tıp Dergisi*, 37–49.
- Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(4), 179–193.
- Chen, J., Deng, K., Yu, D., Fan, C., Liu, L., Gu, H., Huang, F., & Huo, Y. (2024). Recent developments in the non-pharmacological management of children's behavior based on distraction techniques: A concise review. *Healthcare*, 12(19), 1940.
- Çelik, S. (2018). Antik Yunanda müzikle tedavi: Bergama Asklepion örneği. 1. *Uluslararası Çağdaş Eğitim ve Sosyal Bilimler Sempozyumu*, 1007–1010.
- Demir, M. (2021). Çocuk diş hekimliğinde davranış yönetimi (Behaviour management in pediatric dentistry). *HRU International Journal of Dentistry and Oral Research*, 1(3), 71.
- Erer, S., & Atıcı, E. (2010). Selçuklu ve Osmanlılarda müzikle tedavi yapılan hastaneler. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 36(1), 29–32.
- Gardner, W. J., & Licklider, J. C. (1959). Auditory analgesia in dental operations. *Journal of the American Dental Association*, 59, 1144–1150.
- Gençel, Ö. (2006). Müzikle tedavi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 697–706.
- Gowdham, S., Reddy, N. V., Srinivas, N., & Sujatha, B. K. (2021). Impact of music distraction on dental anxiety in children having intellectual disability. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 39(2), 170–175.
- Güvenç, O. R. (2002). Eski Türklerde müzik ile tedavi. In *Türkler* (Cilt 3, pp. 460–467). Ankara: Yeni Türkiye Yayınları.
- Horden, P. (2000). *Music as medicine: The history of music therapy since antiquity*. Aldershot: Ashgate.

- Karamızrak, N. (2014). Ses ve müziğin organları iyileştirici etkisi. *Koşuyolu Heart Journal*, 17(1), 54–57.
- Karapıcak, E., Dulger, K., Sahin, E., & Alver, A. (2023). Investigation of the effect of music listened to by patients with moderate dental anxiety during restoration of posterior occlusal dental caries. *Clinical Oral Investigations*, 27(7), 3521–3530.
- Kim, Y. K., Kim, S. M., & Myoung, H. (2011). Musical intervention reduces patients' anxiety in surgical extraction of an impacted mandibular third molar. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(4), 1036–1045.
- Koç, E. M., Başer, D. A., Kahveci, R., & Özkara, A. (2016). Ruhun ve bedenın gıdası: Geçmişten günümüze müzik ve tıp. *Konuralp Tıp Dergisi*, 8(1), 51–55.
- Koelsch, S. (2014). Brain correlates of music-evoked emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(3), 170–180.
- Marqués-Martínez, L., Andrés, J., García-Miralles, E., Borell-García, C., Aura-Tormos, J. I., & Barona, C. G. (2025). Music therapy for managing dental anxiety in children: A systematic review and meta-analysis of clinical evidence. *Children*, 12(10), 1382.
- Mehrotra, D., Kumar, S., Mishra, S., Mathur, A., & Mathur, V. (2024). Effect of audio and virtual reality distraction on the dental treatment of patients with mild intellectual disability. *Special Care in Dentistry*, 44(2), 157–164.
- Özcan, M. F., Hendek, M., Barış, K., & Olgun, E. (2024). Effect of music therapy on dental anxiety in periodontal surgery. *Cumhuriyet Dental Journal*, 27(1), 21–29.
- Ramar, K., Hariharavel, V. P., Sinnaduri, G., Sambath, G., Zohni, F., & Alagu, P. J. (2016). Effect of audioanalgesia in 6- to 12-year-old children during dental treatment procedure. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(12), 1013–1015.
- Resmî Gazete. (2014). Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliğı. Erişim tarihi: 17 Kasım 2025, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/10/20141027-3.htm>
- Somakcı, P. (2003). Türklerde müzikle tedavi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (15), 131–140.
- Şimşek, N., & İspir, S. (2019). Diş hekimliğinde anksiyete. *AKD Tıp Dergisi*, 1, 15–20.
- Tanrıöver, G. B. (2010). Müzikle tedavi yöntemleri. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5(3), 150–157.
- Thoma, M. V., La Marca, R., Brönnimann, R., Finkel, L., Ehlert, U., & Nater, U. M. (2013). The effect of music on the human stress response. *PLoS ONE*, 8(8), e70156.
- Tuna, A., & Özer, M. C. (2015). Bergama Asklepion'unda bir sağaltım yöntemi olarak müzik. *EÜ Devlet Türk Musikisi Konservatuarı Dergisi*, 7, 63–73.
- Uçaner, B., & Birsen, J. (2015). Müzik terapi uygulamaları ve bazı ülkelerdeki eğitimi. *Folklor/Edebiyat*, 21(81), 35–46.

- Wazzan, M., Estaitia, M., Habrawi, S., Mansour, D., Jalal, Z., Ahmed, H., Hasan, H. A., & Al Kawas, S. (2022). The effect of music therapy in reducing dental anxiety and lowering physiological stressors. *Acta Biomedica*, 92(6), e2021393.
- World Federation of Music Therapy. (n.d.). Who we are. Erişim tarihi: 19 Kasım 2025, Erişim adresi: <https://www.wfmt.info/about#who-we-are>
- Yağız, G., Silkü, A., Erten, H., Can, Z. P., Etmanska, K., & Keskinoglu, P. (2025). Dental anksiyeteli hastalarda restoratif diş tedavisi sırasında dinletilen farklı frekanslardaki müziğin anksiyete üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. 26. *Restoratif Diş Hekimliği Kongresi Bildirisi*, Gaziantep, Türkiye, 8–10 Kasım 2025.
- Yıldırım, M. (2021). Müzikle tedavi: Tarihi, gelişimi, bağımlılıklarda uygulanışı ve Türkiye'deki müzik terapi uygulamaları [Music healing: History, development, application in addictions and music therapy applications in Turkey]. *Turkish Academic Research Review*, 6(2), 477–497.
- Yurttutan, M. E., Aslantürk, H., Koçer, A., Güneş, O., Fırtına Ekincioglu, Z., & Öztürk, A. (2014). Diş hekimliğinde odyoanaljezi. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 41(1), 57–60.



ŞEFFAF PLAKLARA GENEL BAKIŞ

“=====”

Hatice Günnur ALTUNSAYAR¹

¹ Arş. Gör. Dt. Hatice Günnur Altunsayar, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0251-3147>

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

° : Derece

» : Yaklaşık

3B : Üç Boyutlu

BPA : Bisfenol A

CAD : Bilgisayar Destekli Tasarım

CAM : Bilgisayar Destekli Üretim

CBCT : Cone Beam Computed Tomography IPR : Inter Proksimal Redüksiyon

mm : Milimetre

PETG : Polietilen Tereftalat Glikol

PU : Poliüretan

Son yıllarda ortodontik tedavi talebinde bulunan yetişkin hasta sayısındaki artış, estetik beklentilerin tedavi planlamasında belirleyici bir faktör hâline gelmesine neden olmuştur. Özellikle görünür ortodontik apareylerin sosyal yaşam üzerindeki etkileri, hastaları konvansiyonel sabit tedavilere alternatif, daha estetik çözümlere yönlendirmiştir (Johal ve Bondemark, 2021).

Bu doğrultuda metal braketlere alternatif olarak seramik, polikarbonat, plastik ve zirkonyum esaslı braket sistemleri ile estetik kaplamalı ark telleri geliştirilmiştir (Ghafari, 1992). Ancak bu materyallerin estetik avantajlarına rağmen, braketlerin vestibüler yüzeylerde konumlandırılması hastaların estetik beklentilerini tam anlamıyla karşılayamamıştır.

Ortodontik apareylerin estetik algı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda, lingual braketler ve şeffaf plak sistemlerinin, sabit vestibüler apareylere kıyasla sosyal kabul edilebilirlik ve çekicilik açısından daha olumlu değerlendirildiği bildirilmiştir (Jeremiah vd., 2011). Bu bulgular, görünmez ortodontik tedavi yöntemlerine olan ilginin artmasını destekler niteliktedir.

1980'li yıllarda tanıtılan lingual ortodonti tekniği, braketlerin lingual yüzeylere yerleştirilmesi sayesinde yüksek estetik avantaj sunmaktadır. Bununla birlikte, ek laboratuvar aşamaları nedeniyle maliyet artışı, dil irritasyonu ve konuşma adaptasyonunda yaşanan güçlükler bu tekniğin klinik kullanımını sınırlandıran faktörler arasında yer almaktadır (Van der Veen vd., 2010; Slater, 2013).

Şeffaf plak sistemleri ise çıkarılabilir olmaları sayesinde ağız hijyeninin daha etkin sağlanmasına olanak tanımakta, plak birikimini azaltmakta ve hasta konforunu artırmaktadır. Ayrıca tedavi süresince estetik beklentilerin karşılanabilmesi, bu sistemlerin hem hasta hem de klinisyenler tarafından tercih edilmesine katkı sağlamaktadır (Kesling, 1946).

Şeffaf plak teknolojilerinin öncülerinden biri olan Invisalign® sistemi, 1997 yılında sabit ortodontik apareylere estetik bir alternatif olarak geliştirilmiştir.

Başlangıçta anterior bölgedeki hafif malpozisyonların düzeltilmesinde kullanılan bu sistemler, dijital planlama ve materyal teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde günümüzde daha kompleks diş hareketlerinin gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır (Ryu vd., 2018). Bununla birlikte, üretici tarafından bildirilen biyomekanik kapasiteye rağmen, klinik etkinlik ve tedavi sınırlamaları literatürde halen tartışılmaktadır.

1. Şeffaf Plak Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

Şeffaf plaklarla ortodontik diş hareketi sağlama fikrinin temelleri, 20. yüzyılın ortalarında relaps kontrolü ve hafif diş düzensizliklerinin düzeltilmesine yönelik çalışmalarla atılmıştır. Bu dönemde Kesling (1945), balmumu modeller üzerinden üretilen termoplastik hizalayıcıların hem relaps vakalarında hem de sınırlı diş hareketlerinin elde edilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir. Bu yaklaşım, metal apareyler olmaksızın ortodontik kuvvetlerin iletebileceğini ortaya koyması açısından modern şeffaf plak tedavisinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

İzleyen yıllarda vakum ve basınçla şekillendirme tekniklerinin gelişmesiyle birlikte şeffaf apareylerin klinik kullanımı genişlemiştir. Ponitz (1971) tarafından tanıtılan vakumla şekillendirilmiş şeffaf apareyler, başlangıçta tedavi bitiminde detaylandırma ve pekiştirme amacıyla kullanılmış; sınırlı diş devrilme hareketlerinin elde edilebileceği gösterilmiştir. Daha sonra McNamara vd. (1985), pozitif hava basıncı kullanan termoform sistemleri geliştirerek apareylerin adaptasyonunu ve klinik kullanımını iyileştirmiştir.

1990'lı yıllarda şeffaf plak teknolojisinde önemli bir başka aşama, interproksimal redüksiyon ile birlikte şeffaf aparey kullanımının tanımlanması olmuştur. Sheridan vd. (1993), termoplastik kopolyester materyaller kullanarak Essix apareyini tanıtmış ve anterior dişlerin hizalanmasında estetik bir alternatif sunmuştur. Bu dönemde kullanılan analog üretim yöntemleri; ölçü alma, manuel set-up ve her aşama için yeni aparey üretimi gerektirmesi nedeniyle zaman alıcı ve operatöre bağımlı bir süreç oluşturmıştır.

Bu sınırlamaları aşmak amacıyla, 1990'lı yılların sonlarında dijital planlama ve seri hizalayıcı konsepti geliştirilmiştir. Boyd ve Waskalic (2001) tarafından tanımlanan bu yaklaşımda, bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) teknolojileri kullanılarak ardışık ve kademeli diş hareketlerinin önceden planlanması mümkün hâle gelmiştir. Bu gelişme, şeffaf plakların yalnızca hafif vakalarla sınırlı kalmayıp daha karmaşık ortodontik tedavilerde de kullanılabilmesinin önünü açmıştır.

Dijital tedavi planlamasının yaygınlaşmasıyla birlikte şeffaf plak materyalleri ve biyomekanik yardımcı elemanlarda da önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Ataşmanlar, basınç alanları ve optimize edilmiş plak geometrileri saye-

sinde daha kontrollü kuvvet sistemleri oluşturulmuş; rotasyon, intrüzyon ve tork gibi zor dış hareketlerinin etkinliği artırılmaya çalışılmıştır (Kravitz vd., 2009). Bununla birlikte, klinik çalışmalar şeffaf plak sistemlerinin bazı dış hareketlerinde öngörülebilirliğinin hâlen sınırlı olduğunu ve biyomekanik kısıtlamaların tamamen ortadan kalkmadığını göstermektedir (Weir, 2017).

Günümüzde şeffaf plak teknolojisi; dijital iş akışları, gelişmiş polimer materyaller ve yazılım tabanlı tedavi planlamaları ile sürekli bir evrim içerisinde. Ancak bu gelişmelere rağmen, hasta kooperasyonu, biyomekanik sınırlamalar ve klinik deneyim, şeffaf plak tedavilerinin başarısını belirleyen temel faktörler olmaya devam etmektedir.

2. CAD-CAM Destekli Şeffaf Plak Sistemleri

CAD-CAM destekli şeffaf plak sistemleri, ortodontik tedavide dijital iş akışlarının kullanılmaya başlanmasıyla birlikte şeffaf plak teknolojisinde önemli bir dönüm noktası oluşturmuştur. Bu sistemlerin temelini, hastaya ait dış dizilerinin üç boyutlu (3B) dijital olarak modellenmesi ve planlanan dış hareketlerinin bilgisayar ortamında aşamalandırılması oluşturmaktadır. Dijital veriler, ağız içi tarama cihazlarıyla doğrudan elde edilebildiği gibi, geleneksel ölçülerden elde edilen alçı modellerin dijital taranması yoluyla da oluşturulabilmektedir (Beers vd., 2003).

Dijital modelleme sürecinin ardından, dış kronlarının segmentasyonu gerçekleştirilmekte ve her bir dış için önceden belirlenmiş miktarlarda kademeli hareketler planlanmaktadır. Bu aşamada kullanılan yazılımlar, dış hareketlerinin yönünü, miktarını ve sırasını kontrol etmeye olanak tanımakta; aynı zamanda interproksimal redüksiyon, ataşman yerleşimi ve oklüzal temasların değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Martorelli vd., 2013). Böylece ortodontist, tedavi başlamadan önce tüm tedavi sürecini sanal ortamda öngörebilmekte ve gerekli düzenlemeleri yapabilmektedir.

Planlanan her aşamaya karşılık gelen dijital modeller, hızlı prototipleme teknikleri kullanılarak fiziksel modellere dönüştürülmektedir. Bu modeller genellikle stereolitografi veya benzeri 3B baskı yöntemleriyle üretilmekte ve her bir model, ilgili tedavi aşamasına ait şeffaf plağın üretiminde kullanılmaktadır (Beers vd., 2003). Üretim sürecinin son aşamasında ise termoplastik materyaller, bu modeller üzerine termoform veya vakumla şekillendirme yöntemleriyle adapte edilerek kişiye özel şeffaf plaklar elde edilmektedir.

CAD-CAM destekli sistemlerin klinik açıdan en önemli avantajlarından biri, tedavi planlamasının öngörülebilirliğini artırmasıdır. Dijital ortamda oluşturulan ardışık plaklar sayesinde dış hareketleri küçük ve kontrollü adımlarla gerçekleştirilebilmekte; böylece ani kuvvet uygulamalarının önüne geçilmektedir. Bununla birlikte, dijital olarak planlanan hareketlerin klinikte

birebir elde edilememesi, hasta kooperasyonu, biyomekanik sınırlamalar ve materyal özellikleri gibi faktörlerle ilişkilendirilmektedir (Kravitz vd., 2009).

Günümüzde CAD-CAM destekli şeffaf plak sistemleri, yalnızca diş hizalanmasını değil, aynı zamanda kompleks ortodontik hareketleri de kapsayacak şekilde geliştirilmiştir. Ataşman sistemleri, optimize edilmiş plak geometrileri ve yazılım tabanlı biyomekanik algoritmalar sayesinde intrüzyon, ekstrüzyon ve tork gibi zor diş hareketlerinin kontrolü artırılmaya çalışılmaktadır. Buna rağmen, literatürde bildirilen klinik sonuçlar, bu sistemlerin sabit ortodontik tedavilerle karşılaştırıldığında hâlen belirli sınırlamalara sahip olduğunu göstermektedir (Weir, 2017).

Sonuç olarak CAD-CAM destekli şeffaf plak sistemleri, dijital teknolojilerin ortodontiye entegrasyonunun en somut örneklerinden biri olup, tedavi planlamasında yüksek düzeyde kontrol ve görselleştirme avantajı sunmaktadır. Ancak bu sistemlerin başarısı, dijital planlama doğruluğu, kullanılan materyalin mekanik özellikleri ve hasta uyumu gibi birçok değişkene bağlıdır. Bu nedenle CAD-CAM teknolojisi, şeffaf plak tedavilerinde güçlü bir araç olmakla birlikte, klinik karar sürecinde biyomekanik prensiplerle birlikte değerlendirilmelidir.

3. Şeffaf Plakların Üretiminde Kullanılan Materyaller ve Fiziksel Özellikleri

Şeffaf plak tedavilerinde elde edilen klinik başarının önemli bir kısmı, kullanılan materyalin fiziksel ve mekanik özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Şeffaf plaklar, uyguladıkları kuvvetin büyüklüğü, sürekliliği ve yönü bakımından klasik sabit apareylerden farklı bir biyomekanik prensiple çalışmakta; bu nedenle plak materyalinin elastikiyet, sertlik, kalınlık ve deformasyona karşı direnç özellikleri tedavi sonuçlarını belirleyici hâle gelmektedir.

Şeffaf plakların üretiminde genel olarak iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan ilki, fiziksel modeller üzerine termoplastik malzemelerin termoform veya vakumla şekillendirme yöntemiyle adapte edilmesi; ikincisi ise fiziksel modele ihtiyaç duyulmaksızın doğrudan üç boyutlu (3B) baskı teknolojileri kullanılarak plak üretimidir (Bichu vd., 2022). Her iki yöntemin de materyal davranışı ve klinik performans üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır.

3.1 Termoform Polimerler

Termoform şeffaf plak materyalleri, tarihsel gelişim süreci içerisinde tek katmanlı (monofazik) plastiklerden çok katmanlı ileri polimer sistemlerine doğru evrim göstermiştir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan çok katmanlı materyallerde, elastik özellikler sağlayan yumuşak bir ara tabaka ile mekanik dayanıklılık sağlayan sert dış tabakalar birlikte yer almaktadır. Bu yapı, plağın

diş yüzeyine daha iyi adapte olmasını sağlarken, uygulanan ortodontik kuvvetlerin daha kontrollü iletilmesine olanak tanımaktadır (Kundal ve Shookan, 2020).

Şeffaf plak üretiminde kullanılan başlıca termoplastik materyaller arasında poliüretan (PU), polietilen tereftalat (PET), polietilen tereftalat glikol (PETG) ve polivinil klorür (PVC) yer almaktadır (Pithon, 2012). Bu materyaller arasında poliüretan bazlı plaklar, biyouyumlulukları ve elastomerik özellikleri nedeniyle klinik uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Termoplastik poliüretanlar; iyi mekanik dayanıklılık, aşınma direnci ve kimyasal stabilite gibi özellikleriyle öne çıkmaktadır (Frick ve Rochman, 2004).

PU bazlı plak sistemlerinde kullanılan çok katmanlı materyaller, plakların kullanım süresi boyunca kuvvet kaybını minimize etmeyi ve daha sabit kuvvet iletimini amaçlamaktadır. Bununla birlikte, literatürde poliüretan esaslı materyallerin su emilimi ve ağız ortamında zamanla mekanik özelliklerinde değişim gösterebildiği bildirilmiştir (Daniele vd., 2021). Bu durum, plakların klinik etkinliğini ve öngörülebilirliğini etkileyebilecek önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

PETG esaslı şeffaf plaklar ise PU bazlı materyallere kıyasla daha rijit yapıda olup, mekanik streslere karşı yüksek direnç göstermektedir. PETG plakların kalınlığı genellikle 0,5–1,0 mm aralığında değişmekte olup, plak kalınlığındaki artışın uygulanan kuvvetin büyüklüğünü ve sertliğini artırdığı bilinmektedir (Weir, 2017). PETG materyallerin optik açıdan daha yüksek şeffaflık sunduğu, ancak PU bazlı materyallere göre daha düşük elastik geri dönüş sergileyebileceğini bildirmiştir (Daniele vd., 2021).

Termoform üretim sürecinin önemli bir dezavantajı, ısı ve basınç etkisiyle plak kalınlığının homojenliğinin bozulabilmesidir. Isıyla şekillendirme sırasında materyalin farklı bölgelerinde kalınlık değişimleri meydana gelmekte; bu durum, kuvvet dağılımının öngörülebilirliğini azaltabilmektedir. Ayrıca, her plak için ayrı bir fiziksel model üretilmesi gerekliliği, üretim süresini ve maliyeti artırmakta; çevresel açıdan da ek atık oluşumuna yol açmaktadır (Martorelli vd., 2013; Weir, 2017).

3.2 Üç Boyutlu (3B) Baskılı Şeffaf Plaklar

Termoform şeffaf plakların üretimindeki bu sınırlamalar, doğrudan 3B baskı ile plak üretimine yönelik alternatif yaklaşımların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Doğrudan 3B baskı yöntemi, ara fiziksel modellere ihtiyaç duyulmaksızın dijital verilerden plak üretimine olanak tanımakta; bu sayede üretim süresini kısaltmakta ve malzeme israfını azaltmaktadır (Peeters, 2019).

Literatürde, termoform işleminin plak materyallerinin mekanik özelliklerinde değişime yol açtığı ve bu durumun kuvvet iletimini olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir. Buna karşılık,

3B baskılı şeffaf plakların daha homojen kalınlık dağılımına ve daha iyi uyuma sahip olabileceği öne sürülmektedir (Tartaglia vd., 2021; Ryu vd., 2018). Ancak 3B baskılı plakların klinik performansı; kullanılan reçinenin kimyasal yapısı, baskı oryantasyonu ve baskı sonrası kürlenme koşulları gibi birçok değişkene bağlıdır.

Jindal vd. (2019), baskı sonrası kürlenme süresi ve sıcaklığının, 3B baskılı plakların mekanik dayanıklılığı üzerinde belirleyici olduğunu göstermiştir. Yetersiz kürlenme, plakların deformasyona daha yatkın olmasına ve klinik uyumun azalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle 3B baskılı şeffaf plakların klinik kullanımı öncesinde, biyomekanik ve biyouyumluluk açısından dikkatli değerlendirme yapılması gerekmektedir.

Son yıllarda geliştirilen bazı 3B baskı reçineleri, şekil hafızası gibi ileri materyal özellikleri sunmayı hedeflemektedir. Lee vd. (2022), doğrudan 3B baskı ile üretilen şeffaf plakların zaman ve maliyet avantajlarının yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik açısından da potansiyel faydalar sağlayabileceğini bildirmiştir. Bununla birlikte, bu yeni materyallerin uzun dönem klinik etkinliği ve biyolojik güvenliği konusunda daha fazla bilimsel veriye ihtiyaç bulunmaktadır.

4. Üç Boyutlu Yazıcılar ve Dental Modeller

Ortodontide dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte, 3B yazıcılar ve eklemeli üretim yöntemleri dental model üretiminde önemli bir yer edinmiştir. Geleneksel eksiltici üretim tekniklerinden farklı olarak, 3B yazıcılar dijital olarak tasarlanan nesneleri katman katman oluşturarak üretmekte; bu sayede karmaşık geometrilere sahip, yüksek hassasiyetli modellerin elde edilmesine olanak tanımaktadır (Groth vd., 2014).

3B yazıcı teknolojisinin temelleri, 1980'li yıllarda stereolitografi yönteminin geliştirilmesiyle atılmıştır. Bunu takiben farklı eklemeli üretim prensiplerine dayanan yazıcı türleri geliştirilmiş ve zaman içerisinde dental uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Dijital diş modelleri, özellikle şeffaf plak üretiminde, tedavi planlamasının fiziksel olarak temsil edilmesi ve plakların doğru adaptasyonu açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Şeffaf plak tedavilerinde kullanılan 3B dental modeller genellikle dijital ağız içi taramalardan veya taranmış alçı modellerden elde edilen STL formatındaki veriler kullanılarak üretilmektedir. STL dosya formatı, yüzey geometrisinin üçgenler aracılığıyla tanımlanmasını sağlayan, açık kaynaklı ve yaygın olarak desteklenen bir veri formatı olup, günümüzde neredeyse tüm CAD yazılımları

ve 3B yazıcı sistemleriyle uyumludur (Kravitz vd., 2018). Bu formatın basitliği ve evrenselliği, dijital ortodontik iş akışlarının standartlaşmasına katkı sağlamıştır.

Ortodontide en sık kullanılan 3B yazıcı türleri arasında stereolitografi (SLA), dijital ışık işleme (DLP), fused deposition modeling (FDM), polyjet fotopolimer (PPP) ve selektif lazer sinterleme (SLS) sistemleri yer almaktadır (Tartaglia vd., 2021). Bu yazıcı türleri, kullandıkları materyaller, baskı hassasiyetleri ve üretim süreleri açısından birbirlerinden farklılık göstermektedir.

SLA ve DLP yazıcılar, sıvı fotopolimer reçinelerin ışıkla kürlenmesine dayanan vat polimerizasyon sistemleri olup, yüksek çözünürlük ve yüzey kalitesi sunmaları nedeniyle dental model üretiminde yaygın olarak tercih edilmektedir. SLA sistemlerinde ultraviyole lazer ışını kullanılarak reçine katman katman kürlenirken, DLP sistemlerinde tüm katmanın aynı anda ışıkla sertleştirilmesi sayesinde daha kısa baskı süreleri elde edilmektedir (Groth vd., 2014).

FDM yazıcılar ise termoplastik filamentlerin eritilerek katmanlar halinde birleştirilmesi prensibiyle çalışmaktadır. Bu sistemler baskı sonrası ek kürlenme gerektirmemeleri ve düşük maliyetleri nedeniyle avantaj sağlasa da, dental modellerde istenen yüksek yüzey hassasiyetini her zaman sağlayamayabilmektedir (Liu vd., 2006). Buna karşın, PPP yazıcılar aynı anda birden fazla fotopolimer materyali püskürtebilme yetenekleri sayesinde yüksek doğruluk sunmakta; ancak maliyet ve malzeme israfı açısından dezavantaj oluşturmaktadır (Groth vd., 2014).

Literatürde, farklı 3B baskı teknolojileriyle üretilen dental modellerin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği çeşitli çalışmalarla değerlendirilmiştir. Kim vd. (2018), DLP, SLA ve PPP yazıcılarla üretilen modelleri karşılaştırmış ve en yüksek doğruluğun PPP sistemlerinde elde edildiğini bildirmiştir. Bununla birlikte, DLP ve SLA yazıcıların da klinik kullanım için kabul edilebilir doğruluk düzeyleri sunduğu belirtilmiştir.

Baskı katmanı yüksekliği, dental modellerin doğruluğunu etkileyen önemli parametrelerden biridir. Farklı katman kalınlıklarıyla üretilen SLA modelleri karşılaştırıldığında daha düşük katman sayısının baskı sırasında biriken hataları azaltabileceğini bildirilmiştir (Favero vd., 2017). Buna karşın, Zhang vd. (2019), katman yüksekliğinin azaltılmasının çözünürlüğü artırarak model doğruluğunu iyileştirebileceğini göstermiştir. Bu bulgular, ideal baskı parametrelerinin kullanılan yazıcı türüne ve klinik gereksinimlere bağlı olarak değişebileceğini ortaya koymaktadır.

Şeffaf plak üretiminde kullanılan dental modellerin doğruluğu, plakların diş yüzeylerine adaptasyonu ve planlanan diş hareketlerinin klinikte elde edilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Farklı 3B baskı

teknolojileriyle üretilen modellerin klinik kullanım için yeterli doğruluk sunduğu; ancak hiçbir sistemin şeffaf plakların %100 doğrulukla üretilmesini garanti edemeyeceği bir gerçektir (Jaber vd., 2021). Bu nedenle, dijital model üretimi sürecinde yazıcı seçimi, baskı parametreleri ve post-processing aşamaları dikkatle planlanmalıdır.

Sonuç olarak, 3B yazıcılar ve dijital dental modeller, şeffaf plak tedavilerinde modern ortodontik iş akışının vazgeçilmez bileşenleri hâline gelmiştir. Ancak bu teknolojilerin sunduğu avantajlardan en iyi şekilde yararlanılabilmesi için, baskı sistemlerinin teknik sınırlamaları ve klinik etkileri göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılması gerekmektedir.

5.Şeffaf Plakların Uygulama Aşamaları

Şeffaf plak tedavileri, dijital planlama temelli bir iş akışı üzerine kuruludur ve tedavi süreci belirli klinik aşamaların sırasıyla uygulanmasını gerektirir. Bu süreç; hasta kayıtlarının toplanması, dijital tedavi planı ve kurulumunun yapılması ve şeffaf plakların klinik uygulaması olmak üzere üç ana aşamada ele alınmaktadır.

Hasta Kayıtlarının Toplanması

Ortodontik tedaviye başlamadan önce hastaya ait ayrıntılı klinik kayıtların elde edilmesi, doğru tanı ve tedavi planlamasının temelini oluşturmaktadır. Bu kapsamda panoramik ve sefalometrik radyografiler, ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar ile dental arkların değerlendirilmesini sağlayan tanı modelleri rutin olarak kullanılmaktadır (Cervino vd., 2018).

Geleneksel yöntemde çalışma modelleri, elastomerik ölçü maddeleri kullanılarak elde edilmekte ve alçı modeller üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda dijital teknolojilerin gelişmesiyle birlikte ağız içi tarayıcılar kullanılarak doğrudan üç boyutlu (3B) dijital modeller elde edilmesi yaygınlaşmıştır. Dijital ölçü sistemleri, hastaya daha konforlu bir deneyim sunarken, ölçü hatalarını azaltmakta ve verilerin hızlı bir şekilde dijital iş akışına aktarılmasına olanak tanımaktadır (Ting-Shu ve Jian, 2015).

Ağız içi tarayıcılar, çok sayıda optik görüntünün kaydedilmesi ve bu görüntülerin yazılım aracılığıyla birleştirilmesi prensibine dayanmaktadır. Günümüzde farklı optik teknolojiler kullanan birçok tarayıcı sistemi geliştirilmiş olup, bu sistemlerin klinik doğruluklarının şeffaf plak tedavileri için yeterli olduğu bildirilmektedir (Saccomanno vd., 2022).

Dijital Tedavi Planı ve Kurulumunun Yapılması

Hasta kayıtlarının dijital ortama aktarılmasının ardından, tedavi planlaması bilgisayar destekli yazılımlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu aşı-

mada dişlerin üç boyutlu modelleri üzerinde dijital segmentasyon yapılmakta ve her bir diş için planlanan hareketler aşamalandırılmaktadır. Segmentasyon işlemi yazılım tarafından otomatik olarak gerçekleştirilebildiği gibi, gerekli durumlarda klinisyen tarafından manuel olarak da düzenlenebilmektedir (Dhingra vd., 2022).

Dijital tedavi planı, diş hareketlerinin yönü ve miktarının yanı sıra interproksimal redüksiyon (IPR) gereksinimi, ataşmanların konumu ve oklüzal temasların değerlendirilmesini de kapsamaktadır. Ortodontist, sanal kurulum üzerinden tüm tedavi sürecini aşama aşama inceleyebilmekte; gerekli gördüğü durumlarda plan üzerinde değişiklik yaparak nihai kurulumun onayını vermektedir. Bu onayın ardından şeffaf plakların üretim süreci başlatılmaktadır.

Dijital planlama sistemlerinin sunduğu en önemli avantajlardan biri, tedavinin öngörülebilirliğini artırmasıdır. Ancak sanal ortamda planlanan diş hareketlerinin klinikte birebir elde edilememesi, hasta kooperasyonu, biyomekanik sınırlamalar ve materyal özellikleri gibi faktörlerle ilişkilendirilmektedir (Kravitz vd., 2009). Bu nedenle dijital kurulum, klinik deneyim ve biyomekanik prensiplerle birlikte değerlendirilmelidir.

Şeffaf Plakların Klinik Uygulaması

Üretimi tamamlanan şeffaf plaklar, klinisyen tarafından hastaya teslim edilerek tedavi süreci başlatılmaktadır. İlk randevuda dijital planlamada öngörülen ataşmanlar, üretici tarafından sağlanan transfer plakları yardımıyla ilgili diş yüzeylerine uygulanmaktadır. Gerekli görülen vakalarda interproksimal redüksiyon ve yardımcı mekanikler bu aşamada veya tedavinin ilerleyen safhalarında gerçekleştirilmektedir (Tai, 2018).

Hastaya, plakların günlük kullanım süresi, plak değişim aralıkları ve ağız hijyeni konusunda ayrıntılı bilgi verilmesi tedavinin başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Literatürde, şeffaf plakların günde ortalama 20–22 saat kullanılması gerektiği ve yeterli hasta uyumu sağlanamadığında planlanan diş hareketlerinin etkinliğinin anlamlı ölçüde azaldığı bildirilmektedir (Moya ve Zafra, 2021).

Tedavi süresince yapılan kontrol randevularında, planlanan diş hareketlerinin gerçekleşme durumu değerlendirilmekte; gerekli görüldüğünde ek plak setleri (refinement) veya yardımcı tedavi yöntemleri planlanmaktadır. Bu durum, şeffaf plak tedavilerinin dinamik ve klinik geri bildirimine açık bir süreç olduğunu göstermektedir.

5. Şeffaf Plak Sistemlerinde Biyomekanik

Şeffaf plaklarla ortodontik tedavi, dişlerin her birini küçük miktarlarda

ve kademeli olarak hareket ettiren ardışık apareylerin kullanılması prensibi-ne dayanmaktadır. Bu sistemlerde diş hareketi, sabit ortodontik apareylerde olduğu gibi sürekli ve yüksek rijitlikte kuvvetler yerine, plak materyalinin elastik deformasyonu ile oluşturulan daha düşük ve dağıtılmış kuvvet sistemleri aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu nedenle şeffaf plak biyomekaniği, materyal özellikleri, plak geometrisi ve yardımcı elemanların etkileşimiyle şekillenmektedir (Weir, 2017).

Şeffaf plaklarla diş hareketi temel olarak iki ana mekanizma üzerinden sağlanmaktadır: **kalıplama (moulding)** etkisi ve **yardımcı biyomekanik elemanlar**.

5.1 Kalıplama (Moulding) Mekanizması

Kalıplama mekanizması, şeffaf plak tedavisinin başlangıcından bu yana kuvvet iletiminin temel yolunu oluşturmaktadır. Bu mekanizmada, plak ile diş kronu geometrisi arasında planlı olarak oluşturulan uyumsuzluklar (aktivasyon), diş yüzeyleri boyunca dağılan üç boyutlu kuvvet sistemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Weir, 2017; Tamer vd., 2019).

Her bir şeffaf plak, hedeflenen diş hareketine uygun olarak tasarlanmış belirli basınç alanları ve rahatlama bölgeleri içermektedir. Tedavi süreci, başlangıçtaki diş konumundan hedeflenen son konuma kadar ilerleyen, şekilleri kademeli olarak değişen bir dizi plak aracılığıyla yürütülmektedir. Plakların oklüzal, bukkal ve lingual yüzeyleri aynı anda sarması, kuvvetlerin çok yönlü olarak uygulanabilmesini sağlamaktadır (Hahn vd., 2010).

Bununla birlikte, diş kronlarının asimetrik anatomik yapısı nedeniyle, uygulanan kuvvetler her zaman dişlerin direnç merkezinden geçmemekte ve istenmeyen yan etkiler ortaya çıkabilmektedir. Özellikle plakların oklüzal bölgelerinde daha yoğun kuvvetlerin oluşması, gingival bölgelerde ise daha düşük kuvvetlerin iletilmesi, rotasyonlu ve ekstrüzyon gerektiren dişlerde kontrol kaybına yol açabilmektedir. Bu durum literatürde “**karpuz çekirdeği etkisi**” olarak tanımlanmakta olup, şeffaf plaklarla tedavide öngörülebilirliği sınırlandıran önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Brezniak, 2008).

Bu etkinin kontrol altına alınabilmesi amacıyla, plak tasarımında basınç alanlarının modifiye edilmesi ve diş yüzeylerine ataşman eklenmesi önerilmektedir (Cervinara vd., 2019).

5.2 Yardımcı Biyomekanik Elemanlar

Şeffaf plak tedavilerinde kalıplama mekanizmasının yetersiz kaldığı durumlarda, diş hareketlerinin öngörülebilirliğini artırmak amacıyla çeşitli yardımcı biyomekanik elemanlar kullanılmaktadır. Bunlar arasında en sık kulla-

nılanlar **ataşmanlar** olmak üzere, **güç sırtları (power ridges)** ve **hassas rampalar** yer almaktadır (Weir, 2017).

Güç sırtları, plak yüzeyinde oluşturulan ve diş yüzeyine lokalize kuvvet uygulayan çıkıntılar olup, özellikle kesici dişlerde lingual kök torku elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu yapılar, kronun servikal bölgesine uygulanan kuvvetle moment oluşturarak tork kontrolünü desteklemektedir (Simon vd., 2014).

Hassas rampalar, özellikle disoklüzyon gerektiren vakalarda ve kesici diş intrüzyonunu desteklemek amacıyla tasarlanan yapılardır. Plakların palatinal veya lingual yüzeylerine yerleştirilen bu rampalar, her plak aşamasında diş hareketine uyum sağlayarak dinamik bir etki göstermektedir. Sabit apareylerde kullanılan bite turbolara kıyasla, plakların çıkarılabilir olması temporomandibular eklem konforu açısından avantaj sağlamaktadır (Moya ve Zafra, 2021).

Hassas kanatlar, büyüme dönemindeki hastalarda mandibular retrognati tedavisinde kullanılan mandibulanın öne alınmasını hedefleyen fonksiyonel bir mekanizma sunmaktadır. Bu sistemler, büyüme modifikasyonu ile birlikte erken dönemde dişsel düzensizliklere müdahale edilmesine olanak tanımaktadır (Moya ve Zafra, 2021).

Şeffaf Plak Ataşmanları

Şeffaf plak tedavilerinde ataşmanlar, plağın diş yüzeyleriyle olan temasını artırarak kuvvet iletimini optimize eden ve diş hareketlerinin öngörülebilirliğini artırmayı amaçlayan yardımcı biyomekanik elemanlardır. Kalıplama mekanizmasının tek başına yetersiz kaldığı durumlarda, ataşmanlar sayesinde plak-diş etkileşimi güçlendirilmekte ve daha kontrollü kuvvet-moment sistemleri oluşturulabilmektedir (Tai, 2018; Moya ve Zafra, 2021).

Ataşmanlar; diş yüzeyine kompozit materyal ile sabitlenen, farklı geometrik formlara ve yerleşim stratejilerine sahip yapılardır. Şekil, boyut ve konumları; hedeflenen diş hareketi, ankraj gereksinimi ve diş morfolojisi gibi faktörlere bağlı olarak planlanmaktadır.

Ataşmanların temel fonksiyonu, şeffaf plağın diş üzerinde kaymasını engelleyerek tutuculuğu artırmak ve plağın uyguladığı kuvvetlerin etkin bir şekilde dişe aktarılmasını sağlamaktır. Ataşmanlı sistemlerde, plak ile ataşman yüzeyi arasında oluşan temas alanı sayesinde kuvvetin yönü ve büyüklüğü daha kontrollü hâle gelmektedir. Bu durum özellikle rotasyon, ekstrüzyon ve kök kontrolü gerektiren diş hareketlerinde klinik açıdan önem taşımaktadır (Brezniak, 2008).

Literatürde, ataşman kullanımının şeffaf plakların tutuculuğunu anlamlı ölçüde artırdığı ve ataşmansız sistemlere kıyasla daha öngörülebilir diş hareketleri sağladığı bildirilmiştir (Dasy vd., 2015). Bu nedenle, güncel şeffaf plak tedavilerinde ataşmanlar standart biyomekanik araçlar arasında yer almaktadır.

Ataşman Tipleri

Konvasiyonel ataşmanlar

Şeffaf plak sistemlerinde en yaygın kullanılan ataşman tipleri **elipsoid**, **dikdörtgen** ve **eğimli** ataşmanlar olup, her birinin biyomekanik katkısı ve klinik endikasyonu farklıdır (Tai, 2018)

Elipsoid Ataşmanlar

Elipsoid ataşmanlar, sınırlı dış yüzey alanına sahip vakalarda tutuculuk ve ankraj sağlamak amacıyla tercih edilmektedir. Özellikle kama şeklindeki lateral kesici dişlerde kullanım alanı bulmaktadır. Tek başına kullanıldıklarında rotasyon kontrolünü artırmakta; çiftler halinde yerleştirildiklerinde ise kuvvet çifti oluşturarak devrilmiş dişlerin kök dikleştirilmesine katkı sağlamaktadırlar (Shetty ve Shaikh, 2021).

Dikdörtgen Ataşmanlar

Dikdörtgen ataşmanlar, büyük mesiodistal hareketlerin planlandığı vakalarda ve gövdesel diş hareketi elde edilmek istendiğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dikey veya yatay yönde konumlandırılabilen bu ataşmanlar, kök kontrolü ve tork hareketlerinin desteklenmesinde önemli rol oynamaktadır. Yatay yerleştirilen dikdörtgen ataşmanlar genellikle tork ve ankraj sağlamak amacıyla; dikey yerleştirilenler ise horizontal hareketlerde kök kontrolünü artırmak için tercih edilmektedir (Shetty ve Shaikh, 2021).

Eğimli Ataşmanlar

Eğimli ataşmanlar, dikdörtgen ataşmanların modifiye edilmiş formları olup, belirli yönlerde kuvvet iletimini artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Gingivale eğimli ataşmanlar ekstrüzyon hareketine, oklüzale eğimli ataşmanlar ise intrüzyon hareketine destek olmaktadır. Dikey düzlemde eğimli yerleştirilen ataşmanlar, rotasyon hareketlerinin kontrolünde etkinlik göstermektedir (Moya ve Zafra, 2021)

Optimize Ataşmanlar

Optimize ataşmanlar, şeffaf plak sistemlerinde yazılım tarafından otomatik olarak tasarlanan ve dişin boyutu ile planlanan hareket miktarına göre şekillendirilen ataşmanlardır. Bu ataşmanların şekil ve boyutları klinisyen tarafından manuel olarak değiştirilememekte; sistem tarafından belirlenen biyomekanik gereksinimlere göre yerleştirilmektedir (SmartForce Features and Attachments, 2019).

Optimize ataşmanlar özellikle kök kontrolü, ekstrüzyon ve rotasyon gibi zor diş hareketlerinde ve ankraj ihtiyacının yüksek olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Üst santral ve kanin dişlerde kök kontrolü amacıyla kullanılan

optimize ataşmanlar, birden fazla aktif yüzeye sahip olacak şekilde tasarlanabilmektedir. Bu sayede tek yönlü hareketlerin yanı sıra çok düzlemli diş hareketleri desteklenmektedir.

Ataşmanların Klinik Etkinliği

Kravitz vd. (2009), ataşman destekli ve interproksimal redüksiyon destekli şeffaf plak tedavilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, rotasyonlu kanin dişlerin tedavi sonuçlarının her iki grupta da benzer olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, ataşmanların özellikle tutuculuk ve kuvvet kontrolü açısından klinik avantaj sağladığı vurgulanmaktadır.

Dasy vd. (2015), ataşman eklenmesinin şeffaf plakların tutuculuğunu anlamlı ölçüde artırdığını ve eğimli ataşmanların elipsoid ataşmanlara kıyasla daha üstün performans sergilediğini göstermiştir. Savignano vd. (2019) ise üst santral diş ekstrüzyonunda ataşman kullanımının zorunlu olduğunu ve dikdörtgen palatal ataşmanların en etkin tasarım olduğunu bildirmiştir.

Zhouyan vd. (2020), kanin diş rotasyonlarında ataşman kalınlığının artmasının hareket miktarını doğrudan etkilediğini ve ataşmanların oklüzale daha yakın yerleştirilmesinin rotasyon kontrolünü artırdığını belirtmiştir. Benzer şekilde, Gomez vd. (2015), ataşman kullanılmadan gerçekleştirilen büyük diş hareketlerinde istenmeyen yan etkilerin ortaya çıkabileceğini vurgulamıştır.

Groody vd. (2023) tarafından yapılan klinik çalışmada, kesici diş ekstrüzyonunda farklı ataşman tipleri karşılaştırılmış ve optimize ataşmanlara kıyasla yatay dikdörtgen ataşmanların daha yüksek doğruluk oranları sunduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, ataşman seçiminde tek tip bir yaklaşım yerine dişe ve hareket tipine özgü planlama yapılması gerektiğini göstermektedir.

Ataşmanlar, şeffaf plak tedavilerinde biyomekanik kontrolü artıran vazgeçilmez yardımcı elemanlar olmakla birlikte, her vakada otomatik olarak başarı garantisi sunmamaktadır. Ataşmanların şekli, konumu, sayısı ve plak materyali ile olan etkileşimi birlikte değerlendirilmelidir. Klinik deneyim, dijital planlama verileri ve literatür bulgularının birlikte ele alınması, ataşmanlardan maksimum biyomekanik verimin elde edilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

6.Şeffaf Plaklarda Biyomekanik Sınırlamalar

Şeffaf plak sistemleri, dijital planlama ve gelişmiş materyallere rağmen bazı diş hareketlerinde sınırlı biyomekanik kapasiteye sahiptir. Özellikle ekstrüzyon, rotasyon ve tork hareketleri, sabit ortodontik sistemlere kıyasla daha düşük öngörülebilirlik göstermektedir (Kravitz vd., 2009).

Literatürde, intrüzyon ve ekstrüzyon hareketlerinin daha etkin gerçekleştirilebilmesi için ataşman kullanımının önemli olduğu, ankraj dişlerin stabilitesinin ise tedavi başarısında belirleyici rol oynadığı bildirilmektedir (Liu ve Hu, 2018). Ayrıca plak materyalinin ağız ortamında maruz kaldığı sıcaklık, nem ve mekanik yükler, kuvvet iletiminde zamanla azalmaya neden olabilmektedir (Bucci vd., 2019).

Bu nedenlerle, şeffaf plak biyomekaniği yalnızca sanal kurulum verileriyle değil; materyal davranışı, hasta kooperasyonu ve klinik geri bildirimler ışığında bütüncül olarak değerlendirilmelidir. Klinik uygulamada, vakaların önemli bir bölümünde ek plak setleri veya yardımcı sabit aparey ihtiyacının doğması, bu biyomekanik sınırlamaların pratik bir yansıması olarak değerlendirilmektedir (Upadhyay ve Arqub, 2022).

7.Şeffaf Plak Tedavilerinde İnterproksimal Redüksiyon (IPR)

İnterproksimal redüksiyon (IPR), dişlerin aproksimal yüzeylerindeki mine dokusunun kontrollü ve sınırlı miktarda aşındırılması işlemidir. İlk olarak Sheridan vd. (1993) tarafından şeffaf plak sistemleriyle birlikte tanımlanan bu yaklaşım, günümüzde özellikle çekimsiz ortodontik tedavilerde yer kazanımı sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Şeffaf plak tedavilerinde IPR, dijital tedavi planlamasının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir.

IPR uygulamasının temel hedefleri arasında hafif ve orta dereceli çapraşıklıkların giderilmesi, Bolton diş boyutu uyumsuzluklarının düzeltilmesi ve diş morfolojisinin yeniden şekillendirilmesi yer almaktadır (Rossouw ve Tortorella, 2003; Pindoria vd., 2016). Ayrıca, dişlerin bukkal translasyon ve proklinasyon ile hizalandığı vakalarda periodontal dokular üzerindeki olası olumsuz etkilerin azaltılmasına katkı sağladığı bildirilmektedir (Melsen ve Al-lais, 2005).

Şeffaf plak tedavilerinde IPR işlemi, sanal tedavi planı oluşturulurken önceden belirlenmekte ve uygulanacağı dişler, aşındırılacak mine miktarı ile zamanlaması dijital ortamda planlanmaktadır. Bu planlama, alan kazanımının kontrollü şekilde sağlanmasına ve diş hareketlerinin öngörülebilirliğinin artırılmasına olanak tanımaktadır. Ancak literatürde, klinikte uygulanan IPR miktarının dijital planlamada öngörülen miktardan daha az olabildiği ve bunun tedavi sonuçlarını etkileyebileceği bildirilmektedir (De Felice vd., 2020).

IPR uygulamasında farklı klinik yöntemler kullanılabilir. En yaygın teknikler arasında ince tungsten karbit veya elmas frezlerle air-rotor tekniği, el aleti veya angldruva monteli elmas diskler ile manuel veya motorlu aşındırıcı metal şeritler yer almaktadır (Rossouw ve Tortorella, 2003). Kullanılacak yöntem; dişin morfolojisi, aşındırılacak miktar ve klinisyenin deneyimi gibi faktörlere bağlı olarak seçilmektedir.

IPR'nin güvenliği ve uzun dönem etkileri literatürde çeşitli çalışmalarla değerlendirilmiştir. **Zachrisson vd. (2007)**, uzun dönem takip çalışmalarında alt kesici dişlere IPR uygulanan hastalarda diş çürüğü, periodontal hastalık veya alveolar kemik kaybı açısından anlamlı bir artış gözlenmediğini bildirmiştir. Ayrıca, aproksimal temasların yeniden düzenlenmesiyle elde edilen temas yüzeylerinin tedavi sonuçlarının stabilitesine katkı sağladığı belirtilmiştir.

Anterior bölgede IPR uygulaması, dişler arasındaki aproksimal temasların optimize edilmesi sayesinde gingival papillanın desteklenmesine yardımcı olmakta ve “siyah üçgen” olarak adlandırılan estetik ve periodontal problemlerin önlenmesinde etkili olabilmektedir (Zachrisson vd., 2011). Bu yönüyle IPR, yalnızca alan kazanımı sağlayan bir yöntem değil, aynı zamanda estetik sonuçları iyileştiren bir klinik araç olarak da değerlendirilmektedir.

Klinik Uygulamada Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

IPR uygulamasının güvenli ve etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için bazı klinik prensiplere dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Uygulanan mine miktarı, dijital kumpas veya IPR ölçüm cetvelleri kullanılarak mutlaka kontrol edilmelidir.
- Rotasyonlu dişlerde, temas noktalarının korunması amacıyla IPR işlemi rotasyon düzeltildikten sonra yapılmalıdır.
- Yuvarlak konturlu premolar dişlerde aşındırma sırasında diş anatomisine dikkat edilmelidir.
- IPR, dijital planlamada belirlenen zamanlamaya uygun olarak uygulanmalıdır; erken veya geç yapılan işlemler kontrolsüz boşluk kapanmasına neden olabilmektedir.
- Özellikle metal disklerle yapılan uygulamalarda, çevre yumuşak dokuların korunmasına özen gösterilmelidir.

8.Şeffaf Plaklarda Kalınlık ve Kesi Hattı Yüksekliğinin Plak Tutuculuğu ve Kuvvet-Moment Etkisi

Şeffaf plak tedavilerinde biyomekanik etkinliği belirleyen temel tasarım parametreleri arasında plağın kalınlığı ve gingival kesi hattının konumu yer almaktadır. Bu iki faktör, plağın diş yüzeyleri üzerindeki tutuculuğunu, uygulanan kuvvetin büyüklüğünü ve oluşan momentleri doğrudan etkileyerek planlanan diş hareketlerinin öngörülebilirliğini belirlemektedir. Bu nedenle şeffaf plak tasarımı, yalnızca estetik ve hasta konforu açısından değil, aynı zamanda biyomekanik performans açısından da değerlendirilmelidir.

Şeffaf plak üretiminde diş eti konturunu takip eden skallop kesi hattı, diş eti sınırında sonlanan düz kesi hattı ve diş eti sınırını aşan uzatılmış düz kesi hattı gibi farklı tasarımlar kullanılmaktadır. Literatürde, gingival yönde uzatılmış düz kesi hattına sahip plakların, özellikle ataşmanlarla birlikte kullanıldığında daha yüksek tutuculuk sağladığı bildirilmiştir (Cowley, 2012). Buna karşılık, skallop kesimli plakların daha düşük tutuculuk sergilediği ve kuvvet iletiminde sınırlı kalabildiği gösterilmiştir. Gingival yönde uzatılmış kesi hattı tasarımlarının, plağın elastik deformasyon kapasitesini artırarak diş yüzeylerine daha etkin kavrama sağladığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, kesi hattının aşırı uzatılması hasta konforu ve yumuşak doku irritasyonu açısından dikkatle değerlendirilmelidir.

Plak kalınlığı da şeffaf plak biyomekaniğinde kritik bir rol oynamaktadır. Kalınlığın artmasıyla birlikte plağın sertliği ve bükülme direnci yükselmekte, bu durum daha yüksek kuvvet ve momentlerin oluşmasına yol açmaktadır (Weir, 2017). Farklı kalınlık ve kesi hattı yüksekliğine sahip plaklarla yapılan bir çalışma, plak kalınlığındaki artışın özellikle palatal tipping hareketinde anlamlı şekilde daha yüksek kuvvet ve moment ürettiğini, intrüzyon hareketlerinde ise bu etkinin daha sınırlı olduğunu bildirmiştir (Gao ve Wichelhaus, 2017). Bu bulgular, plak kalınlığının her diş hareketi için aynı biyomekanik etkiyi göstermediğini ortaya koymaktadır.

Kesi hattı yüksekliği ile plak kalınlığının birlikte değerlendirilmesi, kuvvet dağılımı açısından daha anlamlı sonuçlar sunmaktadır. Uzatılmış düz kesi hattına sahip plakların en yüksek aktif kuvvet ve basınç değerlerini oluşturduğunu; skallop tasarımların ise en düşük değerleri sergilediğini bildirmiştir (Elshazly vd., 2022). Kuvvet dağılımındaki bu farkların özellikle dişlerin servikal bölgelerinde daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Benzer şekilde, , tek tip bir plak kalınlığı ve kesi hattı tasarımının tüm dişler için ideal olmadığı vurgulanmış; farklı diş tipleri için farklı tasarım kombinasyonlarının biyomekanik açıdan daha uygun olabileceğini belirtmiştir (Lyu vd., 2023)

Bu bulgular ışığında, şeffaf plak tasarımında kalınlık ve kesi hattı yüksekliği parametrelerinin hedeflenen diş hareketine, diş tipine ve kullanılacak ataşmanlara göre bireyselleştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Daha kalın ve gingival yönde uzatılmış plaklar daha yüksek tutuculuk ve kuvvet üretimi sağlarken, aynı zamanda istenmeyen yan etkilerin ve hasta konforu sorunlarının ortaya çıkma riskini de artırabilmektedir. Bu nedenle klinik uygulamada, dijital planlama verileri biyomekanik prensipler ve klinik deneyimle birlikte değerlendirilerek en uygun plak tasarımı belirlenmelidir.

Sonuç olarak, şeffaf plaklarda kalınlık ve kesi hattı yüksekliği, plak tutuculuğu ve kuvvet-moment sistemleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Bu tasarım parametrelerinin bilinçli şekilde seçilmesi, şeffaf plak tedavilerinde

biyomekanik etkinliğin ve klinik öngörülebilirliğin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

9.Şeffaf Plaklarla Gerçekleştirilen Dış Hareketleri

Şeffaf plak tedavilerinde dış hareketleri, ardışık plaklar aracılığıyla küçük ve kontrollü adımlar hâlinde gerçekleştirilmektedir. Dijital ortamda planlanan hareketlerin klinikte elde edilebilmesi; plak materyalinin mekanik özellikleri, ataşman tasarımı, yardımcı mekanikler ve hasta kooperasyonu gibi çok sayıda faktörün etkileşimine bağlıdır. Literatürde, farklı dış hareketlerinin şeffaf plaklarla öngörülebilirliğinin değişkenlik gösterdiği bildirilmektedir (Kravitz vd., 2009; Weir, 2017).

Ekstrüzyon

Ekstrüzyon, şeffaf plak tedavilerinde en düşük öngörülebilirliğe sahip dış hareketlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Kravitz vd. (2009), klinik çalışmalarında özellikle maksiller ve mandibular santral kesici dişlerin ekstrüzyonunun düşük doğrulukla gerçekleştiğini bildirmiştir. Ekstrüzyon hareketinin etkin şekilde sağlanabilmesi için, plağın kuvvet uygulayabileceği aktif ve düz bir yüzeye sahip ataşmanların kullanılması gerekmektedir.

Güncel ataşman tasarımlarının geliştirilmesiyle ekstrüzyonun klinik etkinliği artırılmaya çalışılmıştır. Karras vd. (2021), dijital modeller üzerinde yaptıkları çalışmada ekstrüzyon hareketinin ortalama doğruluğunu %57,2 olarak bildirmiş; mandibular kaninlerde en düşük, maksiller santral dişlerde ise en yüksek doğruluğun elde edildiğini belirtmiştir. Ancak optimize ve konvansiyonel ataşmanlar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

İntrüzyon

Şeffaf plakların posterior dişleri kaplayarak göreceli ankraj sağlaması, intrüzyon hareketlerinde teorik bir avantaj sunmaktadır. İntrüzyon hareketinde hedef dişlere optimum kuvvet uygulanırken, ankraj dişlerinin stabilitesinin korunması önemlidir. Bazı araştırmacılar intrüzyon için ataşman kullanımının zorunlu olmadığını savunurken, özellikle premolar bölgede yatay dikdörtgen ataşmanların ankrajı güçlendirdiği bildirilmektedir (Body, 2008; Liu ve Hu, 2018).

Kravitz vd. (2009), intrüzyon hareketinin en yüksek doğrulukla üst ve alt santral kesici dişlerde gerçekleştiğini; lateral kesici dişlerde ise doğruluğun daha düşük olduğunu bildirmiştir. Bu bulgular, intrüzyon hareketinin diş tipine bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

Rotasyon

Rotasyon hareketleri, özellikle kanin ve premolar dişlerde şeffaf plak tedavileri için biyomekanik açıdan zorluk oluşturmaktadır. Santral ve lateral kesici dişlerde plakların kalıplama etkisi çoğu zaman yeterli olurken, kanin

ve premolarlarda ataşman veya elastik destek gereksinimi ortaya çıkmaktadır (Shetty ve Shaikh, 2021).

Kravitz vd. (2008), rotasyon düzeltiminde ataşman kullanımının gerekli olduğunu ve gerektiğinde interproksimal redüksiyon ile desteklenmesi gerektiğini bildirmiştir. Rossini vd. (2015), 15° üzerindeki rotasyonlar için aşırı düzeltme (overcorrection) önerirken, her plak başına rotasyon miktarının 1,5° veya daha az olmasının öngörülebilirliği artırdığını belirtmiştir. Haouili vd. (2020) ise rotasyonun, Invisalign tedavilerinde en düşük doğrulukla gerçekleşen diş hareketlerinden biri olduğunu bildirmiştir.

Tork

Tork kontrolü, şeffaf plak biyomekaniğinde en zorlayıcı hareketlerden biridir. Etkili bir tork hareketi için, plağın elastik deformasyonu ile oluşturulan kuvvet çiftlerinin yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Güç sırtları (power ridges), kesici dişlerde lingual veya palatal tork elde edilmesini desteklemek amacıyla geliştirilmiş yardımcı elemanlardır (Brezniak, 2008).

Hahn vd. (2010), şeffaf plakların diş kronuna başlangıçta tam uyum göstermemesi ve gingival bölgelerde meydana gelen elastik deformasyonun, etkili bir kuvvet çifti oluşumunu sınırladığını bildirmiştir. Simon vd. (2014), 10°'yi aşan tork hareketlerinde yaklaşık %50 oranında tork kaybı görülebileceğini belirtmiştir. Bu bulgular, tork hareketlerinde şeffaf plakların biyomekanik sınırlarını ortaya koymaktadır.

Tipping (Devrilme)

Tipping, şeffaf plaklarla en kolay ve en öngörülebilir şekilde gerçekleştirilebilen diş hareketi olarak kabul edilmektedir. Lombardo vd. (2017), anterior dişlerde mesiodistal tipping hareketinin doğruluğunu %82,5, bukkolingual tipping hareketinin doğruluğunu ise %72,9 olarak bildirmiştir.

Haouili vd. (2020), tüm diş hareketleri değerlendirildiğinde en yüksek doğruluğun bukkolingual kron tippinginde elde edildiğini; mandibular molar dişlerin rotasyon ve kesici dişlerin intrüzyonunun ise en düşük doğruluğa sahip hareketler olduğunu rapor etmiştir. Bu bulgular, tipping hareketlerinin şeffaf plak tedavileri için en uygun hareketler arasında yer aldığını göstermektedir.

Translasyon

Translasyon hareketleri, özellikle çekimli vakalarda ve ark distalizasyonu planlanan tedavilerde klinik önem taşımaktadır. Ancak translasyonun saf olarak elde edilmesi, şeffaf plaklarla biyomekanik açıdan zordur. Rossini vd. (2020), molar distalizasyonunda ataşman kullanımının zorunlu olduğunu ve tüm ankraj ünitesinin ataşmanlarla desteklenmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Jiang vd. (2021), kesici dişlerde bukkal translasyonun lingual translasyona kıyasla daha yüksek doğrulukla gerçekleştiğini bildirmiştir. Ren vd. (2022), çekimli vakalarda kanin dişlerde planlanan translasyon yerine distal tipping ve ekstrüzyon gibi yan etkilerin ortaya çıkabileceğini belirtmiş ve bu durumun kök-alveoler korteks ilişkisiyle bağlantılı olduğunu vurgulamıştır.

Ark Ekspansiyonu

Şeffaf plaklarla dentoalveoler ark ekspansiyonu sağlanabilmekte olup, bu yaklaşım özellikle hafif ve orta dereceli transversal darlıklarda tercih edilmektedir. Morales-Burruezo vd. (2020), şeffaf plakların ark genişliğini artırmada etkili olduğunu; ancak etkinliğin premolar bölgede daha yüksek, kanin ve ikinci molar bölgelerde ise daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Posterior dişlere doğru ilerledikçe ekspansiyonun daha öngörülebilir hâle geldiği ve ortalama etkinliğin %70 civarında olduğunu rapor edilmiştir (Gallucio vd., 2023). Bununla birlikte, gingival ölçümlerde vestibüler tippingin gövdesel harekete kıyasla daha baskın olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, ark ekspansiyonu planlanırken aşırı düzeltme ve biyomekanik kontrol stratejileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Şeffaf plaklarla gerçekleştirilen diş hareketlerinin etkinliği, hareket tipine göre belirgin farklılıklar göstermektedir. Tipping ve sınırlı translasyon hareketleri yüksek öngörülebilirlik sunarken; ekstrüzyon, rotasyon ve tork gibi hareketler biyomekanik açıdan daha fazla sınırlamaya sahiptir. Bu nedenle şeffaf plak tedavileri planlanırken, dijital kurulum verileri klinik deneyim ve literatür bulguları ile birlikte değerlendirilmelidir.

10. Şeffaf Plak Materyalleri ve Toksisite

Şeffaf plak tedavilerinin klinik başarısı yalnızca biyomekanik etkinliğe değil, aynı zamanda kullanılan materyallerin biyouyumluluğuna ve uzun süreli kullanımda oluşturabileceği biyolojik etkilere de bağlıdır. Şeffaf plaklar ağız ortamında uzun süre temas hâlinde kaldığından, kullanılan polimerlerin toksik potansiyeli, monomer salınımı ve hücresel yanıtları son yıllarda artan ilgiyle araştırılmaktadır. Literatürde sınırlı sayıda kontrollü çalışma bulunmakla birlikte, mevcut veriler şeffaf plak materyallerinin biyogüvenliği konusunda temkinli bir değerlendirme yapılması gerektiğini göstermektedir (Premaraj vd., 2014; Alhendi vd., 2020). Örneğin vakumla şekillendirilmiş retainer ve hawley apareyleri kullanımında tükürükte ölçülebilir BPA seviyeleri rapor edilmiştir (Raghavan vd., 2017).

Farklı şeffaf plak materyallerinin sitotoksitesi üzerine yapılan in vitro çalışmalar, materyaller arasında değişken biyolojik yanıtlar olduğunu göstermektedir. Ahrari vd. (2010), Duran, Biolon, Zendura ve SmartTrack materyal-

lerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, en düşük sitotoksik etkinin Duran materyalinde görüldüğünü; Biolon ve Zendura'nın daha yüksek toksik yanıt oluşturduğunu bildirmiştir. Martina vd. (2019) ise aynı materyallerin hem ısıyla şekillendirilmiş hem de şekillendirilmemiş hâllerini değerlendirmiş ve ısıyla şekillendirme işleminin sitotoksikite düzeyini artırabileceğini göstermiştir. Bu bulgu, üretim sürecinin biyolojik etki üzerindeki önemini vurgulamaktadır.

Ticari şeffaf plak sistemlerini karşılaştıran daha güncel çalışmalar, materyallerin genel olarak hafif derecede sitotoksik etki gösterdiğini ancak klinik açıdan anlamlı farklılıklar bulunmadığını ortaya koymuştur. Invisalign, Eon, SureSmile ve Clarity sistemlerinin plakları fibroblastlar üzerinde değerlendirmiş ve tüm sistemlerin hafif sitotoksik etki oluşturduğunu, ancak sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı bildirmiştir (Alhendi vd., 2022),

Son yıllarda doğrudan 3B baskı ile üretilen şeffaf plak materyallerinin kullanıma girmesiyle birlikte, bu materyallerin biyolojik etkileri de araştırılmaya başlanmıştır. Pratsinis vd. (2022), 3B baskılı Tera Harz TC85A aligner reçinesi ile yaptıkları çalışmada materyalin sitotoksik olmadığını ve östrojenik etki göstermediğini bildirmiştir. Buna karşın, bazı çalışmalarda 3B baskılı reçinelerde kullanılan katkı maddelerinin potansiyel toksik etkilerine dikkat çekilmiştir. Rogers vd. (2021), Dental SG ve Dental LT reçineleriyle yaptıkları çalışmada, özellikle amin bazlı stabilizatörlerin hücresel düzeyde olumsuz etkiler oluşturabileceğini ve üreme toksisitesi açısından risk taşıyabileceğini belirtmiştir.

Bu çelişkili bulgular, şeffaf plak materyallerinin toksisitesi konusunda mevcut literatürün henüz yeterli kesinlik sunmadığını göstermektedir. BPA ve diğer monomerlerin salınımına ilişkin kanıtların hem in vitro hem de klinik çalışmalarda sınırlı ve heterojen olduğu vurgulanmıştır (Francisco vd., 2022). Özellikle çocuk ve ergen hastalarda uzun süreli kullanım göz önüne alındığında, östrojenik etki ve hücresel toksisite konularında daha kapsamlı ve uzun dönemli çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Alhendi vd., 2022).

Sonuç olarak, güncel şeffaf plak materyalleri genel olarak biyouyumlu kabul edilmekle birlikte, üretim yöntemi, ısıyla şekillendirme süreci, kullanım süresi ve materyal bileşimi gibi faktörler biyolojik yanıt üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Klinik uygulamada, biyomekanik etkinliğin yanı sıra biyogüvenlik de göz önünde bulundurulmalı; özellikle uzun süreli ve genç hastalarda uygulanacak tedavilerde materyal seçimi bilinçli şekilde yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- 1.Ahrari, F., Tavakkol Afshari, J., Poosti, M., & Brook, A. (2010). Cytotoxicity of orthodontic bonding adhesive resins on human oral fibroblasts. *European journal of orthodontics*, 32(6), 688–692.
- 2.Alhendi, A., Khounganian, R., & Almudhi, A. (2022). Cytotoxicity assessment of different clear aligner systems: An in vitro study. *The Angle orthodontist*, 92(5), 655–660.
- 3.Beers, A. C., Choi, W., & Pavlovskaja, E. (2003). Computer-assisted treatment planning and analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 6(1), 117–125.
- 4.Bichu, Y. M., Alwafi, A., Liu, X., Andrews, J., Ludwig, B., Bichu, A. Y., & Zou, B. (2022). Advances in orthodontic clear aligner materials. *Bioactive materials*, 22, 384–403.
- 5.Boyd, R.L., & Waskalic, V. (2001). Three-dimensional diagnosis and orthodontic treatment of complex malocclusions with the Invisalign appliance. *Seminars in Orthodontics*, 74(4), 274–293.
- 6.Bucci, R., Rongo, R., Levatè, C., Michelotti, A., Barone, S., Razionale, A. V., & D'Antò, V. (2019). Thickness of orthodontic clear aligners after thermoforming and after 10 days of intraoral exposure: a prospective clinical study. *Progress in Orthodontics*, 20, 1-8.
- 7.Brezniak, N. (2008). The clear plastic appliance: a biomechanical point of view. *The Angle Orthodontist*, 78(2), 381-382
- 8.Cervinara, F., Cianci, C., De Cillis, F., Pappalettera, G., Pappalettere, C., Siciliani, G., & Lombardo, L. (2019). Experimental Study of the Pressures and Points of Application of the Forces Exerted between Aligner and Tooth. *Nanomaterials (Basel, Switzerland)*, 9(7), 1010.
- 9.Cervino, G., Fiorillo, L., Herford, A. S., Laino, L., Troiano, G., Amoroso, G., Crimi, S., Matarese, M., D'Amico, C., Nastro Siniscalchi, E., & Cicciù, M. (2018). Alignate Materials and Dental Impression Technique: A Current State of the Art and Application to Dental Practice. *Marine drugs*, 17(1), 18.
- 10.Costa, R., Calheiros, F. C., Ballester, R. Y., & Gonçalves, F. (2020). Effect of three different attachment designs in the extrusive forces generated by thermoplastic aligners in the maxillary central incisor. *Dental press journal of orthodontics*, 25(3), 46–53.
- 11.Cowley, D. P., Mah, J., & O'Toole, B. (2012). The effect of gingival-margin design on the retention of thermoformed aligners. *Journal of clinical orthodontics : JCO*, 46(11), 697–705.
- 12.Daniele, V., Macera, L., Taglieri, G., Spera, L., Marzo, G., & Quinzi, V. (2021). Color Stability, Chemico-Physical and Optical Features of the Most Common PETG and PU Based Orthodontic Aligners for Clear Aligner Therapy. *Polymers*, 14 (1), 14.
- 13.Dasy, H., Dasy, A., Asatrian, G., Rózsa, N., Lee, H. F., & Kwak, J. H. (2015). Effects of variable attachment shapes and aligner material on aligner retention. *The Angle orthodontist*, 85(6), 934–940.

14. De Felice, M. E., Nucci, L., Fiori, A., Flores-Mir, C., Perillo, L., & Grassia, V. (2020). Accuracy of interproximal enamel reduction during clear aligner treatment. *Progress in orthodontics*, 21(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00329-1> De Felice, M. E., Nucci, L., Fiori, A., Flores-Mir, C., Perillo, L., & Grassia, V. (2020). Accuracy of interproximal enamel reduction during clear aligner treatment. *Progress in orthodontics*, 21(1), 28.
15. Dhingra, A., Palomo, J. M., Stefanovic, N., Eliliwi, M., & Elshebiny, T. (2022). Comparing 3D Tooth Movement When Implementing the Same Virtual Setup on Different Software Packages. *Journal of clinical medicine*, 11(18), 5351.
16. Elshazly, T. M., Keilig, L., Salvatori, D., Chavanne, P., Aldesoki, M., & Bourauel, C. (2022). Effect of trimming line design and edge extension of orthodontic aligners on force transmission: An in vitro study. *Journal of dentistry*, 125, 104276.
17. Favero, C. S., English, J. D., Cozad, B. E., Wirthlin, J. O., Short, M. M., & Kasper, F. K. (2017). Effect of print layer height and printer type on the accuracy of 3-dimensional printed orthodontic models. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 152(4), 557–565.
18. Francisco, I., Paula, A. B., Ribeiro, M., Marques, F., Travassos, R., Nunes, C., ... & Vale, F. (2022). The biological effects of 3D resins used in orthodontics: a systematic review. *Bioengineering*, 9(1), 15.
19. Frick, A., & Rochman, A. (2004). Characterization of TPU-elastomers by thermal analysis (DSC). *Polymer testing*, 23(4), 413–417.
20. Galluccio, G., De Stefano, A. A., Horodyski, M., Impellizzeri, A., Guarnieri, R., Barbato, E., ... & De Angelis, F. (2023). Efficacy and accuracy of maxillary arch expansion with clear aligner treatment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4634.
21. Gao, L., & Wichelhaus, A. (2017). Forces and moments delivered by the PET-G aligner to a maxillary central incisor for palatal tipping and intrusion. *The Angle Orthodontist*, 87(4), 534–541.
22. Ghafari J. (1992). Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. *The Angle orthodontist*, 62(2), 145–152.
23. Groth C, Kravitz ND, Jones PE, Graham JW, Redmond WR. Threedimensional printing technology. *J Clin Orthod*. 2014;48(8):475–485.
24. Hahn, W., Engelke, B., Jung, K., Dathe, H., Fialka-Fricke, J., Kubein-Meesenburg, D., & Sadat-Khonsari, R. (2010). Initial forces and moments delivered by removable thermoplastic appliances during rotation of an upper central incisor. *The Angle orthodontist*, 80(2), 239
25. Haouili, N., Kravitz, N. D., Vaid, N. R., Ferguson, D. J., & Makki, L. (2020). Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 158(3), 420–425.

26. Jaber, S. T., Hajeer, M. Y., Khattab, T. Z., & Mahaini, L. (2021). Evaluation of the fused deposition modeling and the digital light processing techniques in terms of dimensional accuracy of printing dental models used for the fabrication of clear aligners. *Clinical and experimental dental research*, 7(4), 591–600.
27. Jeremiah, H. G., Bister, D., & Newton, J. T. (2011). Social perceptions of adults wearing orthodontic appliances: a cross-sectional study. *European journal of orthodontics*, 33(5), 476–482.
28. Jiang, T., Jiang, Y. N., Chu, F. T., Lu, P. J., & Tang, G. H. (2021). A cone-beam computed tomographic study evaluating the efficacy of incisor movement with clear aligners: assessment of incisor pure tipping, controlled tipping, translation, and torque. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(5), 635–643.
29. Jindal, P., Juneja, M., Siena, F. L., Bajaj, D., & Breedon, P. (2019). Mechanical and geometric properties of thermoformed and 3D printed clear dental aligners. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 156(5), 694–701.
30. Johal, A., & Bondemark, L. (2021). Clear aligner orthodontic treatment: Angle Society of Europe consensus viewpoint. *Journal of orthodontics*, 48(3), 300–304.
31. Karras, T., Singh, M., Karkazis, E., Liu, D., Nimeri, G., & Ahuja, B. (2021). Efficacy of Invisalign attachments: A retrospective study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 160(2), 250–258.
32. Kesling, H.D. (1945). The philosophy of the tooth positioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 31(6), 297–304.
33. Kesling, H. D. (1946). Coordinating the predetermined pattern and tooth positioner with conventional treatment. *American journal of orthodontics and oral surgery*, 32, 285–293.
34. Kim, S. Y., Shin, Y. S., Jung, H. D., Hwang, C. J., Baik, H. S., & Cha, J. Y. (2018). Precision and trueness of dental models manufactured with different 3-dimensional printing techniques. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 153(1), 144–153.
35. Kundal, S., & Shokeen, T. (2020). Aligners: The science of clear orthodontics. *International Journal of Dental and Medical Specialty*, 7(1), 38–42.
36. Kravitz, N. D., Groth, C., & Shannon, T. (2018). CAD/CAM software for three-dimensional printing. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 52(1), 22–27.
37. Kravitz, N. D., Kusnoto, B., BeGole, E., Obrez, A., & Agran, B. (2009). How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(1), 27–35.
38. Lee, S. Y., Kim, H., Kim, H. J., Chung, C. J., Choi, Y. J., Kim, S. J., & Cha, J. Y. (2022). Thermo-mechanical properties of 3D printed photocurable shape memory resin for clear aligners. *Scientific reports*, 12(1), 6246.

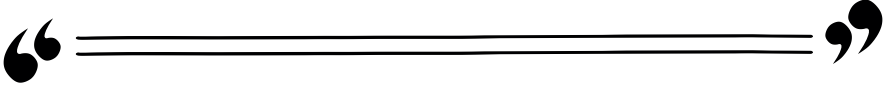
39. Liu, Y., & Hu, W. (2018). Force changes associated with different intrusion strategies for deep-bite correction by clear aligners. *The Angle orthodontist*, 88(6), 771–778.
40. Liu, Q., Leu, M. C., Schmitt, S. M. (2006). Rapid prototyping in dentistry: Technology and application. *Int J Adv Manuf Technology*, 29(3) 317–335
41. Lombardo, L., Martines, E., Mazzanti, V., Arreghini, A., Mollica, F., & Siciliani, G. (2016). Stress relaxation properties of four orthodontic aligner materials: a 24-hour in vitro study. *The Angle Orthodontist*, 87(1), 11–18.
42. Lyu, X., Cao, X., Yan, J., Zeng, R., & Tan, J. (2023). Biomechanical effects of clear aligners with different thicknesses and gingival-margin morphology for appliance design optimization. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 164(2), 239–252.
43. Martina, S., Rongo, R., Bucci, R., Razionale, A. V., Valletta, R., & D'Antò, V. (2019). In vitro cytotoxicity of different thermoplastic materials for clear aligners. *The Angle orthodontist*, 89(6), 942–945.
44. Martorelli, M., Gerbino, S., Giudice, M., & Ausiello, P. (2013). A comparison between customized clear and removable orthodontic appliances manufactured using RP and CNC techniques. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 29(2), e1–e10.
45. Melsen, B., & Allais, D. (2005). Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 127(5), 552–625.
46. Moya S.P. & Zafra J.L. (2021). Aligner Techniques in Orthodontics (1st ed.). Jonh Wiley&Sons Ltd Published
47. Peeters, B., Kiratli, N., & Semeijn, J. (2019). A barrier analysis for distributed recycling of 3D printing waste: Taking the maker movement perspective. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118313.
48. Pindoria, J., Fleming, P. S., & Sharma, P. K. (2016). Inter-proximal enamel reduction in contemporary orthodontics. *British dental journal*, 221(12), 757–763.
49. Pithon M. M. (2012). A modified thermoplastic retainer. *Progress in orthodontics*, 13(2), 195–199.
50. Ponitz, R.J. (1971). Invisible retainers. *American Journal of Orthodontics*, 59(3), 266–272.
51. Pratsinis, H., Papageorgiou, S. N., Panayi, N., Iliadi, A., Eliades, T., & Kletsas, D. (2022). Cytotoxicity and estrogenicity of a novel 3-dimensional printed orthodontic aligner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 162(3), e116–e122.

52. Raghavan, A. S., Pottipalli Sathyanarayana, H., Kailasam, V., & Padmanabhan, S. (2017). Comparative evaluation of salivary bisphenol A levels in patients wearing vacuum-formed and Hawley retainers: An in-vivo study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: Official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 151(3), 471–476.,
53. Premaraj, T., Simet, S., Beatty, M., & Premaraj, S. (2014). Oral epithelial cell reaction after exposure to Invisalign plastic material. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 145(1), 64–71.
54. Ren, L., Liu, L., Wu, Z., Shan, D., Pu, L., Gao, Y., Tang, Z., Li, X., Jian, F., Wang, Y., Long, H., & Lai, W. (2022). The predictability of orthodontic tooth movements through clear aligner among first-premolar extraction patients: a multivariate analysis. *Progress in orthodontics*, 23(1), 52.
55. Rogers, H. B., Zhou, L. T., Kusuhara, A., Zaniker, E., Shafaie, S., Owen, B. C., Duncan, F. E., & Woodruff, T. K. (2021). Dental resins used in 3D printing technologies release ovo-toxic leachates. *Chemosphere*, 270, 129003
56. Rossouw, P. E., & Tortorella, A. (2003). Enamel reduction procedures in orthodontic treatment. *Journal Canadian Dental Association*, 69(6), 378–383.
57. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod*. 2015;85(5):881-889.
58. Ryu, J. H., Kwon, J. S., Jiang, H. B., Cha, J. Y., & Kim, K. M. (2018). Effects of thermoforming on the physical and mechanical properties of thermoplastic materials for transparent orthodontic aligners. *The Korean Journal of Orthodontics*, 48(5), 316-325.
59. Saccomanno, S., Saran, S., Vanella, V., Mastrapasqua, R. F., Raffaelli, L., & Levrini, L. (2022). The Potential of Digital Impression in Orthodontics. *Dentistry journal*, 10(8), 147.
60. Sheridan, J. J., LeDoux, W., & McMin, R. (1993). Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *Journal of clinical orthodontics : JCO*, 27(1), 37–45.
60. Shetty, S., & Shaikh, N. (2021). Clear aligner therapy–A review. *Journal of Dental Specialties*, 9(2).
61. Slater R. D. (2013). Speech and discomfort during lingual orthodontic treatment. *Journal of orthodontics*, 40 Suppl 1, S34–S37.
62. SmartForce features and Attachments https://s3.amazonaws.com/learninvisalign/docs/SmartForce%20Features%20and%20Attachments_en-gb-en.pdf. 2019
63. Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 145(6), 728–736.

64. Tamer, İ., Öztaş, E., & Marşan, G. (2019). Orthodontic treatment with clear aligners and the scientific reality behind their marketing: a literature review. *Turkish journal of orthodontics*, 32(4), 241. ,
65. Tai S. Clear Aligner Technique. Huffman L, editör. Library of Congress Cataloging in Publication Data. Batavia: Quintessence Publishing Co, Inc; 2018.
66. Tartaglia, G. M., Mapelli, A., Maspero, C., Santaniello, T., Serafin, M., Farronato, M., & Caprioglio, A. (2021). Direct 3D printing of clear orthodontic aligners: current state and future possibilities. *Materials*, 14(7), 1799.
67. Ting-Shu, S., & Jian, S. (2015). Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 24(4), 313–321.
68. van der Veen, M. H., Attin, R., Schwestka-Polly, R., & Wiechmann, D. (2010). Caries outcomes after orthodontic treatment with fixed appliances: do lingual brackets make a difference?. *European journal of oral sciences*, 118(3), 298–303.
69. Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian dental journal*, 62, 58–62.
70. Zachrisson, B. U., Minster, L., Øgaard, B., & Birkhed, D. (2011). Dental health assessed after interproximal enamel reduction: caries risk in posterior teeth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(1), 90–98.
71. Zachrisson, B. U., Nyoygaard, L., & Mobarak, K. (2007). Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 131(2), 162–169.
72. Zhang, Z. C., Li, P. L., Chu, F. T., & Shen, G. (2019). Influence of the three-dimensional printing technique and printing layer thickness on model accuracy. *Journal of orofacial orthopedics*, 80(4), 194–204.



ORTODONTİK İNDEKSLER



Tuğçe TURAN ÇOLAK¹

Güvenç BAŞARAN²

1 Uzm. Dt. Tuğçe TURAN ÇOLAK, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti ABD <https://orcid.org/0009-0001-6946-0035>

2 Prof. Dr. Güvenç BAŞARAN, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti ABD <https://orcid.org/0000-0002-4119-3940>

Ortodontik bir problemin farklı boyutlarda, objektif bir yöntem ile kaydedilebilmesi zorlayıcı bir durumdur. Epidemiyolojik ve klinik olarak kullanılan ortodontik indeksler, ortodontik bakımın değerlendirilmesini standartlaştırmak, maloklüzyonların teşhisi ve tedavisinde öznel yaklaşımı en aza indirmek amacıyla geliştirilmiştir. Ortodontik indeksler; iletişim, tanı, şiddetin değerlendirilmesi, tedavi ihtiyaçları ve tedavi sonuçları konusunda ortodontist için bir yol göstericidir ve rutin uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır ancak çalışmalar arasında karşılaştırma yapılabilmesini kolaylaştırmak için bu indeksleri kullanan klinisyenlerin uygun şekilde eğitilmiş ve kalibre edilmiş olmaları büyük önem taşımaktadır (Brown & Richmond, 2005; Khandakji & Ghafari, 2020; Richmond et al., 1993; Shaw, Richmond, & O'Brien, 1995).

Shaw ve arkadaşları, 1995 yılında yaptıkları çalışmada kullanılan indeksleri 5 ana başlık altında incelemiştir (Shaw et al., 1995). Bu başlıklar şu şekildedir:

1. Diagnostik indeksler
2. Epidemiyolojik indeksler
3. Ortodontik tedavi ihtiyacını değerlendiren indeksler
4. Ortodontik tedavi sonuçlarını değerlendiren indeksler
5. Tedavi zorluğunu değerlendiren indeksler

Günümüze kadar araştırmacılar tarafından farklı kullanım amaçları için farklı indeksler geliştirilmiştir. Bu indeksler tarihsel gelişimlerinde göre şu şekilde sıralanabilir:

Prevalans ve İnsidans İndeksi

Massel & Frankel tarafından 1951 yılında geliştirilmiştir. Yer değiştirmiş ya da rotasyona uğramış dişlerin toplam sayısı, bu maloklüzyonun toplumdaki prevalansı ve insidansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Massel ve Frankel bu çalışmaları ile maloklüzyonun kantitatif değerlendirilmesindeki ilk adımı atmıştır (Agarwal, 2013; Massler & Frankel, 1951).

Düzensiz Dizilim İndeksi (Malalignment Index)

Vankirk and Pennel tarafından 1959 yılında geliştirilmiştir. Dişlerdeki yer değiştirme miktarı milimetre cinsinden (1.5 mm'den az ya da çok) ve rotasyon miktarı derece cinsinden (45°'den az ya da çok) değerlendirilmiştir (Van Kirk Jr & Pennell, 1959).

Handicapping Labio-lingual Deviation Index (HLDI)

1960 yılında Harry L. Draker tarafından, toplum sağlığı açısından hangi koşulların fiziksel bir engel olduğunu araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada, vertikal, horizontal ve frontal düzlemler baz alınarak damak yarığı, travmatik sapmalar, overjet, overbite, mandibular protrüzyon, ön açık kapanış, labiolingual yer değiştirme kriterleri ölçülmüştür. İndeks, direkt olarak hasta üzerinde ya da indirekt olarak model üzerinde uygulanabilen bir indekstir (Draker, 1960). 1991 yılında, Amerika'nın California eyaletine Medicaid tüzüklerinin ortodontik hükümlerine uymaması gerekçesiyle açılan davalar sonucu William S. Parker tarafından HLD(CalMod) indeksi olarak HLD indeksinin bir modifikasyonu oluşturulmuş ve bu modifikasyona ektopik sürme, tek taraflı posterior çapraz kapanış ile doku yıkımına sebep olan anterior çapraz kapanış ve derin kapanış kriterleri eklenmiştir. Ek olarak, 9 mm'den fazla overjet ve 3,5 mm'den fazla negatif overjetler nitelikli istisnalar olarak eklenmiştir (Parker, 1998).

Occlusal Feature Index (OFI)

Poulton ve Aaronson tarafından 1961 yılında geliştirilmiştir. Maloklüzyonlar çok hafif, hafif, orta ve şiddetli olarak sınıflandırılmıştır. Alt anterior bölgedeki çapraşıklık, tüberkül ilişkileri (interdijitasyon), overjet ve overbite kriterleri ölçülmüştür ve peridontal durum-maloklüzyon ilişkisi de incelenmiştir (Poulton & Aaronson, 1961).

Malocclusion Severity Estimate (MSE)

Grainger tarafından 1961 yılında geliştirilmiştir. İndeks, hem hasta ağzında hem de model üzerinde ölçülebilen yedi adet kriter içerir: overjet, overbite, anterior openbite, daimi birinci molarlar arası ilişki, maksiller keserlerin konjenital eksikliği, diş malpozisyonu ve posterior çapraz kapanış. Grainger bu ölçümleri baz alarak altı “sendrom” tanımlamıştır. Burada bahsi geçen sendrom kavramı birlikte ortaya çıkma eğiliminde olan belirtilerin doğal gruplandırılmasıdır.

Bu indeks; kullanılan verilerin 12 yaş altı bireyleri içermemesinden ötürü süt ve karma dişlenme döneminde geçersiz olması, herhangi bir okluzal düzensizlik olmaması durumunda “0” olarak değerlendirme ölçütü bulunmaması ve toplanan tüm ölçümleri yansıtamaması gibi nedenlerden ötürü yetersiz bulunmuştur. MSE, 1967 yılında yine Grainger tarafından Treatment Priority Indeks (TPI) olarak revize edilmiştir (Agarwal, 2013; Ghafari, Locke, & Bentley, 1989; Chester John Summers, 1966)

Occlusal Index (OI)

1966 yılında Chester J. Summers tarafından Michigan’da geliştirilmiştir ve MSE indeksinin mevcut eksikliklerini gidermeye yönelik düzenlemeleri içermektedir. Summers, çalışmasında 5-14 yaş arası 390 katılımcıdan oluşan bir örneklemin alçı modellerini değerlendirmiştir. MSE’nin eksikliklerini gidermek amacıyla süt dişlenme, karma dişlenme ve daimi dişlenme dönemleri için farklı skorlamalar kullanılmış, tüm sendromlara ait skorlamalar dikkate alınmış ve herhangi bir okluzal düzensizlik olmaması, diğer bir değişle normal bir oklüzyon bulunması durumunda “0” skoru kullanılabilir hale getirilmiştir (Chester John Summers, 1966).

Okluzal indeks, 9 kriteri incelemektedir: dental yaş, molar ilişki, overbite, overjet, posterior çapraz kapanış, posterior openbite, dişlerde yer değiştirme (gerçek veya potansiyel), orta hat ilişkisi, konjenital eksik dişler. İndeks içerisinde 2 divizyon ve 7 adet sendrom tanımlanmıştır. Bu divizyonlar molar ilişkisine göre ayrılmış olup divizyon I ve II sınıf I ve sınıf II ilişkiyi, divizyon III ise sınıf III ilişkiyi karşılamaktadır (Chester J Summers, 1971).

Divizyon I ve II (normal veya distal molar ilişki):

- Sendrom A: overjet ve openbite
- Sendrom B: Distal molar ilişki, overjet, overbite, posterior çapraz kapanış, orta hat diasteması ve orta hat sapması.
- Sendrom C: Keserlerin konjenital eksikliği.
- Sendrom D: Dişlerde potansiyel yer değiştirme ve yer değiştirme
- Sendrom E: Posterior openbite.

Divizyon III (mesial molar ilişki):

- Sendrom F: mesial molar ilişki, overjet, overbite, posterior çapraz kapanış, orta hat diasteması ve orta hat sapması.
- Sendrom G: Karma dişlenme analizi ve dişlerde yer değiştirme.

Treatment Priority Index (TPI)

Grainger, 1967 yılında Malocclusion Severity Estimate indeksini modifiye ederek Treatment Priority Index’i geliştirmiştir. Bu indeks ile maloklüzyon kaynaklı zorluk derecesini nesnel olarak değerlendirmek amaçlanmış ve hastalar maloklüzyonun şiddeti, zorluk derecesi ve tedavi önceliğine göre sıralanmıştır (Grainger, 1967).

İndekste maloklüzyonu belirleyen 11 kriter incelenmiştir: maksiller overjet, mandibular overjet, overbite, anterior openbite, konjenital keser eksikliği, molarlarda distal kapanış, molarlarda mesial kapanış, maksiller segmentin bukkalde olduğu posterior çapraz kapanış, maksiller segmentin lingualde olduğu posterior çapraz kapanış, daimi dişlerde yer değiştirme, yarık damak/travma gibi diğer şiddetli fasiyal anomaliler (Grainger, 1967).

Zorluk derecesi tanımlanırken ise şu kriterler değerlendirilmiştir:

- Kabul edilemez estetik
- Çiğneme fonksiyonunda önemli derecede azalma
- Periodontal hastalık ya da çürük gibi doku yıkımına sebep olabilecek travmatik bir durum
- Konuşma bozukluğu
- Mevcut oklüzyonun makul bir süre devam ettirilemeyeceği kadar stabilite eksikliği
- Ek olarak ciddi tedavi önceliği gerektiren dudak damak yarığı, patolojik ya da cerrahi yaralanma gibi nadir görülen ancak şiddetli travmatik defektler.

Grainger, bu indeks içerisindeki ölçüm kriterlerini kullanarak 7 adet sendrom tanımlamıştır (Grainger, 1967):

1. Maksiller ekspansiyon sendromu
2. Maksiller kollaps sendromu
3. Makrognatik Sendrom (Overbite)
4. Makrognatik Sendrom (Openbite)
5. Prognati (Negatif overjet)
6. Retrognati (Overjet)
7. Konjenital keser eksikliği

Handicapping Malocclusion Assesment Record (HMAR)

1968 yılında J. A. Salzmann tarafından geliştirilmiştir. Salzmann'ın çalışmasında sunulan değerlendirme kayıt formları ve zorlu maloklüzyonun tanımı, Amerikan Diş Hekimleri Birliği Diş Sağlığı Konseyi, Amerikan Diş Hekimleri Birliği Diş Bakımı Programları Konseyi, ve Amerikan Ortodontistler Birliği tarafından resmi olarak onaylanmıştır (Salzmann, 1968).

Çalışmada zorlu bir maloklüzyonun ve dentofasiyal deformitenin tanımı “ağız sağlığının korunması için tehlike oluşturan ve dentofasiyal estetiği, alt çenenin fonksiyonunu veya konuşmayı olumsuz yönde etkileyerek çocuğun refahını etkileyen durumlar” olarak tanımlanmıştır (Salzmann, 1968).

Değerlendirme direkt olarak hasta ağzında veya alçı modeller üzerinde yapılabilir. Direkt olarak yapılan değerlendirmede ayrı bir form bulunur ve bu form sayesinde alt çene fonksiyonu, yüz asimetrisin, alt dudak pozisyonu-üst keser dişlerin ilişkisi ve tedavi isteği kaydedilip puanlanabilmektedir. İndeks, fonksiyonel problemleri de belirlemesi yönüyle öneme sahiptir (Tang & Wei, 1993).

Bu indeks, maloklüzyonları ve tedavi önceliğini şiddetine göre sınıflandırmıştır. Ayrıca hastalara ek olarak evebeynlere ve öğretmenlere de bir anket uygulanmış; tedavi isteği ve ihtiyacı gibi kriterlere de bakılmıştır.

İndekste puanlama ark içi sapmalar ve ark dışı sapmalar olarak iki başlıkta incelenmiştir. Ark içi sapmalarda diş eksikliği, çapraşıklık, anterior ve posterior dişlerde rotasyon, yer darlığı, yer fazlalığı; ark dışı sapmalarda overjet, overbite, açık kapanış, anterior ve posterior çapraz kapanış ve mesiodistal deviasyon (sagittal ilişki) değerlendirilmiştir (Salzmann, 1968).

Dental Aesthetic Index (DAI)

1986 yılında Jenny & Cons tarafından, epidemiyolojik araştırmalarda kullanılmak üzere, ortodontik tedavi ihtiyacının değerlendirilmesinde psikososyal kriterleri içeren, maloklüzyonun psikososyal ve fiziksel unsurlarını da içeren bir ortodontik indeks ihtiyacını karşılamak amacıyla geliştirilmiştir. Dental Aesthetic Index, toplumun dental estetik algılarını maloklüzyonla ilişkili okluzal özelliklerin nesnel fiziksel ölçümleriyle matematiksel olarak ilişkilendiren bir regresyon denklemi olarak ifade edilmiştir (Jenny & Cons, 1996b). DAI, 1989 yılında Dünya Sağlık Örgütü’nün Uluslararası Ağız Sağlığı Sonuçları İş Birliği Çalışması’na uluslararası bir indeks olarak kabul edilmiştir (Hamamci, Başaran, & Uysal, 2009). İndeks dental estetiği toplum tarafından kabul gören normlara göre belirlenmiş kriterler ile değerlendirmektedir (Cons, Jenny, Kohout, & Jotikastira, 1989). DAI denklemindeki regresyon katsayıları yuvarlandığında denklem nispeten az da olsa hassasiyet kaybeder ancak bu dezavantaj birçok klinik ve araştırma uygulamasındaki kolaylık ile telafi edilmektedir (Jenny & Cons, 1996a).

İndeksin estetik komponenti, 200 farklı okluzal konfigürasyonun cephe ve sağ-sol profil görünüm fotoğraflarının 2000 adolesan ve yetişkin katılımcı tarafından dental estetik açısından değerlendirmesiyle oluşturulmuştur. Kullanılan 200 fotoğrafın rastgele, tabakalı ve orantısız bir örneklem oluşturarak seçilmesi vaka çeşitliliğini arttırmıştır. Katılımcıların

değerlendirdiği konfigürasyonlar ise Cons'un 1978 yılında yaşları 15-18 arasında değişen 1337 katılımcı üzerinde yaptığı bir çalışmanın verilerinden alınmıştır. Her konfigürasyon için, uluslararası bir komite tarafından ortodontik bir indeksin geliştirilmesinde dikkate alınması gereken önemli oklüzal özellikler olarak seçilen 49 anatomik ölçüm kullanılmıştır (Cons et al., 1989).

Dental Aesthetic Index'te 10 adet kriter değerlendirilmektedir (Jenny & Cons, 1996a). Bu kriterler:

- Görünür bölgedeki (keser, kanin ve premolar dişler bölgesinde) eksik diş sayısı
- İnsizal segmentteki çapraşıklık (0= çapraşıklık yok, 1= 1 segmentte çapraşıklık, 2= 2 segmentte çapraşıklık)
- İnsizal segmentteki boşluk (0= çapraşıklık yok, 1= 1 segmentte çapraşıklık, 2= 2 segmentte çapraşıklık)
- Orta hat diasteması (mm cinsinden)
- Maksiller dişlerdeki en büyük düzensizlik (mm cinsinden)
- Mandibular dişlerdeki en büyük düzensizlik (mm cinsinden)
- Maksiller overjet (mm cinsinden)
- Mandibular overjet (mm cinsinden)
- Ön açık kapanış (mm cinsinden)
- Molar ilişkisi (0= normal, 1= ½ tüberkül kadar mesial ya da distal kapanış, 2= bir tam tüberkül kadar mesial veya distal kapanış) şeklindedir.

DAI skorunun hesaplanmasında her bir kriter için farklı katsayılar mevcuttur. İlgili kriterin katsayısı ile kriterin karşıladığı sonuç çarpılır ve ilgili kriterin değeri elde edilir. Elde edilen tüm değerler toplanır ve bulunan sonuç indeksin sabit sayısı olan 13 ile de toplanarak bireyin DAI skoru elde edilir (Jenny & Cons, 1996a) (Tablo 1).

İndekste tedavi ihtiyacına göre 4 adet grup bulunmaktadır (Jenny & Cons, 1996a):

- ≤ 25: Normal/minör maloklüzyon. Tedavi ihtiyacı yok ya da çok az
- 26-30: Kesin maloklüzyon varlığı. Elektif tedavi.
- 31-35: Şiddetli maloklüzyon. Tedavi ihtiyacı oldukça fazla.
- ≥ 36: Çok şiddetli maloklüzyon. Tedavi zorunlu.

İndeksin bireyin ortodontik tedaviye ilişkin algılarını dikkate alması, hasta ağzında direkt olarak uygulanabilmesi ve uygulama kolaylığı sağlaması, prospektif olarak etkili bir şekilde kullanabilmesi, diş hekimliği alanında çalışan yardımcı personelin bu indeksi kullanarak hastayı bir uzmana sevk edebilmesi gibi avantajlarının yanı sıra; kullanılan ölçüm kriterlerinin bukkal çapraz kapanış, derin kapanış, orta hat sapması gibi maloklüzyonları değerlendirme yönünden eksik kalması, kriterlerin bazılarının milimetrik değer içermesi ve bu değerlerin ölçümü milimetrik gauge kullanımı gerektirdiğinden ölçümde yapılan ufak hataların indeksteki katsayıları nedeniyle skorun gruplanmasında büyük bir etkiye sebep olabilmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. (Agarwal, 2013; Hamamci et al., 2009; Otuyemi & Noar, 1996).

Tablo 1. Dental Aesthetic Index Komponentleri ve Katsayıları

DAI komponenti	Regresyon Katsayısı	
	Gerçek değer	Yuvarlanmış değer
1. Görünür bölgedeki eksik dişlerin sayısı (maksiller ve mandibular arktaki keserler, kaninler ve premolarlar)	5.76	6
2. İnsizal segmentteki çapraşıklık değerlendirilmesi (0= segmentlerde çapraşıklık yok, 1= 1 segmentte çapraşıklık, 2= 2 segmentte çapraşıklık)	1.15	1
3. İnsizal segmentteki boşluğun değerlendirilmesi (0= segmentlerde boşluk yok, 1= 1 segmentte boşluk, 2= 2 segmentte boşluk)	1.31	1
4. Orta hat diastemasının mm cinsinden ölçümü	3.13	3
5. Maksilladaki en büyük düzensizliğin mm cinsinden ölçümü	1.34	1
6. Mandibuladaki en büyük düzensizliğin mm cinsinden ölçümü	0.75	1
7. Maksiller overjetin mm cinsinden ölçümü	1.62	2
8. Mandibular overjetin mm cinsinden ölçümü	3.68	4
9. Vertikal ön açık kapanışın mm cinsinden ölçümü	3.69	4
10. Anteroposterior molar ilişkisinin değerlendirilmesi: normalden sağa veya sola doğru en büyük sapma (0= normal, 1= ½ tüberkül mesial ya da distal, 2= bir tam tüberkül mesial ya da distal)	2.69	3
Sabit	13.36	13
Toplam	DAI skoru (Gerçek)	DAI skoru (yuvarlanmış)

Standardized Continuum of Aesthetic Need (SCAN)

Evans & Shaw tarafından 1989 yılında İngiltere’de dental estetik algısını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Çalışmanın temelinde kullanılan görseller 12 yaşındaki 1000 çocuktan frontal cepheden alınan ağız içi fotoğraflardan seçilmiş, yaşları 18-35 arasında değişen 3 kadın 3 erkek olmak üzere 6 kişiden oluşan bir jüri görselleri görsel analog skala kullanarak en çekici olandan en az çekici olana doğru değerlendirmiş ve değerlendirme sonucunda seçilen 10 vakadan oluşan bir alt örneklem grubu SCAN indeksini oluşturmuştur. Bu ölçek kullanılarak ortodontistler farklı maloklüzyonlara sahip 35 hastayı; maloklüzyondan etkilenen hasta ve ebeveynleri hastanın kendi oklüzyonunu dental çekiciliklerine göre puanlamışlardır (Evans & Shaw, 1987).

Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN)

Brook & Shaw tarafından 1989 yılında geliştirilmiş, 1990 yılında Richmond tarafından modifiye edilmiştir (Brook & Shaw, 1989; Richmond, 1990; Richmond, Roberts, & Andrews, 1994). Brook & Shaw yaptıkları çalışmada indeksi “Index of Orthodontic Treatment Priority” olarak sunmuş, daha sonra index çalışmanın dental sağlık komponentinde geçen bir başlık olarak da karşılaşılan “Index of Orthodontic Treatment Need” ismiyle kullanılmaya başlanmıştır (Brook & Shaw, 1989; Richmond et al., 1994). İndeksin klinik bir komponent olan dental sağlık komponenti ve estetik komponent olmak üzere 2 ayrı komponenti bulunmaktadır ve ayrı ayrı puanlanmaktadır (Brook & Shaw, 1989). Dental sağlık komponenti Linder-Aronson tarafından 1974’te geliştirilen ve İsveç Dental Heyeti tarafından kullanılan indeksten; estetik komponenti ise Evans & Shaw tarafından geliştirilen SCAN indeksinden alınmıştır (Evans & Shaw, 1987; Linder-Aronson, 2007).

1. Dental Sağlık Komponenti (Dental Health Component / DHC)

İndeksin bu bölümü 5 gruba ayrılmış olup tedavi ihtiyacının derecelendirilmesinde kullanılmıştır, dişleri ve çevre dokuların morbiditesini artırma olasılığı en yüksek olan bireysel oklüzal özellikleri kaydeder. Bu komponentte overjet, overbite, gömülü ya da tam sürmemiş dişler, eksik ya da supernumere dişler, fonksiyon ve konuşma bozuklukları gibi kriterler değerlendirilmektedir. Derece 4 ve 5 ‘kesin tedavi ihtiyacı’, derece 3 ‘tedavi ihtiyacı açısından sınırda’, derece 1 ve 2 ‘tedavi ihtiyacı yok’ olarak değerlendirilmektedir (Richmond & O’Brien, 1996; Richmond et al., 1994) (Tablo 2).

2. Estetik Komponent (Aesthetic Component, AC)

İndeksin bu bölümü dental estetiği değerlendirme amacı taşıyan 10 adet ağız içi fotoğraftan oluşmaktadır. Değerlendirme için indekste kullanılan fotoğraflar Şekil 1’de gösterilmiştir. 1-4 numaralı fotoğraflar ‘tedaviye ihtiyaç yok’, 5-7 numaralı fotoğraflar ‘tedavi ihtiyacı sınırda’ ve 8-10 numaralı fotoğraflar ise estetik nedenlerle ‘tedavi ihtiyacı var’ olarak değerlendirilmektedir. Fotoğrafların renksiz kullanımının, değerlendiren kişinin ön dişleri etkileyen restorasyonlardaki renk uyumsuzluğu, ağız hijyeni ve dişeti rahatsızlıkları gibi faktörlerden etkilenmemesi açısından faydalı olacağı savunulmuştur (Richmond, 1990) (Şekil 1).

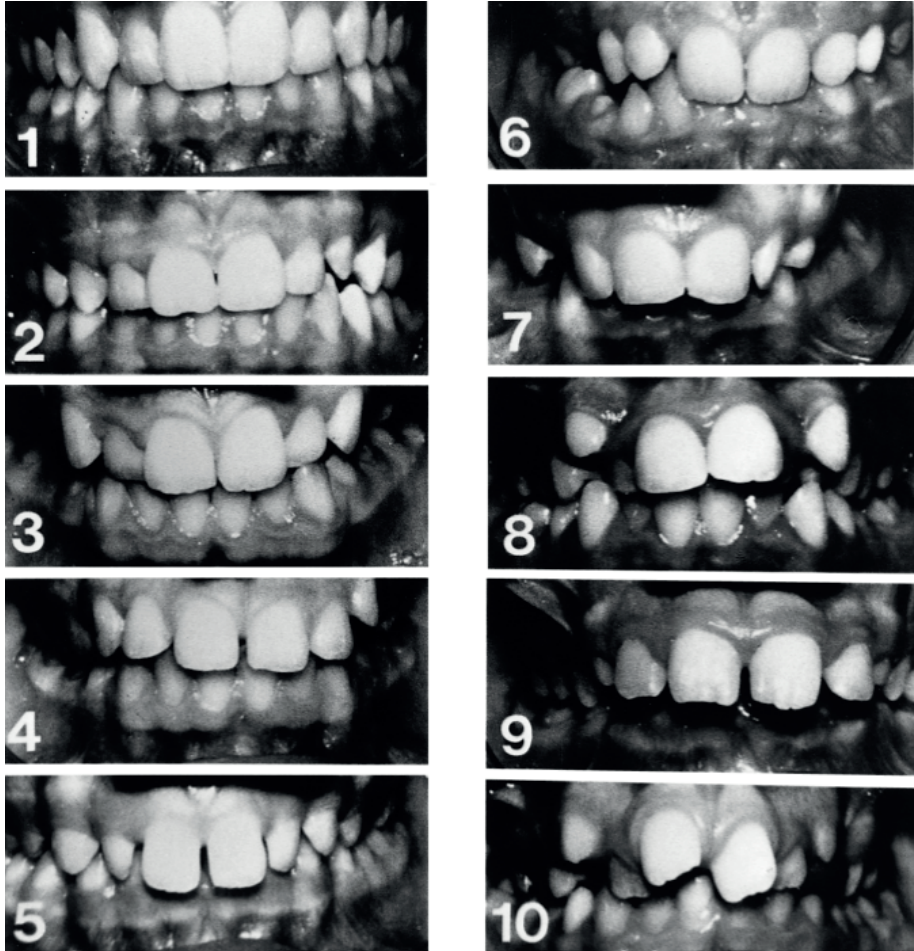
• Modifiye IOTN

Burden ve arkadaşları tarafından 2001 yılında IOTN’nin dental sağlık komponentini basitleştirmek amacıyla geliştirilmiştir. Araştırmacılar indekzin tedavi ihtiyacını ölçmesi ancak tedavinin kompleksliğini ölçmemesi

nedeniyle indeks içerisinde mevcut grup ve alt gruplarda okluzal anomaliyi kaydetmenin anlamsız olduğunu savunmuşlar ve 2 dereceli bir ölçek geliştirerek grupları tedavi ihtiyacı olan ve olmayan olarak ikiye ayırmışlardır. Sınır vakalar ise tedavi ihtiyacı olmayan grup ile birleştirilerek indeksin kullanımının kolaylaştırılması amaçlanmıştır. Ek olarak, overjet, çapraşıklık ve açık kapanışın ölçümünün yapılmasına yardımcı olmak için sterilizasyona uygun metal bir cetvel de geliştirmişlerdir. Modifiye IOTN ile eksik dişler, overjet, çapraz kapanış, kontakt noktalarının yer değiştirmesi (çapraşıklık) ve overbite değerlendirilmiştir (Burden, Pine, & Burnside, 2001) (Tablo 3).

Tablo 2. IOTN Dental Sağlık Komponenti

IOTN DENTAL SAĞLIK KOMPONENTİ	
Derece 5	Tedavi ihtiyacı var 5.i Çapraşıklık, yer değiştirme, süpernumere diş varlığı, süt dişi retansiyonu ya da patolojik sebeplerden gömülü kalmış diş varlığı (3. molar dişler hariç) 5.h Restoratif etkileri olan, restoratif tedavi öncesi ortodontik tedavi gerektiren yaygın hipodonti (her kadranda 1 diştten fazla diş eksikliği) 5.a 9 mm'den büyük overjet 5.m Çiğneme ve konuşma bozukluğu görülen 3.5 mm'den büyük negatif overjet 5.p Yarık dudak ve damak defektleri ve diğer kraniyofasiyal anomaliler 5.s Oklüzal düzlemde alt seviyede kalmış süt dişleri
Derece 4	Tedavi ihtiyacı var 4.h Protez ihtiyacını ortadan kaldırmak için restorasyon öncesi ortodonti veya ortodontik boşluk kapatma gerektiren daha az kapsamlı hipodonti 4.a 6 mm'den fazla, 9 mm'den az ya da 9 mm'ye eşit overjet 4.b Çiğneme ve konuşma bozukluğu görülmeyen 3.5 mm'den büyük negatif overjet 4.m Çiğneme ve konuşma bozukluğu görülen 1 mm'den büyük, 3.5 mm'den küçük negatif overjet 4.c İnterküspal pozisyon ve retrüziv kontakt pozisyonu arasında 2 mm'den fazla deplasman olan ön veya arka çapraz kapanış 4.l Bir segmentte veya her iki segmentte fonksiyonel okluzal temas olmayan posterior lingual çapraz kapanış 4.d Dişlerin kontakt noktalarında 4 mm'den fazla yer değiştirme 4.e 4 mm'den fazla ileri düzeyde ön ya da yan açık kapanış 4.f Palatinal ya da gingival travmaya ile görülen artmış ve tam overbite 4.t Tam sürmemiş dişler, komşu dişe göre devrilmiş ve gömülü dişler 4.x Süpernumere diş varlığı
Derece 3	Sınırdaki Tedavi İhtiyacı 3.a İstirahat pozisyonunda yetersiz dudak kapanışı eşlik eden 3.5 mm'den büyük, 6 mm'den küçük ya da 6 mm'ye eşit overjet 3.b 1 mm'den büyük, 3.5 mm'den küçük ya da 3.5 mm'ye eşit negatif overjet 3.c İnterküspal pozisyon ve retrüziv kontakt pozisyonu arasında 1 mm'den büyük, 2 mm'den küçük ya da 2 mm'ye eşit deplasman olan ön veya arka çapraz kapanış 3.d Dişlerin kontakt noktalarında 2 mm'den büyük, 4 mm'den küçük ya da 4 mm'ye eşit yer değiştirme 3.e 2 mm'den büyük, 4 mm'den küçük ya da 2 mm'ye eşit orta düzeyde yan veya ön açık kapanış 3.f Gingival ya da palatinal travma bulgusu gözlenmeyen artmış ve tam overbite
Derece 2	Tedavi İhtiyacı Az 2.a İstirahat pozisyonunda yeterli dudak kapanışı olan 3.5 mm'den büyük, 6 mm'den küçük ya da 6 mm'ye eşit artmış overjet 2.b 0 mm'den büyük, 1 mm'den az ya da 1 mm'ye eşit negatif overjet 2.c İnterküspal pozisyon ve retrüziv kontakt pozisyonu arasında 1 mm ya da daha az deplasman olan ön veya arka çapraz kapanış 2.d Dişlerin kontakt noktalarında 1 mm'den fazla, 2 mm'den az ya da 2 mm'ye eşit hafif yer değiştirme 2.e 1 mm'den büyük, 2 mm'den küçük ya da 2 mm'ye eşit ön açık kapanış 2.f Dişetine temas gözlenmeyen 3.5 mm ya da daha büyük artmış overbite 2.g Başka bir anomali olmaksızın pre-normal ya da post-normal oklüzyon (yarım ünite uyumsuzluk)
Derece 1	Tedavi İhtiyacı Yok 1. Dişlerin kontakt noktalarında 1 mm'den az yer değiştirmeyi içeren çok az derecede maloklüzyon



Şekil 1. IOTN Estetik Komponenti

Tablo 3. IOTN Modifiye Dental Sağlık Komponenti**IOTN Modifiye Dental Sağlık Komponenti****Kesin ortodontik tedavi ihtiyacı**

Aşağıdaki oklüzal anomallere herhangi biri mevcutsa, ortodontik tedaviye kesin ihtiyaç vardır. Bilgi ve karşılaştırma için, IOTN'nin orijinal Diş Sağlığı bileşeninden alt kategoriler parantez içinde de verilmiştir. Kriterlerin hatırlanmasına yardımcı olmak amacıyla 'MOCCDO' kısaltması kullanılabilir.

M (missing teeth): Eksik dişler, **O:** Overjet, **C (crossbite):** Çapraz kapanış, **D (displacement of contact points):** Temas noktalarının yer değiştirmesi **O:** Overbite

- M** Protez ihtiyacını ortadan kaldırmak için restorasyon öncesi ortodonti veya ortodontik boşluk kapatma gerektiren hipodonti (4h, 5h)
Gömülü diş (5i), süpernumere diş varlığı (4x), persiste süt dişi (5s)
- O** 6 mm'den büyük artmış overjet (4a, 5a)
Konuşma ve çiğneme zorluğu görülmeyen 3.5 mm'den büyük negatif overjet (5m, 4b)
Konuşma ve çiğneme zorluğu görülen 1 mm'den büyük 3.5 mm'den küçük negatif overjet (4m)
- C** İnterküspal pozisyon ve retrüviz kontakt pozisyonu arasında 2 mm'den fazla uyumsuzluk olan ön veya arka çapraz kapanış (4c)
- D** Kontakt noktalarında 4 mm'den büyük yer değiştirme (4d)
- O** 4 mm'den büyük ön ya da yan açık kapanış (4e)
Gingival ya da palatinal travma görülen derin kapanış (4f)

Peer Assesment Rating (PAR)

Richmond ve arkadaşları tarafından 1992 yılında ortodontik tedavinin herhangi bir aşamasında oklüzyondaki değişimleri kaydetmek ve tedavi etkinliğini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. İndeks, İngiliz Ortodonti Standartlarını Değerlendirme Çalışma Grubu bünyesindeki 10 üye ile 200'den fazla vakanın tedavi öncesi ve sonrası kayıt altına alınmış dental modelleri incelenerek formülize edilmiştir (Richmond et al., 1992). İndeks hesaplanırken amaç maloklüzyonu oluşturan çeşitli oklüzal özelliklere puan vermektir. Her puan vakanın normal hizalanma ve oklüzyondan sapma derecesini temsil eden toplam puanı elde etmek için toplanır. Sıfır puan iyi bir hizalamayı, daha yüksek puanlar ise düzensizliğin arttığını göstermektedir. Genel puan, tedavi öncesi ve sonrası dental modellere kaydedilir. Elde edilen puanlar arasındaki fark ise ortodontik tedavi ile ulaşılan iyileşme derecesini temsil eder (Richmond et al., 1992). PAR indeksi kullanımında iyileşme değerlendirilirken toplam PAR puanının azalması veya PAR puanındaki yüzdelik azalma değerlendirilebilir (Birkeland, Furevik, Bøe, & Wisth, 1997).

İndeks 11 adet kriteri değerlendirmektedir: üst sağ segment, üst ön segment, üst sol segment, alt sağ segment, alt ön segment, alt sol segment, sağ bukkal oklüzyon, overjet, overbite, orta hat ve sol bukkal oklüzyon. Yapılacak bu ölçümleri kolaylaştırmak için ise PAR cetveli geliştirilmiştir (Richmond et al., 1992) (Şekil 2).

ANTERİOR-POSTERİOR 0 Yok 1 ½ üniteden az sapma 2 ½ ünite veya daha fazla sapma	OVERBITE 0 0 - ¼ 1 ¼ - ½ 2 > ½ 3 ≥ (tam kapanma) 4	açık kapanış — — — —→										
TRANSVERS 0 Yok 1 Çapraz kapanış eğilimi ≤ 1 diş 2 1 diş çapraz kapanışta 3 1 diştten daha fazla diş çapraz kapanışta 4 1 diştten fazla diş tam çapraz kapanışta (<u>scissors bite</u>)	KONTAKT NOKTASI 0 — 1 — 2 — 3 — 4 —→ 5 Gömülü diş											
VERTİKAL 0 Yok 1 <u>openbite</u> 2 diş > 2 mm	PAR İNDEKSİ MANCHESTER											
ORTA HAT 0 ≤ ¼ 1 ¼ - ½ 2 > ½	OVERJET <table><tr><td>4</td><td>>2 diş çapraz kapanış</td></tr><tr><td>3</td><td>2 diş çapraz kapanış</td></tr><tr><td>2</td><td>1 diş çapraz kapanış</td></tr><tr><td>1</td><td><u>Başabaş</u> ilişkisi</td></tr><tr><td>0</td><td>-</td></tr></table>	4	>2 diş çapraz kapanış	3	2 diş çapraz kapanış	2	1 diş çapraz kapanış	1	<u>Başabaş</u> ilişkisi	0	-	
4	>2 diş çapraz kapanış											
3	2 diş çapraz kapanış											
2	1 diş çapraz kapanış											
1	<u>Başabaş</u> ilişkisi											
0	-											

Şekil 2. PAR cetvelinde yer alan kriterler ve puanlar. Antero-posterior yön, transversal yön, vertikal yön, orta hat, overbite, kontakt noktası ve overjet değerlendirilmesi. Antero-posterior yönde molar ilişkide yarım ünite veya daha fazla sapma, transversal yönde çapraz kapanışta ya da tam olarak ters kapanışta bulunan diş sayısı, vertikal yönde açık kapanışta bulunan diş sayısı ve mm olarak ifadesi, orta hat için bir alt kesicinin boyutuna göre sapmanın oransal olarak değerlendirilmesi, derin kapanış için alt keserlerin örtülme miktarının oransal olarak, tam örtüm ve açık kapanış miktarına göre değerlendirme, kontakt noktaları için dişlerde yer değiştirme ve gömülü diş değerlendirilmesi, overjet için çapraz kapanışta olan diş sayısı ve başabaş ilişkisi durumunun değerlendirilmesi.

Index of Complexity, Outcome and Need (ICON)

Daniels ve Richmond tarafından 2000 yılında 9 ülkeden 97 ortodontistin oluşturduğu jürinin ortak görüşü kapsamında ortodontik tedavi ihtiyacını, ortodontik tedavinin zorluğunu ve tedavi sonuçlarının

değerlendirilmesi amacıyla oluşturulmuştur. 240 dental model tedavi ihtiyacının değerlendirilmesinde, 98 çift dental model ise tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde tedavi öncesi ve sonrası olarak incelenmiştir. İndeks 5 kriteri değerlendirir: estetik, üst arktaki çapraşıklık veya boşluk, çapraz kapanış, keserlerde açık kapanış veya derin kapanış, bukkal segmentin anteroposterior yöndeki ilişkisi. Okluzal özellikleri yansıtan bu kriterlerin kendine ait bir katsayısı bulunmaktadır, kriter kendi katsayısı ile çarpılıp elde edilen sonuçlar toplanır ve ICON skoru elde edilir. İndekste estetik değerlendirme IOTN indeksinin estetik komponenti ile yapılmaktadır (Daniels & Richmond, 2000; Richmond & Daniels, 1998a, 1998b) (Tablo 4).

Tablo 4. ICON kriterleri ve katsayıları

Komponent	Skor	0	1	2	3	4	5	Katsayı
Estetik	1'den 10'a kadar skorlanır							7
Üst arktaki çapraşıklık Üst arktaki boşluk	Boşluk veya çapraşıklıktan en yüksek olan puanlanır	< 2 mm	2,1 – 5 mm	5,1 – 9 mm	9,1 – 13 mm	13,1 – 17 mm	> 17 mm ya da gömülü diş	5
Çapraz kapanış	Transvers ilişki başabaş ya da daha kötü	Çapraz kapanış yok	Çapraz kapanış var					5
Keserlerdeki açık kapanış	Açık kapanış ya da derin kapanıştan en yüksek olan puanlanır	Tam kapanış	< 1 mm	1,1 – 2 mm	2,1 – 4 mm	> 4 mm		4
Keserlerdeki derin kapanış	Altı keser örtümü	< ½	½ - ½ örtüm	¾ - tam örtüm	Tam örtüm			4
Bukkal segment anteroposterior	Sağ ve sol beraber eklenir	Yalnızca tüberkül – kasp ilişkisi Sınıf I,II,III	tüberkül- tüberkül ilişkisi olmayan herhangi bir tüberkül ilişkisi	Tüberkül – tüberkül ilişkisi				3

ICON skorlarının tedavi ihtiyacı, tedavi zorluğu ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanımı şu şekildedir (Daniels & Richmond, 2000):

Tedavi öncesi skorun 43'ün üzerinde olması ortodontik tedavi ihtiyacını, tedavi sonrası skorun 31'in altında olması tedavi sonucunda elde edilen oklüzyonun kabul edilebilir olduğunu gösterir.

- **Tedavi öncesinde elde edilen skor;**

- 29'dan küçük ise tedavi kolay,
- 29 – 50 arasında ise tedavi zorluğu düşük seviyede,
- 51 – 63 arasında ise tedavi orta derecede zor,
- 64 – 77 arasında ise tedavi zor
- 77'den büyük ise tedavi çok zor olarak sınıflandırılır.

- **Tedavi öncesi skordan tedavi sonrası skorun 4 katı çıkarıldığında elde edilen sonuç;**

- 1'den büyük ise tedavi ile elde edilen gelişme çok iyi
- 25 ile -1 arasında ise tedavi ile elde edilen gelişme yeterli

- 53 ile -26 arasında ise tedavi ile elde edilen gelişme orta düzeyde
- 85 ile -54 arasında ise tedavi ile elde edilen gelişme minimal düzeyde
- 85'ten küçük ise tedavi ile gelişme elde edilemediği ya da durumun kötüye gitmiş olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

American Board of Orthodontics Discrepancy Index (ABO-DI)

Discrepancy Index (DI), tarihsel gelişimine bakıldığında ilk olarak 1998 yılında Amerikan Ortodonti Kurulu'nun 8 direktörünün ve 6 eski direktörünün bulunduğu bir toplantıda geliştirilmiştir. 1999 tarihindeki 3. aşama sınavında adayların sunmuş olduğu 100 vaka 2 direktör tarafından uyumsuzluk açısından puanlanmış ve bu veriler indekxin ilk pilot çalışmasını oluşturmuştur. Daha sonra 2000, 2001, 2002 ve 2003 yıllarındaki sınavlarda indeks modifiye edilerek eklemeler yapılmış ve adayların her vakası uyumsuzluk için skorlanmıştır. 2002 yılında aynı zamanda katılımcılardan opsiyonel olarak kendi vakalarını da skorlamaları; 2003 yılında ise adayların sundukları tüm vakaları skorlaması istenmiştir (Cangialosi et al., 2004).

İndekste overjet, overbite, ön açık kapanış, yan açık kapanış, çapraşıklık, oklüzyon (molar ilişki), lingual posterior çapraz kapanış, bukkal posterior çapraz kapanış ve sefalometrik ölçümler (ANB, IMPA, SN-GoGn) değerlendirilmiştir (Cangialosi et al., 2004) (Şekil 3).

THE AMERICAN BOARD OF ORTHODONTICS**DISCREPANCY INDEX**

VAKA KATEGORİSİ _____

TOPLAM DI SKORU _____

MODEL DEĞERLENDİRME SKORU _____

OVERJET

0 mm (başabaş) = 1 puan
 1-3 mm = 0 puan
 3.1 – 5 mm = 2 puan
 5.1 – 7 mm = 3 puan
 7.1 – 9 mm = 4 puan
 > 9 mm = 5 puan
 Negatif overjet = Her diş için 1 puan
 (çapraz kapanış)
 Toplam = _____

OVERBİTE

0 – 3 mm = 0 puan
 3.1 – 5 mm = 2 puan
 5.1 – 7 mm = 3 puan
 Tam örtüm (%100) = 5 puan
 Toplam = _____

ÖN AÇIK KAPANIS

0 mm (başabaş) = 1 puan
 Sonrasında her diş ve her mm için 2 puan
 Toplam = _____

YAN AÇIK KAPANIS

Her mm ve her diş için
 2 puan
 Toplam = _____

ÇAPRASIKLIK

0 – 3 mm = 1 puan
 3.1 – 5 mm = 2 puan
 5.1 – 7 mm = 4 puan
 > 7 mm = 7 puan
 Toplam = _____

OKLÜZYON

Sınıf I kapanış = 0 puan
 Sınıf II veya III = Her taraf için 2 puan
 Full Sınıf II veya III = Her taraf 4 puan
 Sınıf II veya III'ten de ileri Ek olarak her mm için 1
 kapanış = puan
 Toplam = _____

LİNGUAL POSTERİÖR ÇAPRAZ KAPANIS

Her diş için 1 puan Toplam = _____

BUKKAL POSTERİÖR ÇAPRAZ KAPANIS

Her diş için 1 puan Toplam = _____

SEFALOMETRİK DEĞERLER

ANB > 5.5 ya da < 1.5 = 4 puan
 Her derece için ek olarak = 1 puan
 SN-GoGN 27°-37° = 0 puan
 SN-GoGN > 37° = Her derece için 2 puan
 SN-GoGN < 27° = Her derece için 1 puan
 IMPA > 98° = Her derece için 1 puan
 Toplam = _____

DİĞER 2 puan = _____

PROBLEMİ _____
TANIMLAYINIZ _____

Şekil 3. Amerikan Ortodonti Kurulu Discrepancy Index Belgesi

KAYNAKÇA

- Agarwal, A. (2013). An overview of orthodontic indices. *World Journal of Dentistry*, 3(1), 77-86.
- Birkeland, K., Furevik, J., Bøe, O. E., & Wisth, P. J. (1997). Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index. *European Journal of Orthodontics*, 19(3), 279-288.
- Brook, P. H., & Shaw, W. C. (1989). The development of an index of orthodontic treatment priority. *The European Journal of Orthodontics*, 11(3), 309-320.
- Brown, R., & Richmond, S. (2005). An update on the analysis of agreement for orthodontic indices. *The European Journal of Orthodontics*, 27(3), 286-291.
- Burden, D. J., Pine, C. M., & Burnside, G. (2001). Modified IOTN: an orthodontic treatment need index for use in oral health surveys. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 29(3), 220-225.
- Cangialosi, T. J., Riolo, M. L., Owens Jr, S. E., Dykhouse, V. J., Moffitt, A. H., Grubb, J. E., . . . James, R. D. (2004). The ABO discrepancy index: a measure of case complexity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125(3), 270-278.
- Cons, N. C., Jenny, J., Kohout, F. J., & Jotikastira, D. (1989). Utility of the dental aesthetic index in industrialized and developing countries. *Journal of public health dentistry*, 49(3), 163-166.
- Daniels, C., & Richmond, S. (2000). The development of the index of complexity, outcome and need (ICON). *Journal of orthodontics*, 27(2), 149-162.
- Draker, H. L. (1960). Handicapping labio-lingual deviations: a proposed index for public health purposes. *American journal of orthodontics*, 46(4), 295-305.
- Evans, R., & Shaw, W. (1987). Preliminary evaluation of an illustrated scale for rating dental attractiveness. *The European Journal of Orthodontics*, 9(1), 314-318.
- Ghafari, J., Locke, S. A., & Bentley, J. M. (1989). Longitudinal evaluation of the treatment priority index (TPI). *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 96(5), 382-389.
- Grainger, R. (1967). Orthodontic treatment priority index.
- Hamamci, N., Başaran, G., & Uysal, E. (2009). Dental Aesthetic Index scores and perception of personal dental appearance among Turkish university students. *The European Journal of Orthodontics*, 31(2), 168-173.
- Jenny, J., & Cons, N. C. (1996a). Comparing and contrasting two orthodontic indices, the Index of Orthodontic Treatment Need and the Dental Aesthetic Index. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 110(4), 410-416.
- Jenny, J., & Cons, N. C. (1996b). Establishing malocclusion severity levels on the Dental Aesthetic Index (DAI) scale. *Australian dental journal*, 41(1), 43-46.

- Khandakji, M. N., & Ghafari, J. G. (2020). Evaluation of commonly used occlusal indices in determining orthodontic treatment need. *European Journal of Orthodontics*, 42(1), 107-114.
- Linder-Aronson, S. (2007). Orthodontics in the Swedish public dental health service. *The European Journal of Orthodontics*, 29(suppl_1), i124-i127.
- Massler, M., & Frankel, J. M. (1951). Prevalence of malocclusion in children aged 14 to 18 years. *American journal of orthodontics*, 37(10), 751-768.
- Otuyemi, O. D., & Noar, J. H. (1996). A comparison between DAI and SCAN in estimating orthodontic treatment need. *International Dental Journal*, 46(1), 35-40.
- Parker, W. S. (1998). The HLD (CalMod) index and the index question. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 114(2), 134-141.
- Poulton, D. R., & Aaronson, S. A. (1961). The relationship between occlusion and periodontal status. *American journal of orthodontics*, 47(9), 690-699.
- Richmond, S. (1990). *A critical evaluation of orthodontic treatment in the General Dental Services of England and Wales*: The University of Manchester (United Kingdom).
- Richmond, S., & Daniels, C. P. (1998a). International comparisons of professional assessments in orthodontics: part 1—treatment need. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 113(2), 180-185.
- Richmond, S., & Daniels, C. P. (1998b). International comparisons of professional assessments in orthodontics: part 2—treatment outcome. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 113(3), 324-328.
- Richmond, S., & O'Brien, K. (1996). Health gain in orthodontics: a comparison of the general dental services and the hospital service in England and Wales. *Community Dental Health*, 13(3), 128-132.
- Richmond, S., Roberts, C., & Andrews, M. (1994). Use of the Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) in assessing the need for orthodontic treatment pre- and post-appliance therapy. *British Journal of Orthodontics*, 21(2), 175-184.
- Richmond, S., Shaw, W., O'brien, K., Buchanan, I., Jones, R., Stephens, C., . . . Andrews, M. (1992). The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *The European Journal of Orthodontics*, 14(2), 125-139.
- Richmond, S., Shaw, W., Stephens, C., Webb, W., Roberts, C., & Andrews, M. (1993). Orthodontics in the general dental service of England and Wales: a critical assessment of standards. *British Dental Journal*, 174(9), 315-329.
- Salzmann, J. (1968). Handicapping malocclusion assessment to establish treatment priority. *American journal of orthodontics*, 54(10), 749-765.
- Shaw, W., Richmond, S., & O'Brien, K. (1995). The use of occlusal indices: a European perspective. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(1), 1-10.

- Summers, C. J. (1966). *A system for identifying and scoring occlusal disorders: The occlusal index*: University of Michigan, School of Public Health.
- Summers, C. J. (1971). The occlusal index: a system for identifying and scoring occlusal disorders. *American journal of orthodontics*, 59(6), 552-567.
- Tang, E. L., & Wei, S. H. (1993). Recording and measuring malocclusion: a review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 103(4), 344-351.
- Van Kirk Jr, L. E., & Pennell, E. H. (1959). Assessment of malocclusion in population groups. *American Journal of Public Health and the Nations Health*, 49(9), 1157-1163.