

YEDİTEPE
ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ
FAKÜLTESİ
DERGİSİ

e-ISSN:2458-9586

7tepe klinik

CİLT 21
SAYI 1
2025



YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Yeditepe Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Dergisi

7tepe Klinik Dergisi

Sahibi

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Adına

Prof. Dr. Mehmet DURMAN, Rektör

Editör

Prof. Dr. Senem SELVİ KUVVETLİ

Yardımcı Editörler

Prof. Dr. Nilüfer ERSAN

Doç. Dr. Burcu BAL

Doç. Dr. Elif Delve BAŞER CAN

Yayın Kurulu Sekreterliği

Dr. Öğr. Üyesi Elif TÜRKEŞ BAŞARAN

Dr. Öğr. Üyesi Elifnaz ÖZEN SÜTÜVEN

Dr. Öğr. Üyesi Gökçen Deniz BAYRAK ARSLANTAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Merve Nur EĞLENEN

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Bahar EREN KURU (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Bahar SEZER (Ege Üniversitesi)

Prof. Dr. Buket AYBAR (İstanbul Üniversitesi)

Prof. Dr. Ceyda ÖZÇAKIR TOMRUK (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Didem ÖZDEMİR ÖZENEN (University of the Pacific)

Prof. Dr. Dilhan İLGÜY (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Emre ÖZEL (Kocaeli Üniversitesi)

Prof. Dr. Ender KAZAZOĞLU (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Feyza ERAYDIN (İstanbul Gelişim Üniversitesi)

Prof. Dr. Fulya ÖZDEMİR (İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi)

Prof. Dr. Gonca TEZAL (İstanbul Okan Üniversitesi)

Prof. Dr. Hakan AKIN (Erciyes Üniversitesi)

Prof. Dr. Hanefi KURT (İstanbul Bilgi Üniversitesi)

Prof. Dr. İdil DİKBAŞ (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Jale TANALP (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Leyla KURU (Marmara Üniversitesi)

Prof. Dr. Mehmet Baybora KAYAHAN (İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa)

Prof. Dr. Mehmet Cenk HAYTAÇ (Çukurova Üniversitesi)

Prof. Dr. Meriç KARAPINAR KAZANDAĞ (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Sabri İlhan RAMOĞLU (Altınbaş Üniversitesi)

Prof. Dr. Tomurcuk Övül KÜMBÜLOĞLU (Ege Üniversitesi)

Prof. Dr. Tamer Lütfi ERDEM (İstanbul Atlas Üniversitesi)

Prof. Dr. Tamer TÜZÜNER (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. Zehra Semanur DÖLEKOĞLU (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Zeynep ÖZKURT KAYAHAN (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Zuhâl YETKİN AY (Süleyman Demirel Üniversitesi)

Doç. Dr. Duygu YAMAN (İstanbul Üniversitesi)

Doç. Dr. Fatih CABBAR (Yeditepe Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem KELEŞ (Yeditepe Üniversitesi)

e-ISSN: 2458-9586

BASKI: Ulusal Dijital Baskı Kopyalama Merkezi

Kayışdağı Mh. Kayışdağı Cd. No: 225

34755 Ataşehir - İstanbul

ULAKBİM veritabanında indeksli

Pleksus Türk Medline veritabanında indeksli

İÇİNDEKİLER

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Bayram F, Şanivar Abbasgholizadeh Z, Göçmen G.

Temporomandibular Eklem Rahatsızlıklarında Konvansiyonel Yöntem ile Cerrahi Rehber Kılavuzluğunda Artrosentezin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi: Randomize Kontrollü Çalışma

Comparative Evaluation of Conventional Arthrocentesis versus Template-Guided Arthrocentesis for Temporomandibular Joint Disorders: A Randomized Controlled Trial

4

Arslan C, Dedeoğlu M, Eğlenen MN, Taşkın Hİ, Ormancı ZB, Germeç Çakan D.

Şeffaf Plak Tedavilerinde Manuel İnterproksimal Redüksiyon Uygulamalarının Başarısının Değerlendirilmesi

Evaluation of the Success of Manual Interproximal Reduction Applications in Clear Aligner Treatments.....

10

Sağlanmak A.

Osseodensifikasyon Tekniğinin Düşük Yoğunluklu Kemiğe Yerleştirilen Dental İmplantların Primer Stabilitesi Üzerine Etkisi: Taze Sığır Kaburgasında Yapılan İn-Vitro Bir Çalışma

Effect of Densifying Drills on Primary Stability of Dental Implants Placed in Low-Density Bone: An In-Vitro Study in Fresh Bovine Crest.....

16

Güneş Y, Borahan O.

Maksilla ve Mandibulada Gözlenen Süpernümerer Dişlerin Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi ile Retrospektif Olarak Değerlendirilmesi

Retrospective Evaluation of Supernumerary Teeth Observed in the Maxilla and Mandible with Cone Beam Computed Tomography.....

22

Arslan E, Yeşil Duymuş Z.

Farklı Resin Simanlarla Simante Edilen İnley Restorasyonların Kenar Sızıntılarının İn-Vitro Olarak İncelenmesi

In-Vitro Examination of Micro Leakage of Inlay Restorations Cemented with Different Resin Cements.....

29

DERLEME

Ünsal M, Akgüngör G.

Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Cam Seramikler

Zirconia-Reinforced Lithium Silicate Glass Ceramics.....

36

Taşcı M, Abaklı İnci M.

Molar Keser Hipomineralizasyonunda Güncel Yaklaşımlar

Current Approaches in Molar Incisor Hypomineralization.....

42

OLGU RAPORU

Pamukçu U.

Hemato-Onkoloji Hastalarında Çenelerin İlaç ile İlişkili Osteonekrozunun (MRONJ) Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi: Olgu Serisi

Evaluation of Medication-Associated Osteonecrosis of the Jaws (MRONJ) with Cone-Beam Computed Tomography in Hemato-Oncology Patients: Case Series.....

51

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Temporomandibular Eklem Rahatsızlıklarında Konvansiyonel Yöntem ile Cerrahi Rehber Kılavuzluğunda Artrosentezin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi: Randomize Kontrollü Çalışma

Comparative Evaluation of Conventional Arthrocentesis versus Template-Guided Arthrocentesis for Temporomandibular Joint Disorders: A Randomized Controlled Trial

Dr. Öğr. Üyesi Ferit Bayram

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-4395-4547

Dr. Öğr. Üyesi Zeliha Şanivar Abbasgholizadeh

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0001-8688-1758

Doç. Dr. Gökhan Göçmen

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0003-0317-4308

Geliş tarihi: 08.07.2024

Kabul tarihi: 02.09.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.38981

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Ferit Bayram
Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı
Adres: Recep Tayyip Erdoğan Külliyesi Sağlık
Yerleşkesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Başibüyük Yolu
9/3 34854 Başibüyük, Maltepe, İstanbul
Tel: 0 216 777 50 01
E-posta: feritbayram@gmail.com

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, temporomandibular eklem bozukluklarının tedavisinde konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) destekli rehber kılavuzlu artrosentez ile geleneksel iki iğneli artrosentezi karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Wilkes sınıflamasına göre tek taraflı temporomandibular eklem rahatsızlığı (Sınıf I, II veya III) olan ve en az üç aylık splint tedavisinden sonra semptomları düzelmeyen 20 katılımcı rastgele iki gruba ayrıldı. Katılımcılara konvansiyonel iki iğneli artrosentez ya da KIBT destekli rehber kılavuzlu artrosentez uygulandı. Operasyon süresi, toplam prosedür süresi, birinci ve ikinci iğneler için deneme sayısı, irrigasyon hacmi, ağrı, maksimum ağız açıklığı ve hasta memnuniyeti sonuçları analiz edildi.

Bulgular: Yirmi katılımcının (14 kadın ve 6 erkek) tedaviyi tamamladıkları ortalama yaş $41,6 \pm 8,0$ olarak belirlendi. Çalışma bulguları, artrosentez prosedürlerinde rehberli grubun, geleneksel grup için 48,0 dakikaya kıyasla ortalama 25,8 dakika olan operasyon süresinde önemli bir azalma yaşadığını ve hem ilk (sırasıyla 1,1 ve 2,2) hem de ikinci (sırasıyla 1,3 ve 2,9) iğne yerleştirmelerinde daha az girişimde bulunduğunu ortaya koydu. Hastaların ağrı skorları her iki cerrahi teknik için de anlamlı derecede azaldı. Genel prosedür süresi kılavuzlu grup için daha uzun (82,8 dakika) olmasına rağmen, her iki grupta da ameliyat sonrasında ağrının azaltılması ve ağız açıklığında önemli iyileşmeler gösterdi ve hasta memnuniyeti skorlarının benzer olduğu görüldü.

Sonuç: Cerrahi rehber kılavuzluğunda artrosentez, operasyon süresini ve iğne yerleştirme girişimlerini azaltmasına rağmen, hasta sonuçları açısından iki teknik arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Modülerlik daha az deneyimli cerrahlara yardımcı olabilir, ancak uzman cerrahlar için faydaları tartışmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Temporomandibular eklem rahatsızlıkları, artrosentez, rehberli cerrahi.

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to compare cone-beam computed tomography (CBCT)-assisted template-guided arthrocentesis with conventional arthrocentesis in the treatment of temporomandibular joint disorders.

Materials and Method: Twenty participants with unilateral temporomandibular joint disorder (Class I, II, or III according to the Wilkes classification), who did not show symptom improvement after at least three months of splint therapy, were randomly divided into two groups. Participants underwent either conventional two-needle arthrocentesis or CBCT-assisted template-guided arthrocentesis. The duration of surgery, total procedure time,

number of attempts for the first and second needles, irrigation volume, pain, maximum mouth opening, and patient satisfaction outcomes were analyzed.

Results: The average age of 20 participants (14 females and 6 males) was 41.6 ± 8.0 years. Study findings revealed that the guided group experienced a significant reduction in the average duration of the procedure (25.8 minutes) compared to the conventional group (48.0 minutes) and required fewer attempts for both the first (1.1 and 2.2, respectively) and second (1.3 and 2.9, respectively) needle placements. Pain scores significantly decreased for both surgical techniques. Although the overall procedure time was longer for the guided group (82.8 minutes), both groups showed significant improvements in pain reduction and mouth opening post-surgery.

Conclusion: While template-guided arthrocentesis reduces the duration of the procedure and the number of needle placement attempts, there was no significant difference in patient outcomes between the two techniques. Template-guided arthrocentesis may benefit less experienced surgeons, but its advantages for expert surgeons remain debatable.

Keywords: Temporomandibular joint disorders, arthrocentesis, image-guided surgery.

GİRİŞ

Temporomandibular eklemler rahatsızlıkları (TMR), temporomandibular eklemin (TME) fonksiyonunu bozan ve ağrı, çene hareketlerinde kısıtlılık, eklem sesleri (krepitasyon veya klik sesi), kas rahatsızlığı¹ ve eklem hassasiyeti² gibi semptomlara yol açan bir dizi durumu içerir. Tedavide ilk basamak, stabilizasyon splinti uygulamalarını içerir.³ Nitzan ve ark.⁴ tarafından 1991 yılında tanıtılmasından bu yana artrosentez, splint uygulamasından yanıt alınamayan durumlarda basit, maliyeti uygun ve minimal invaziv bir yaklaşım olması nedeniyle TMR yönetiminde temel bir tedavi yöntemi haline gelmiştir.⁵ Artrosentez işlemi sırasında geleneksel iğne yerleştirme yöntemi, palpasyonla belirlenen anatomik işaretlere dayanır ve hasta anatomisinin değişkenliği göz önüne alındığında, komşu yapıların yaralanma riskini taşıyabilir.⁶

Artrosentez tekniğini iyileştirme ve hasta sonuçlarını optimize etme çabaları çeşitli modifikasyonların önerilmesine yol açmıştır. Manyetik rezonans görüntüleme kılavuzluğunda⁷ veya ultrason kılavuzluğunda artrosentez⁸ gibi tekniklerin yanı sıra tek iğneli yaklaşım⁹ da önerilmiştir. Ancak sistematik incelemeler, artrosentez tekniğinin (tek veya çift ponksiyon)^{10,11} veya ultrason kılavuzluğunun TME artrosentezini takiben ameliyat sonrası sonuçlar üze-

rindeki etkisine ilişkin kesin kanıtlar sunmamıştır.¹² Ayrıca, literatürde artrosentezde bu gelişmiş kılavuzların geleneksel teknikler karşısındaki etkinliğini ele alan karşılaştırmalı çalışmalar sınırlıdır.¹³

Bu prospektif klinik çalışmanın amacı, TMR tedavisinde konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (KİBT) destekli şablon kılavuzlu artrosentez prosedürüne karşı geleneksel iki iğneli artrosentez tekniğinin etkinliğini ve operasyonel işlevselliğini değerlendirmektir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yürütüldü. Çalışma için etik onay Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 13.09.2023 tarihinde alındı (Protokol Kodu: 09.2023.879) ve çalışmaya katılmayı kabul eden tüm katılımcılara bilgilendirilmiş onam formu imzalatıldı. Eylül 2023 ve Şubat 2024 tarihleri arasında yürütülen bu randomize kontrollü çalışma CONSORT kılavuzuna uygun olarak gerçekleştirildi. Araştırma protokolü, ilk katılımcı çalışmaya dahil edilmeden önce prospektif olarak "clinicaltrials.gov" klinik araştırma veri tabanına kaydedildi (NCT kayıt numarası: NCT06055855).

Çalışma Dizaynı

Çalışma iki koldan oluştu: geleneksel gruba standart iki iğneli artrosentez uygulanırken, kılavuzlu gruba KİBT ve yüz taramaları ile belirlenen şablon kılavuzlu bir prosedür uygulandı. Tüm veriler, Marmara Üniversitesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'na TME şikayetleriyle başvuran, splint tedavisi için Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'na yönlendirilen ancak konservatif yöntemlere yanıt vermeyen ve çalışmaya katılmayı kabul eden hastalardan toplandı.

Çalışmaya Wilkes evre I, II veya III TMR teşhisi konan ve hepsi tek taraflı olan ardışık hastalar dahil edildi. Katılımcılar, TME'de ağrı, ses veya her ikisinin birlikte olduğu ve ağız açmada kısıtlılık veya kilitleme veya her ikisinin birlikte olduğu ve en az üç aylık splint tedavisinden sonra semptomlara yanıt vermeyen hastalar arasından seçildi. Dışlama kriterleri arasında bölgede enfeksiyon varlığı, disk bozukluğu olmaksızın maksimum açılmada kısıtlılık yaşayan hastalar, ciddi dejeneratif eklem hastalığı, TME cerrahisi geçmişi olan hastalar, komşu bölgede osteomyelit öyküsü ve kontrolsüz koagülopatisi olan hastalar yer aldı.

Randomizasyon ve Körleme

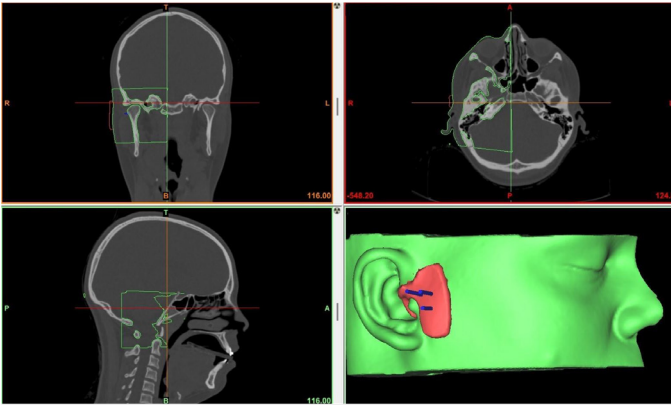
Katılımcılar, bağımsız bir istatistikçi tarafından bilgisayarla oluşturulan bir sıra kullanılarak randomize edildi ve katılımcının onayı alındıktan sonra açılan sıralı numaralandırılmış, mühürlü, opak zarflar aracılığıyla allokasyon körlemesi sağlandı. Uygulayıcıların ve katılımcıların körle-

mesi mümkün olmasa da, sonuç değerlendirmeleri grup atamalarından habersiz bağımsız araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

Şablon Üretim Prosedürü

Tüm katılımcılardan operasyon öncesi standart olarak KIBT taraması elde edildi (Planmeca Promax 3D Mid, Planmeca, Helsinki, Finlandiya). Ücretsiz Meshmixer yazılımında (Autodesk, San Francisco, ABD) Standart Rehber Kütüphanesi (STL) dosyaları olarak 1 mm kalınlığında ve 40 mm uzunluğunda üç silindirik oluşturuldu ve bu KIBT ve STL dosyaları 3D Slicer yazılımına (Slicer Community, ABD) aktarıldı. Ayrıca bir 3 boyutlu görüntüleme sistemi (Bellus 3D, Campbell, ABD) kullanarak bir cilt modeli elde edildi ve bu data KIBT görüntülerinden elde edilen 3 boyutlu yüzey işlenmiş cilt modellerine kaydedildi.

İlk iğnenin konumu Matsumoto ve ark.¹⁴ tarafından tarif edildiği gibi TME tüberkülünün posterior eğimine göre belirlendi. İkinci iğne ilk iğnenin 5 mm önüne ve üçüncü iğne, ikinci iğnenin 2 mm altına yerleştirildi. Penetrasyon derinlikleri (birinci, ikinci ve üçüncü iğneler için sırasıyla 28 mm, 38 mm ve 40 mm) iğne açıklığına göre giriş noktasından uca kadar ölçüldü. Devamında iğneler yeniden konumlandırıldı ve konumları sagittal, aksiyal ve koronal düzlemlerde çapraz kontrol edildi; iğnelerin konumları daha sonra cilt yüzeyi STL dosyasına kaydedildi (Şekil 1). Nihai STL dosyası Meshmixer yazılımına gönderildi ve tragus destek alan bir kulaklık tasarımından esinlenerek kişiye özel cerrahi rehber planlandı. Tragus çevresindeki cilt yüzeyine 5 mm anterior uzantılı yeni bir katman (3 mm) eklendi. Orijinal deri yüzeyi verileri bu yeni katmandan çıkarıldı. Kulaklığa benzer tasarımdaki değişiklik, çıkarılan 3 boyutlu verilerden bir şekillendirme aracı kullanılarak yapıldı (Şekil 1).



Şekil 1. Cerrahi rehber hazırlama prosedürü; 3 boyutlu model ve konik ışınli bilgi-sayarlı tomografi görüntüleri üzerinde giriş yerlerinin belirlenmesi.

Cerrahi Prosedür

Tüm prosedürlerde aseptik bir protokol izlendi. Cerrahi alan povidon-iyot ile sterilize edildi ve steril bir ortamda örtüldü. Eklem boşluğunun, cildin, yumuşak dokuların ve aurikulotemporal sinirin anestezisi için %0,2 epinefrin içeren artikain hidroklorür (Maxicaine Fort, Vem ilaç, Türkiye) kullanıldı.

Konvansiyonel grupta artrosentez Nitzan ve ark.⁴ tarafından önerilen teknik izlenerek gerçekleştirildi. Şablon kılavuzlu grupta, özel olarak takılan rehber önceden işaretleme yapılmadan kulağa yerleştirildi (Şekil 2).

Anestezi doğrudan cerrahi rehberin deliklerinden eklem ve periartiküler dokulara uygulandı. İlk iğne pozisyonu, ikinci ve üçüncü 18-G iğnelerin yerleştirilmesinden önce ultrason cihazıyla teyit edildi. Irrigasyon işlemi boyunca cerrahın, eklem şişmesinin veya doku sıkışmasının neden olduğu yer değiştirmeyi önlemek için iğneler manuel olarak sabitlendi. Tüm operasyonlar artrosentez konusunda beş yıldan fazla deneyimi olan aynı ağız, diş ve çene cerrahisi uzmanı (G.G.) tarafından gerçekleştirildi. Eklem lavajı için Ringer laktat solüsyonu kullanıldı ve ardından eklem içi hyaluronik asit enjeksiyonu yapıldı. Hematom oluşumunu en aza indirmek için enjeksiyon bölgesi basınca duyarlı flaster ile kapatıldı.



Şekil 2. Temporomandibular eklem cerrahi rehber kılavuzluğunda artrosentezi: iğne yerleştirme ve lavaj.

Post-operatif Protokol

Prosedürden sonra tüm katılımcılara üç gün boyunca günde iki kez parasetamol almaları ve iki gün boyunca soğuk kompres kullanmaları tavsiye edildi. Rutin bakım, oral egzersizler ve splint tedavisini içerecek şekilde düzenlendi.

Sonuç Değişkenleri

Analiz edilen değişkenler arasında yaş, cinsiyet, splint kullanım süresi, ameliyat öncesi semptomlar (ağrı, klik sesi, sınırlı ağız açıklığı) ve Wilkes sınıflamasına göre internal düzensizlik şiddeti gibi demografik ve klinik özellikler yer aldı. Dakika cinsinden kaydedilen cerrahi kılavuz hazırlama süresi ve görsel analog skala (VAS) ile değerlendirilen üretim sonrası uyumu not edildi. Primer sonuç olan operasyon süresi (anestezi başlangıcından eklem manipülasyonu sonuna kadar) kronometre ile ölçüldü. Bu süre, kılavuz hazırlama süresiyle birlikte toplam prosedür süresine eşit olacak şekilde kaydedildi. Ek olarak, iğne yerleştirme girişimlerinin sayısı, irrigasyon solüsyonu hacmi ve ameliyat sonrası memnuniyet (VAS ile ölçülmüştür) ile ilgili bilgiler not edildi. Ağrı ve maksimum interinsizal açıklık (MIA)

sırasıyla ameliyat öncesinde (T0), operasyondan hemen sonra (T1), operasyon sonrası ilk ay (T2), üç ay (T3) ve altı ay sonra (T4) VAS ve standart bir dental kumpas kullanılarak değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

Kantitatif veriler (yaş, ameliyat öncesi VAS, MIA, splint kullanım süresi), ortalama ve standart sapma (SS) değerleri kullanılarak özetlendi. Wilkes sınıflaması, ağrı, klik sesi ve trismus gibi kategorik veriler için frekans analizi yapıldı. Katılımcı dağılımının homojenliği normallik testleri ile kontrol edildi. Sürekli veriler için t-testi veya Mann-Whitney U kullanıldı. Operasyon süresi, eklem boşluğuna giriş için iğne deneme sayısı, kullanılan irrigasyon solüsyonu hacmi ve hasta memnuniyeti değerleri, dağılımlarına göre analiz edildi. ANOVA veya Friedman testleri ile longitudinal ağrı ve MIA verilerindeki değişiklikler değerlendirildi. Analizlerde Prism 10.1 (GraphPad Software Inc., Boston, ABD) kullanıldı ve $p < 0,05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya 20 katılımcı [konvansiyonel grup (n=10) ve cerrahi rehberli grup (n=10)] dahil edildi ve katılımcıların tamamı takip sürecini tamamladı. Çalışma grubunda ortalama yaş $41,6 \pm 8,0$ olarak belirlendi, katılımcılar 14 kadın ve 6 erkekten oluştu. Ağrı 16 hasta tarafından, klik sesi 14 hasta tarafından ve ağız açıklığında kısıtlılık 11 hasta tarafından bildirilmiştir. Katılımcılar artrosentez işleminden önce ortalama $9,6 \pm 3,0$ splint kullandı. Wilkes sınıflaması sırasıyla şu şekildedeydi: Sınıf I (n=7), Sınıf II (n=6) ve Sınıf III (n=7). Gruplar arasındaki katılımcı homojenliğinin analizinde, yaş, ameliyat öncesi ağrı seviyeleri, MIA ve ay cinsinden splint kullanım süresinin istatistiksel karşılaştırmaları yapıldı. Bu değişkenler için p değerlerinin tümü 0,05'in üzerindeydi ve gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi (Tablo 1).

Tablo 1. Geleneksel ve cerrahi rehber kılavuzlu gruplar arasında çalışma öncesi homojenliğin değerlendirilmesi.

	Geleneksel	Rehberli	p değeri
	Ortalama (SS)	Ortalama (SS)	
Yaş	38.80 (7.47)	44.30 (7.92)	0,78 [†]
VAS (pre-op)	5.10 (0.87)	4.50 (1.18)	0,16 [‡]
MIA (pre-op)	36.50 (3.34)	36.00 (2.83)	0,72 [†]
Splint kullanımı (ay)	8.60 (2.50)	10.60 (3.27)	0,14 [†]
	(n)	(n)	
Cinsiyet (kadın)	6	8	0,63 [§]
Ağrı (hayır)	1	3	0,59 [§]
Klik sesi (hayır)	2	3	>0,99 [§]
Ağız açıklığında kısıtlanma (hayır)	5	4	>0,99 [§]

VAS: görsel analog skalası; MIA: maksimum interinsizal açıklık; SS: standart sapma; †: t testi; ‡: Mann-Whitney testi; §: Fisher kesinlik testi.

Cerrahi rehber hazırlama süresi ortalama $57,0 \pm 8,2$ dakika

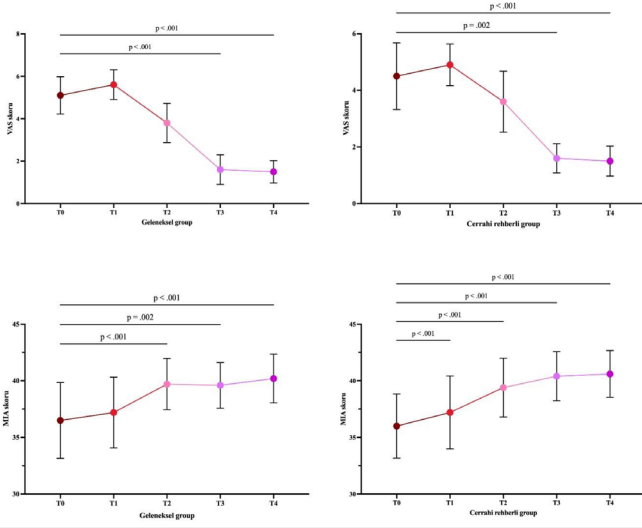
ve VAS ile bildirilen rehber uyumu $8,3 \pm 1,3$ olup, literatürde karşılaştıracak bir veri bulunmamasına rağmen olumlu bir sonuca işaret etmektedir. Artrosentez operasyonu parametrelerinin sonuçları konvansiyonel ve rehberli gruplar arasında anlamlı farklılıklar ortaya koymuştur. Rehberli grupta operasyon süresi ($25,8 \pm 7,9$ dakika) konvansiyonel gruba ($48,0 \pm 11,6$ dakika) kıyasla anlamlı derecede kıaldığı gözlemlendi ($p < 0,001$). Bununla birlikte, genel süre cerrahi rehberli grupta ($82,8 \pm 9,9$ dakika) konvansiyonel gruba ($48,0 \pm 11,6$ dakika) kıyasla önemli ölçüde daha uzundu. İlk iğne yerleştirme denemelerinin sayısı rehberli grupta ($1,1 \pm 0,3$) konvansiyonel gruba ($2,2 \pm 0,8$) kıyasla daha düşüktü ($p < 0,001$). Bu durum, rehberli gruptaki eklem boşluğuna girebilmek için yapılan girişimlerin ($1,3 \pm 0,5$) konvansiyonel gruptakilere ($2,9 \pm 1,5$) kıyasla anlamlı derecede daha az olduğu ikinci iğne yerleştirme işlemi için de geçerli olduğu görüldü ($p = 0,02$). Bununla birlikte, irrigasyon hacmi ve hasta memnuniyeti skorlarında gruplar arasında sırasıyla 0,807 ve 0,227 p değerleri ile anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 2).

Tablo 2. Konvansiyonel ve cerrahi rehber kılavuzlu gruplar arasında intra-operatif ve post-operatif parametrelerin karşılaştırmalı analizi.

	Geleneksel	Rehberli	p değeri
Operasyon süresi (dakika)	48,0 (11,6)	25,8 (7,9)	<0,001 ^{1*}
Total süre (dakika)	48,0 (11,6)	82,8 (9,9)	<0,001 ^{1*}
Giriş denemesi (1. iğne)	2,2 (0,8)	1,1 (0,3)	<0,001 ^{1*}
Giriş denemesi (2. iğne)	2,9 (1,5)	1,3 (0,5)	0,019 ^{1*}
Irrigasyon hacmi (cc.)	350 (42,9)	346 (20,7)	0,807 [†]
Hasta memnuniyeti	4,00 (0,8)	4,5 (0,7)	0,227 [†]
Rehber hazırlama süresi (dakika)	N/A	57,0 (8,2)	N/A
Rehber uyumu (VAS)	N/A	8,3 (1,3)	N/A

VAS: görsel analog skalası
†: t testi; ‡: Mann-Whitney testi.

VAS skorları kullanılarak ağrı seviyelerinin değerlendirilmesinde, her iki grup da üçüncü ve altıncı ay değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalar gösterdi; konvansiyonel grup sırasıyla ($p = 0,002$ ve $p = 0,001$) değerlerine sahipken, rehberli grup her iki zaman noktasında da başlangıçtan itibaren önemli düşüşler gösterdi ($p < 0,001$). MIA ile ilgili olarak, her iki kohortta da ameliyattan hemen sonraki dönemden itibaren artan bir eğilim kaydedildi. Geleneksel grupta ameliyat sonrası bir hafta ($p < 0,001$), üç ay ($p = 0,002$) ve altı ayda ($p < 0,001$) MIA'da anlamlı artışlar görüldü. Cerrahi rehberli grupta, MIA skorları ameliyattan hemen sonra önemli ölçüde daha yüksekti ve bir haftalık, üç aylık ve altı aylık takiplerde önemli ölçüde iyileşmeye devam etti ($P < 0,001$) (Şekil 3).



Şekil 3. Geleneksel ve şablon kılavuzlu gruplarda VAS ve MIA skorlarında ameliyat sonrası değişim.

VAS: görsel analog skalası; MIA: maksimum interinsizal açıklık. T0: operasyon öncesi, T1: operasyondan hemen sonra, T2: operasyon sonrası ilk haftada, T3: operasyondan üç ay sonra ve T4: operasyondan altı ay sonra.

Kaydedilen önemli komplikasyon olarak, konvansiyonel gruptan iki hastada ve cerrahi rehberli gruptan bir hastada geçici fasiyal paraliz gözlemlendi. Bu komplikasyonlar için hastaları rahatlatmak dışında herhangi bir ilave tedavi uygulanmadı.

TARTIŞMA

Bu çalışmanın primer amacı, cerrahi rehber kılavuzluğunda artrosentez operasyonunun konvansiyonel tekniğe kıyasla ameliyat süresini ve iğne pozisyonu sayısını azaltıp azaltmayacağını ve böylece hasta sonuçlarını iyileştirip iyileştirmeyeceğini değerlendirmektir. Çalışma bulgularına göre, bu hipotez kısmen kabul edildi. Şablon kılavuzlu cerrahi, ameliyat süresinde ve iğnenin yeniden konumlandırılmasında istatistiksel olarak anlamlı azalma gösterdi. Ancak, özellikle üç ve altı aylık takip dönemlerinde ağrı, maksimum interinsizal açıklık veya hasta memnuniyeti açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fayda görülmedi. Bu çalışmada cerrahi rehberli teknik, konvansiyonel yöntemle kıyasla operasyon süresini önemli ölçüde azaltmıştır. Bu azalma, operatif işlem süresini genellikle kanül yerleştirme süresine göre tanımlayan diğer çalışmalarda bildirilen daha kısa sürelerle belirgin bir uyumsuzluk göstermesine rağmen dikkate değerdir.^{15,16} Çalışmamızda uygulanan yöntem intraoperatif ultrasonografi konusunda daha az uzmanlık gerektirmektedir ve uygulaması nispeten basittir.^{12,14} Uygulayıcının cerrahi rehber hazırlama sürecine dahil olması da her hastanın anatomik özelliklerine göre daha bireyselleştirilmiş bir yaklaşıma katkıda bulunabilir.

TME artrosentezinde iğne yerleştirme için ultrason uygulaması literatüre göre değişen sonuçlar vermiştir. Antony ve ark.¹² ilk denemede iğne yerleştirme başarı oranlarını iki grup arasında karşılaştırmış, konvansiyonel artrosentezde %60, ultrason kılavuzluğunda %100 başarı bildirmiştir. Benzer şekilde, Şentürk ve ark.¹⁷ hem konvansiyonel hem de ultrason kılavuzluğundaki gruplarda eklem

içine ilk denemede kanül yerleştirmede %100 başarı oranı belgelemiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak, Hu ve ark.¹⁸ iğne yerleştirme hassasiyeti açısından veya işlem sırasında iğnenin yer değiştirmesi olaylarını azaltmada ultrason kılavuzluğunun üstünlüğünü destekleyen kesin bir kanıt olmadığını öne sürmüşlerdir. Bu bulgular doğrultusunda, çalışmamız cerrahi rehber kullanmanın iğne yerleştirme için gereken deneme sayısını önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Bu avantaj, ister tek ister çift iğne tekniği kullanılsın, anatomik varyasyonlara ve hastaya özgü özelliklere uyum sağlayarak kör iğne yerleştirmeyle ilişkili zorlukları azalttığından, daha az deneyime sahip cerrahlar için özellikle değerli olabilir.

Antony ve ark.¹² tarafından ortaya konan bulgular dışında, yazarların bilgisi dahilinde başka hiçbir çalışma ultrason eşliğinde ve konvansiyonel artrosentez grupları arasında ameliyat sonrası ilk günlerde ağrı skorlarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bildirmemiştir. Şentürk ve ark.¹⁷ uzun vadeli sonuçları bildiren tek araştırma ekibidir ve 1 yıllık takipte gruplar arasında MIA skorlarında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Üç çalışma ameliyat sonrası MIA hakkında veri sağlamıştır, ancak bunların hiçbiri herhangi bir takip zaman noktasında iki artrosentez yaklaşımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir.¹⁸ Son sistematik incelemeler, tek ve çift ponksiyon tekniklerini karşılaştırırken ameliyat sonrası ağrı ve MIA'da bir farklılık göstermemiştir.^{10,11} Sınırlı sayıda çalışmadan elde edilen sonuçların sentezi, kısa vadede ultrason kılavuzluğunda artrosentezin geleneksel yöntemlere kıyasla ameliyat sonrası ağrı ve MIA'yı iyileştirmeyebileceğini göstermektedir.¹⁸ Benzer şekilde, bu çalışmada, değerlendirilen hiçbir zaman noktasında iki grup arasında ağrı skorlarında anlamlı bir fark gözlemlenmedi. Ancak, ameliyattan hemen sonraki MIA skorları cerrahi rehberli grupta anlamlı derecede daha yüksekti. Bu fark, rehberli yaklaşımda daha az sayıda iğne girişine ihtiyaç duyulmasına bağlanabilir.

Bu çalışmanın güçlü yönleri arasında randomize kontrollü tasarımı ve bulguların güvenilirliğini artıran her iki gruptaki katılımcı özelliklerinin homojen dağılımı yer almaktadır. Bu güçlü yönlere rağmen, çalışmanın sınırlamaları vardır. Kurum içi cerrahi rehber kullanımı, maliyet etkin olmakla birlikte planlama açısından zaman alıcıdır. Sürece aşinalığın artması bu süreyi azaltabilecek olsa da, deneyimli cerrahlar rehber hazırlamak için gereken süreyi verimsiz bulabilir. Buna ek olarak, rehberler cilde sabitlenmediğinden, uygulayıcının sürekli dikkatini gerektiren intra-operatif kaymalar meydana gelebilir.

SONUÇ

Sonuç olarak, cerrahi rehber kılavuzlu yaklaşımın kullanılması ameliyat süresini kısaltmakta ve iğne yerleştirme girişimlerinin sayısını azaltmaktadır. Tekniğin modüler olması

daha az deneyimli uygulayıcılar için bir avantaj sağlayabilir, ancak deneyimli cerrahlar için faydaları tartışmalıdır. Bu prosedürel faydalara rağmen, yöntem uzun vadeli ağrıyı veya maksimum ağız açıklığını önemli ölçüde değiştirmemektedir.

KAYNAKLAR

1. Sabado-Bundo H, Sanchez-Garces M, Camps-Font O, Gay-Escoda C. Intraarticular injections of hyaluronic acid in arthrocentesis and arthroscopy as a treatment of temporomandibular joint disorders: A systematic review. *Cranio* 2024; 42: 122-131.
2. Al-Hamed FS, Hijazi A, Gao Q, Badran Z, Tamimi F. Platelet Concentrate Treatments for Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-analysis. *JDR Clin Trans Res* 2021; 6: 174-183.
3. Kahramanoglu E, Şanıvar Abbasgholizadeh Z, Özkan S, Özkan Y. Retrospective evaluation of the effect of stabilization splint therapy on functional jaw movements and pain. *Yeditepe Dental Journal* 2020; 16: 205-208.
4. Nitzan DW, Dolwick MF, Martinez GA. Temporomandibular joint arthrocentesis: a simplified treatment for severe, limited mouth opening. *J Oral Maxillofac Surg* 1991; 49: 1163-1167; discussion 1168-1170.
5. Tozoglu S, Al-Belasy FA, Dolwick MF. A review of techniques of lysis and lavage of the TMJ. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2011; 49: 302-309.
6. Rahal A, Poirier J, Ahmarani C. Single-puncture arthrocentesis--introducing a new technique and a novel device. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 1771-1773.
7. Fritz J, Thomas C, Tzaribachev N, Horger MS, Claussen CD, et al. MRI-guided injection procedures of the temporomandibular joints in children and adults: technique, accuracy, and safety. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193: 1148-1154.
8. Dayisoğlu EH, Cifci E, Uçkan S. Ultrasound-guided arthrocentesis of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2013; 51: 667-668.
9. Laskin DM. Needle placement for arthrocentesis. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56: 907.
10. Monteiro J, de Arruda JAA, Silva E, Vasconcelos B. Is Single-Puncture TMJ Arthrocentesis Superior to the Double-Puncture Technique for the Improvement of Outcomes in Patients With TMDs? *J Oral Maxillofac Surg* 2020; 78: 1319 e1- e15.
11. Nagori SA, Roy Chowdhury SK, Thukral H, Jose A, Roychoudhury A. Single puncture versus standard double needle arthrocentesis for the management of temporomandibular joint disorders: A systematic review. *J Oral Rehabil* 2018; 45: 810-818.
12. Antony PG, Sebastian A, D A, Varghese KG, S M, et al. Comparison of clinical outcomes of treatment of dysfunction of the temporomandibular joint between conventional and ultrasound-guided arthrocentesis. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2019; 57: 62-66.
13. Gocmen G, Bayram F, Ozkan Y. Arthrocentesis of temporomandibular joint with a tragus-supported guide: a technical note. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2020; 58: 1200-1202.
14. Matsumoto K, Bjornland T, Kai Y, Honda M, Yonehara Y, et al. An image-guided technique for puncture of the superior temporomandibular joint cavity: clinical comparison with the conventional puncture technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 111: 641-648.
15. Sivri MB, Ozkan Y, Pekiner FN, Gocmen G. Comparison of ultrasound-guided and conventional arthrocentesis of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2016; 54: 677-681.
16. Talaat W, Ghoneim MM, Elsholkamy M. Single-needle arthrocentesis (Shepard cannula) vs. double-needle arthrocentesis for treating disc displacement without reduction. *Cranio* 2016; 34: 296-302.
17. Senturk MF, Yildirim D, Bilgir E. Evaluation of ultrasonography guidance for single-puncture temporomandibular joint arthrocentesis: A randomized clinical study. *Cranio* 2019; 37: 181-187.
18. Hu Y, Zhang X, Liu S, Xu F. Ultrasound-guided vs conventional arthrocentesis for management of temporomandibular joint disorders: A systematic review and meta-analysis. *Cranio* 2023; 41: 264-273.

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Şeffaf Plak Tedavilerinde Manuel İnterproksimal Redüksiyon Uygulamalarının Başarısının Değerlendirilmesi

Evaluation of the Success of Manual Interproximal Reduction Applications in Clear Aligner Treatments

Dr. Öğr. Üyesi Can Arslan

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0003-1091-4028

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Dedeoğlu

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0003-2375-6356

Dr. Öğr. Üyesi Merve Nur Eğlenen

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0001-7688-0858

Dt. Halil İbrahim Taşkin

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0009-0000-5838-2855

Dt. Zehra Begüm Ormancı

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0009-0006-8586-9208

Prof. Dr. Derya Germeç Çakan

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-8849-8012

Geliş tarihi: 21.08.2024

Kabul tarihi: 24.09.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.92265

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Can Arslan

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul

Adres: Caddebostan Mah. Bağdat Cad. No:238
34728 Kadıköy, İstanbul

Tel: 0 535 332 22 64

E-posta: dt.canarslan@gmail.com

ÖZET

Amaç: Şeffaf plak tedavilerinde tek taraflı aşındırıcı manuel şerit kullanılarak planlanan interproksimal redüksiyon (IPR) uygulamalarının klinik başarısını değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: IPR ile şeffaf plak tedavisi uygulanan 30 bireyin (21 kadın, 9 erkek) tedavi öncesi ve sonrası ağız içi tarama verileri değerlendirilmiştir. Tüm IPR'ler aynı uygulayıcı tarafından tek taraflı aşındırıcı şerit kullanılarak yapılmış ve her uygulama sonrasında metal IPR ölçeği ile kontrol edilmiştir. Her diş için tedavi öncesi ve sonrası mesio-distal genişlik bir bilgisayar yazılımı ile ölçülmüştür.

Bulgular: IPR uygulanan tüm dişlerin tedavi sonrası diş boyutu ortalamaları tedavi öncesi değerlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). En fazla IPR alt anterior bölgede gerçekleştirilmiştir. Alt çenenin tedavi öncesi ve sonrası diş boyutu farkı ortalamaları üst çene ortalamalarından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p = 0,0001$). Üst ve alt çenede sağ ve sol kadrantlar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (sırasıyla $p = 0,531$ ve $p = 0,999$). Hiçbir dişte uygulanan IPR miktarı ile planlanan IPR miktarı arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Sonuç: Planlanan ve klinik olarak uygulanan IPR, ölçek ile dikkatlice kontrol edildiğinde hedeflenen şekilde başarıyla uygulanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Şeffaf plak, interproksimal redüksiyon, sanal tedavi planlaması.

ABSTRACT

Aim: To evaluate the clinical success of planned interproximal reduction (IPR) applications in clear aligner treatments using a single-sided abrasive manual strip.

Materials and Method: Pre-and post-treatment intraoral scanning data of 30 individuals (21 females, 9 males), who have undergone clear aligner treatment with IPR, were evaluated. All of the IPR applications were performed by the same practitioner using a single-sided abrasive strip and controlled with a metal IPR gauge after each application. The before and after treatment mesio-distal width for each tooth was measured with a computer software.

Results: The post-treatment tooth size averages of all teeth treated with IPR were found to be statistically significantly lower than the pre-treatment values ($p < 0.05$). Highest amount of IPR application was performed on the lower anterior region. On a quadrant basis, a statistically significant difference was observed between the mean tooth size difference before and after treatment ($p = 0.0001$). Pre-and post-treatment tooth size difference averages of the lower

jaw were found to be significantly higher than the upper jaw averages ($p=0.0001$). No significant difference was observed between the right and left quadrants in the upper and lower jaw ($p=0.531$ and $p=0.999$, respectively). Ultimately, no significant difference was found between the amount of IPR performed and the planned amount of IPR in any tooth ($p>0.05$).

Conclusion: Planned and clinically applied IPR procedures correspond in clear aligner treatments if carefully checked with an IPR gauge.

Keywords: Clear aligner, interproximal reduction, virtual treatment planning.

GİRİŞ

Ortodontik tedavinin birincil hedefleri optimum oklüzal ilişkiler, ideal estetik ve uzun vadeli stabilite elde etmektir. Dental arklarda, ideal seviyelemeyi engelleyen diş materyal fazlalığı nedeniyle birçok hastada bu hedeflere ulaşmak zor olabilmektedir. Çapraşıklık, ortodonti hastalarında özellikle ön bölgede görülen yaygın bir durumdur. Bu durumu çözmek için transversal ark genişletme, ön dişlerin proklinasyonu, posterior dişlerin distalizasyonu, diş çekimi veya interproksimal mine aşındırması gibi çeşitli yöntemler kullanılabilir.¹

Ballard'ın anterior segment için interproksimal mine redüksiyonunu ilk kez kullandığı 1944 yılından bu yana, dental arkta yer açmak için çeşitli teknikler geliştirilmiştir.²⁻⁵ Interproksimal redüksiyon (IPR) olarak bilinen bu prosedür, hafif ila orta derecede çapraşıklığı (4-8 mm) olan hastalar için diş çekimine bir alternatiftir. Ancak geri dönüşümsüz olan bu yöntemin öncesinde dikkatli bir muayene gerekmektedir.⁶ Bu prosedürde; diş hareketi ve seviyelme için alan yaratmak amacıyla interproksimal yüzeylerde yaklaşık 0,3-0,5 mm mine tabakası kaldırılır.⁷ IPR'in avantajları arasında dişlerin temas noktalarını iyileştirerek siyah üçgenlerin ortadan kaldırılması ve Bolton uyumsuzluklarının kolayca giderilebilmesi sayılabilir.⁸⁻¹⁰

Şeffaf plaklar, geleneksel sabit apareylere göre daha iyi estetik ve kullanım rahatlığı sunmaları, acil durumların azaltılması gibi avantajları nedeniyle giderek daha popüler hale gelmiştir.¹¹ Özellikle Invisalign® sistemi (Align Technology, San Jose, Kaliforniya, ABD) popülerlik kazanmıştır. Bu sistemde, hafif ve orta şiddetteki çapraşıklığın çözümü için IPR kullanılmaktadır. Invisalign® sisteminin tedavi planlama platformu olan ClinCheck® yazılımı (Align Technology, San Jose, Kaliforniya, ABD) üzerinde istenilen diş hareketlerini ve uygulanacak IPR miktarlarını simüle etmek mümkündür.^{12,13} Bu şekilde hazırlanan sanal yazılım tabanlı tedavi planlamalarında IPR miktarı önceden planlanır. Uygulayıcı, işlem yapılacak interproksimal alanları, kaldırılacak mine miktarını ve hareketin zamanla-

masını seçme olanağına sahiptir.¹⁴ Sanal ortamda planlanan ve klinikte gerçekleştirilen IPR miktarlarının uyumlu olması, şeffaf plak tedavilerinin başarısı açısından çok önemlidir.¹⁵

Lagana ve ark.¹⁶ klinik olarak gerçekleştirilen IPR miktarının ClinCheck® üzerinden programlanana karşılık geldiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, literatürde iki çalışmada uygulanan IPR miktarının programlanandan daha az olduğu bulunmuştur.^{17,18} Hariharan ve ark.¹⁹ tarafından yürütülen bir çalışmada, IPR uygulama seviyesinin programlanan tedavi planına göre yetersiz olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, IPR prosedürleri farklı uygulayıcılar tarafından gerçekleştirilmiştir ve bu da operatör farklılıklarından kaynaklanan tutarsızlıklara neden olabilmektedir. Literatürde şeffaf plak tedavilerinde IPR uygulamasının tek bir uygulayıcı tarafından yapıldığında başarısının değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızın amacı, tek uygulayıcı tarafından gerçekleştirilen IPR uygulamalarının etkinliğini değerlendirmektir. Sıfır hipotezimiz, uygulanan ve planlanan IPR miktarı arasında fark olmadığı yönündedir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Yeditepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu bu retrospektif çalışmanın yürütülmesi için 28.06.2024 tarihinde onay vermiştir (Başvuru numarası: 202306Y0628).

Hariharan ve ark.¹⁹ tarafından yapılan çalışma baz alınarak ve G*power 3.1 yazılımı (G*Power-Universität Düsseldorf, Almanya) kullanılarak yapılan güç analizinde, 0,05 alfa hata olasılığı ile %80 güce ulaşmak için örneklem büyüklüğü 30 olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şu şekilde belirlenmiştir: Invisalign sistemi kullanılarak çekimsiz ortodontik tedavi gören ve başlangıç tedavi planı anterior ve posterior bölgede diş başına 0,1 mm ile 0,5 mm arasında IPR içeren, daimi dentisyona sahip 30 yetişkin birey (9 erkek, 21 kadın) çalışmaya dahil edilmiştir (Tablo 1). Bireylerin tedavi öncesindeki ortalama çapraşıklık miktarı $6,28 \pm 1,36$ mm olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. Katılımcıların yaş ve cinsiyet dağılımı.

	N	Yaş (yıl)
Erkek	9 (30%)	31,22 ± 9,44
Kadın	21 (70%)	30,86 ± 6,84
Toplam	30 (100%)	30,97 ± 7,55

Bireylere yemek saatleri ve ağız hijyeni prosedürleri hariç olmak üzere günde 22 saat süreyle şeffaf plakların takılması ve en az 7 günlük kullanım sonucunda bir sonraki adıma geçerek şeffaf plağı değiştirmesi talimatı verilmiştir. Her randevuda, klinisyen aligner uyumunun doğru ve ataşmanların uygun durumda olduğu kontrol etmiştir.

Maksiller ark için planlanan IPR miktarı her diş için ortalama $0,179 \pm 0,068$ mm olarak kaydedilirken, mandibular ark için ise $0,205 \pm 0,050$ mm olarak planlanmıştır. IPR, deneyimli bir uygulayıcı (C.A.) tarafından tek taraflı aşındırıcı yüzeye sahip olan şerit zımparalar (Hopf, Ringleb & Co.GmbH & CIE, Berlin, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her işlem sonrasında metal IPR ölçeği kullanılarak birden fazla kez kontrol sağlanmış ve periodontal ligament genişlemesinden kaynaklanabilecek hataları ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Gerekli görülen durumlarda; aşındırılan proksimal yüzeylerin remineralizasyon kapasitesini artırmak için 5 dakika süreyle topikal florür jel uygulanmıştır.

Her hastanın dijital modelleri analiz için ClinCheck'ten Ortho Analyser programına (3Shape, Kopenhag, Danimarka) aktarılmıştır. Aynı araştırmacı tarafından, maksiller ve mandibular dental arklar, bir taraf birinci molar dişten başlayarak karşıt arktaki birinci molar dişi içerecek şekilde IPR'den önce (T0) ve sonra (T1) (tedavi sonu veya ara düzeltme) analiz edilmiştir. Mesio-distal diş boyutlarını doğru şekilde değerlendirebilmek için dişin uzun ekseninden geçen düzlem belirlenmiş ve bu düzlemde dişin mesial ve distalindeki en uzak noktalara olan mesafe ölçülmüştür (Şekil 1). Her diş için bu prosedür tekrarlanmıştır.



Şekil 1. Yazılım üzerinde yapılan ölçümler.

Yöntemin güvenilirliğini sağlamak için tüm ölçümler, planlanan ve uygulanan IPR miktarından haberi olmayan başka bir araştırmacı (H.İ.T.) tarafından tekrar edilmiş ve buna ek olarak her iki araştırmacı da ilk ölçümlerinden 15 gün sonra ikinci kez ölçüm yapmışlardır. Araştırmacılar arası güvenilirliği değerlendirmek için sınıflar arası korelasyon, araştırmacının kendi iç güvenilirliğini değerlendirmek için ise sınıf içi

korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System, Utah, ABD) 2007 programı kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımını incelemek için Shapiro-Wilk normallik testi kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren değişkenlerin karşılaştırmaları için eşleştirilmiş t-testleri kullanılırken, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Wilcoxon testleri yapılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis testleri, alt grup karşılaştırmaları için ise Dunn's çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar için anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Çalışmanın güvenilirliğini değerlendirmek için yapılan araştırmacı içi ve araştırmacılar arası korelasyon katsayıları $0,917 - 0,962$ aralığında bulunmuştur. Değerlendirme 30 bireyden T0 ve T1 dönemlerinde elde edilen Standard Tessellation Language (STL) dosyaları üzerinde gerçekleştirilmiştir. IPR planlanan ve uygulanan 162 mandibular diş ve 114 maksiller diş analiz edilmiştir. Buna göre; maksiller arkta uygulanan IPR miktarı her diş için ortalama $0,191 \pm 0,117$ mm olup planlanandan ($0,179$ mm) istatistiksel olarak farklı değildir (Tablo 2). Mandibular arkta yapılan IPR miktarı her diş için ortalama $0,231 \pm 0,177$ mm olup planlanandan ($0,205$ mm) istatistiksel olarak farklı değildir (Tablo 2).

Tablo 2. Her segmentteki dişlere uygulanan ve planlanan ortalama IPR miktarı arasındaki farklılıklar.

	Uygulanan IPR (mm)	Planlanan IPR (mm)	Fark (mm)	p**	p†
Maksiller Sağ	$0,194 \pm 0,099$	$0,185 \pm 0,068$	$0,009 \pm 0,084$	0,424	
Maksiller Sol	$0,185 \pm 0,143$	$0,170 \pm 0,069$	$0,015 \pm 0,132$	0,510	
Mandibular Sol	$0,233 \pm 0,187$	$0,204 \pm 0,053$	$0,029 \pm 0,179$	0,109	
Mandibular Sağ	$0,228 \pm 0,165$	$0,206 \pm 0,048$	$0,022 \pm 0,155$	0,204	0,0001*
Maksiller	$0,191 \pm 0,117$	$0,179 \pm 0,068$	$0,012 \pm 0,105$	0,306	0,0001*
Mandibular	$0,231 \pm 0,177$	$0,205 \pm 0,050$	$0,026 \pm 0,168$	0,054	

* $p < 0,05$

**Wilcoxon testi †Kruskal Wallis testi

Dört segment kıyaslandığında, segmentler arasında klinik olarak uygulanan IPR ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p = 0,0001$). Özellikle, mandibular sol segment IPR ortalamaları, sağ ve sol maksiller segmentlerin IPR ortalamalarından anlamlı derecede daha yüksektir ($p = 0,0001$). Sağ mandibular segmentte klinik olarak uygulanan ortalama IPR miktarı, maksiller sağ ve sol segmentlerdeki ortalama IPR miktarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ($p = 0,0001$). Buna karşın sağ ve sol maksiller segmentlere uygulanan ortalama IPR miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p = 0,531$). Ayrıca, mandibular sağ ve sol segmentlerde klinik olarak uygulanan ortalama IPR miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p = 0,999$) (Tablo 3). Her bir diş için ayrı ayrı değerlendirildiğinde, uygulanan ve planlanan IPR miktarı açısından dişler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p < 0,05$) (Tablo 4).

Tablo 3. Segmentler arasında uygulanan IPR miktarlarının karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	p ^λ
Maksiller Sağ / Maksiller Sol	0,531
Maksiller Sağ / Mandibular Sol	0,001*
Maksiller Sağ / Mandibular Sağ	0,002*
Maksiller Sol / Mandibular Sol	0,0001*
Maksiller Sol / Mandibular Sağ	0,0001*
Mandibular Sol / Mandibular Sağ	0,999

*p<0,05

λ, Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi

Tablo 4. Diş bazında uygulanan ve planlanan ortalama IPR miktarı arasındaki farklılıklar.

Diş Numarası (FDI)	Uygulanan IPR (mm)	Planlanan IPR (mm)	Fark (mm)	p*
11	0,230 ± 0,115	0,175 ± 0,072	0,055 ± 0,093	0,065
12	0,132 ± 0,105	0,162 ± 0,065	-0,029 ± 0,080	0,213
13	0,179 ± 0,084	0,167 ± 0,061	0,012 ± 0,063	0,575
14	0,221 ± 0,090	0,206 ± 0,068	0,016 ± 0,111	0,684
15	0,228 ± 0,051	0,225 ± 0,061	0,003 ± 0,068	0,909
16	0,210 ± 0,073	0,220 ± 0,067	-0,010 ± 0,039	0,600
21	0,180 ± 0,118	0,150 ± 0,066	0,030 ± 0,118	0,468
22	0,198 ± 0,120	0,175 ± 0,069	0,023 ± 0,153	0,724
23	0,183 ± 0,194	0,161 ± 0,070	0,022 ± 0,166	0,698
24	0,168 ± 0,180	0,175 ± 0,082	-0,007 ± 0,145	0,915
25	0,200 ± 0,105	0,210 ± 0,065	-0,010 ± 0,088	0,811
26	0,190 ± 0,062	0,201 ± 0,037	-0,021 ± 0,039	0,510
31	0,242 ± 0,165	0,190 ± 0,061	0,052 ± 0,134	0,062
32	0,235 ± 0,242	0,202 ± 0,052	0,033 ± 0,244	0,521
33	0,196 ± 0,156	0,204 ± 0,050	-0,008 ± 0,148	0,792
34	0,291 ± 0,209	0,217 ± 0,049	0,074 ± 0,195	0,214
35	0,240 ± 0,225	0,219 ± 0,053	0,021 ± 0,231	0,802
36	0,210 ± 0,074	0,230 ± 0,045	-0,020 ± 0,045	0,374
41	0,218 ± 0,145	0,202 ± 0,050	0,016 ± 0,124	0,537
42	0,235 ± 0,120	0,211 ± 0,041	0,024 ± 0,114	0,332
43	0,187 ± 0,095	0,194 ± 0,053	-0,007 ± 0,098	0,770
44	0,339 ± 0,346	0,217 ± 0,056	0,122 ± 0,334	0,304
45	0,220 ± 0,143	0,225 ± 0,042	-0,005 ± 0,152	0,939
46	0,135 ± 0,021	0,175 ± 0,035	-0,040 ± 0,057	0,500

p>0,05

* Wilcoxon Testi

TARTIŞMA

IPR içeren bir ortodontik tedaviye başlamadan önce detaylı bir yer darlığı analizi yapmak şarttır ve planlanan IPR'nin doğru şekilde uygulanması, istenilen tedavi amaçlarına ulaşılması için çok önemlidir. 30 bireyin STL verilerinin değerlendirildiği çalışmamızda, IPR'nin sıklıkla alt arkta gerçekleştirildiğini, üst arkta 114/420 (%27) IPR oranına kıyasla alt çapaşıklığı gidermek için toplam 162/420 (%38) dişte interproksimal aşındırma yapıldığı saptanmıştır. Bu bulgu, Invisalign® tedavi sonuçlarını değerlendiren ve mandibular ve maksiller çapaşıklıkların sırasıyla %58 ve %48'inin IPR ile çözüldüğünü tespit eden önceki araştırmalarla tutarlıdır.¹⁷ Literatürde 20 yaş üzeri erişkin bireylerde multifaktöriyel olarak görülen kesici diş çapaşıklığının, alt çenede daha yoğun olarak görüldüğünü belirten çalışmalar mevcuttur.^{20,21} Çalışmamıza dahil

edilen bireylerin yaş ortalamasının 30,97 ± 7,55 yıl olduğu göz önünde bulundurulduğunda, alt çenede daha fazla miktarda IPR yapılmış olması beklenen bir bulgudur.

Toplam 420 dişin incelendiği çalışmamızda toplanan veriler, IPR'nin genel olarak ClinCheck®'te programlanana tutarlı bir şekilde uygulandığını ortaya koymuştur. Daha önce yapılan iki çalışma, şeffaf plak tedavisi ile IPR uygulamasının başlangıçta programlanana kıyasla daha az olduğunu bildirmiştir.^{17,18} de Felice ve ark.¹⁸ IPR planlamasını ve performansını 25 vakada incelemiş ve üst arkta ortalama 0,55 ± 0,64 mm (p<0,05) ve alt arkta 0,82 ± 0,84 mm (p<0,05) fark bulmuş, üst ark için %44,95 ve alt ark için %37,02 doğruluk oranı tespit etmiştir. Benzer şekilde, ikinci bir çalışmada 464 diş için uygulanan ve programlanan IPR arasında ortalama 0,15 ± 0,14 mm (p=0,0001) fark olduğu bildirilmiştir.¹⁷ Hariharan ve ark.¹⁹ şeffaf plak tedavilerinde IPR uygulamasının planlanandan önemli ölçüde daha düşük olduğunu bulmuştur. Onların çalışmasının aksine, bizim çalışmamızda her diş için ayrı ölçümler yapılmıştır, ancak yine de bulgularımızdaki farklılıkları iki faktör ile ilişkilendirmekteyiz. Birincisi, IPR uygulamasını gerçekleştirecek olan ortodontistin temkinli davranma eğilimidir. IPR sırasında, minimal düzeyde mine yüzeyi öngörülen temas alanlarından simetrik olarak azaltılır. Özellikle şiddetli çapaşıklığın olduğu ve fazla miktarda IPR planlanan durumlarda, potansiyel hassasiyet ve pulpal irritasyondan kaçınmak için IPR miktarı öngörülenden daha az miktarda yapılabilir. Çalışmamızda uygulanan IPR miktarının önceki çalışmalarda bildirilenden daha düşük olmasının nedeni; hasta grubumuzda daha az çapaşıklık olması (6,28 ± 1,36 mm) ve bunun sonucunda planlanan ve uygulanan IPR miktarının daha az olması olabilir.

Bulgularımız Lagana ve ark.¹⁶ tarafından yakın zamanda yapılan bir çalışma ile uyumludur. Çalışmada 30 bireyin dijital modelleri retrospektif olarak analiz edilmiş, tedavi öncesi ve sonrası her dişin en geniş mesio-distal çapını ölçmek için OrthoCAD® yazılımı kullanılmış ve üst ve alt arklar için ortalama planlanan IPR ile uygulanan IPR hesaplanmıştır. Dişlerin maksimum genişliğini saptanmasının doğruluğunu artırmak için, her diş Ortho Analyser yazılımı kesit aracı kullanılarak mesialden distale kontur yüksekliğinden 2 boyutlu kesite alınmıştır. Diş boyutlarının çalışmamızda kullanılabenzer bir metodoloji kullanılarak değerlendirildiği göz önüne alındığında, sonuçların bu çalışmanın bulgularıyla uyumlu olması beklenen bir sonuçtur.

Klinik ortodontide, planlanan interproksimal redüksiyonun hassas bir şekilde uygulanması; teknik, operatör ve hastayla ilgili hususlar dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Hassas IPR uygulaması için, geleneksel şerit zımparalar, salınım hareketi yapan diskler ve motorlu aşındırıcı şeritler gibi manuel ve mekanik teknikler klinik ortodontide yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tekniklerin

doğruluğu araştırılmış olsa da sonuçlar tartışmalıdır.^{15,17,22} Bir çalışmada, yaygın olarak kullanılan üç aşındırma prosedürünün de amaçlanandan daha az IPR ile sonuçlandırıldığı ve aşındırılan mine miktarında önemli miktarda değişiklik olduğu bulunmuştur.²² Çalışmamızda planlanan ve uygulanan IPR miktarlarının tutarlı olmasını tüm uygulamaların tek kişi tarafından, metal IPR ölçeği ile aşındırma miktarını sık sık kontrol edilmesine bağlamaktayız. Bu sayede literatürde de tanımlanmış olan ortodontik separasyon sırasında meydana gelebilecek olan periodontal aralıktaki değişimlerin, IPR miktarını kamufle etmesinin önüne geçilmiştir.²³

Çalışmamızın bazı limitasyonları bulunmaktadır. Öncelikle, çalışmanın retrospektif olması bir limitasyon olarak değerlendirilebilir ve ayrıca çalışmaya dahil edilen bireylere literatürdeki diğer çalışmalara kıyasla daha az IPR uygulandığı dikkat çekmektedir. Bu durumu, şeffaf plak tedavilerinde daha az IPR planlama tercihi sergilemiş olabilecek tek bir uygulayıcıdan alınan verilerin kullanılmasına bağlıyoruz. Bununla birlikte, tüm IPR'nin tek bir uygulayıcı tarafından uygulanmasının bu çalışmanın temelini oluşturduğunu vurgulamak önemlidir. Daha geniş bir örneklem, farklı IPR yöntemleri ve daha yüksek IPR miktarları ile gelecekte yapılacak prospektif çalışmalar daha aydınlatıcı sonuçlar verebilir.

SONUÇ

Şeffaf plak tedavilerinde sanal olarak planlanan ve klinik olarak uygulanan interproksimal aşındırma miktarları tutarlı bulunmuştur. İşlem sırasında elde edilen aşındırma miktarının metal IPR ölçeği ile sık sık kontrol edilmesi önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Nalkar A, Toshniwal N, Dhanjani V, Mani S, Mote N. Interproximal Enamel Reduction [IPR] - A review. *Int J Res Eng Appl Manage* 2019; 21: 1-4.
2. Zachrisson BU, Nyøygård L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 162-169.
3. Sheridan J, Ledoux PM. Air-rotor stripping and proximal sealants. A SEM evaluation. *J Clin Orthod* 1989; 23(12): 790-794.
4. Peck S. Crown dimensions and the alignment or crowding of mandibular incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124: A20.
5. Hudson AL. A study of the effects of mesiodistal reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod* 1956; 42: 615-624.
6. Frindel C. Clear thinking about interproximal stripping. *J Dentofacial Anomalies Orthod* 2010; 13: 187-199.
7. Zachrisson BU, Minster L, Øgaard B, Birkhed D. Dental

health assessed after interproximal enamel reduction: carries risk in posterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139: 90-98.

8. Pindoria J, Fleming PS, Sharma PK. Inter-proximal enamel reduction in contemporary orthodontics. *Br Dent J* 2016; 221: 757-763.

9. Littlewood SJ, Kandasamy S, Huang G. Retention and relapse in clinical practice. *Aust Dent J* 2017; 62(1): 51-57.

10. Hellak A, Schmidt N, Schauseil M, Stein S, Drechsler T, et al. Influence on interradicular bone volume of Invisalign treatment for adult crowding with interproximal enamel reduction: A retrospective three-dimensional cone-beam computed tomography study. *BMC Oral Health* 2018; 18: 1-8.

11. Buschang PH, Shaw SG, Ross M, Crosby D, Campbell PM. Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *Angle Orthod* 2013; 83: 391-396.

12. Lanteri V, Farronato G, Lanteri C, Caravita R, Cossellu G. The efficacy of orthodontic treatments for anterior crowding with Invisalign compared with fixed appliances using the Peer Assessment Rating Index. *Quintessence Int* 2018; 49: 581-587.

13. Levrini L, Tieghi G, Bini V. Invisalign ClinCheck and the Aesthetic Digital Smile Design Protocol. *J Clin Orthod* 2015; 49: 209-215.

14. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135: 27-35.

15. Danesh G, Hellak A, Lippold C, Ziebura T, Schafer E. Enamel surfaces following interproximal reduction with different methods. *Angle Orthod* 2007; 77: 1004-1010.

16. Laganà G, Malara A, Lione R, Danesi C, Meuli S, et al. Enamel interproximal reduction during treatment with clear aligners: digital planning versus OrthoCAD analysis. *BMC Oral Health* 2021; 21(1): 199.

17. Kalemaj Z, Levrini L. Quantitative evaluation of implemented interproximal enamel reduction during aligner therapy: A prospective observational study. *Angle Orthod* 2021; 91: 61-67.

18. De Felice ME, Nucci L, Fiori A, Flores-Mir C, Perillo L, et al. Accuracy of interproximal enamel reduction during clear aligner treatment. *Prog Orthod* 2020; 21(28): 1-7.

19. Hariharan A, Arqub SA, Gandhi V, Da Cunha Godoy L, Kuo CL, et al. Evaluation of interproximal reduction in individual teeth and full arch assessment in clear aligner therapy: digital planning versus 3D model analysis after reduction. *Prog Orthod* 2022; 23(9): 46-56.

20. Bishara SE, Treder JE, Jakobsen JR. Facial and dental changes in adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106: 175-186.

21. Shigenobu N, Hisano M, Shima S, Matsubara N, Soma

K. Patterns of Dental Crowding in the Lower Arch and Contributing Factors: A Statistical Study. *Angle Orthod* 2007; 77: 223-229.

22. Johner AM, Pandis N, Dudic A, Kiliaridis S. Quantitative comparison of 3 enamel-stripping devices in vitro: how precisely can we strip teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143: 172-178.

23. Bucci R, Koutris M, Simeon V, Lobbezoo F, Michelotti A. Effects of acute pain and strain of the periodontium due to orthodontic separation on the occlusal tactile acuity of healthy individuals. *Clin Oral Invest* 2021; 25: 6833-6840.

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Osseodensifikasyon Tekniğinin Düşük Yoğunluklu Kemiğe Yerleştirilen Dental İmplantların Primer Stabilitesi Üzerine Etkisi: Taze Sığır Kaburgasında Yapılan In-Vitro Bir Çalışma

Effect of Densifying Drills on Primary Stability of Dental Implants Placed in Low-Density Bone: An In-Vitro Study in Fresh Bovine Crest

Dr. Öğr. Üyesi Alper Sağlanmak
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Oral İmplantoloji Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0001-7121-0257

Geliş tarihi: 10.09.2024

Kabul tarihi: 07.11.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.92260

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Alper Sağlanmak
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Oral İmplantoloji Anabilim Dalı, İstanbul
Adres: Vezneciler Caddesi, Cavit Orhan Tütengil
Sokak, No:2, Süleymaniye, Fatih, İstanbul, Türkiye.
Tel: 0 536 352 63 62
E-posta: alper.saglanmak@istanbul.edu.tr

ÖZET

Amaç: Branemark'tan bu yana implant osteotomisi subtraktif yani kemik çıkarma esasına göre uygulanmaktadır. Ancak kemiğin miktarının ve mineralizasyonun yetersiz olduğu durumlarda bu teknik yetersiz primer stabilite ve öngörülemez osseointegrasyona sebep olabilir. Yıllar içinde bu tekniğe alternatif olarak geliştirilen osteotom tekniği ve kemiğin kontrollü genişlemesini sağlayan özel implant tasarımları ile mineralizasyonun yetersiz olduğu kemik bölgelerinde kemiğin trabeküler yapısında mikro çatlaklar oluşturularak hacim-mineralizasyon ve primer stabiliteyi artırmak amaçlanmıştır. Son yıllarda geliştirilen yeni bir teknik olan 'Osseodensifikasyon' tekniği ile viskoelastik ve ardından plastik deformasyon ile kemiğin genişletilmesi amaçlanmıştır. Bu teknikte saat yönünün tersine hareket eden frezler süngerimsi kemiği hem apikal hem de periferik bölgelere itererek ekspansiyon ve otogreft kondensasyonu sağlarlar. Çalışmanın amacı konvansiyonel frezleme (KF) ve osseodensifikasyon frezleme (OF) ile yerleştirilen implantların primer stabilitelelerinin kıyaslanmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada tip 4 kemiği simüle eden 8 adet sığır kaburgasına 16 adet implant (Straumann®, BL SLA titanium, Basel, İSVİÇRE) KF ve OF tekniği ile yerleştirilerek primer stabiliteleleri karşılaştırılmıştır. Bunun için implant yerleştirme torku (ITV) ve implant stabilite katsayısı (ISQ) kullanılmıştır. İlaveten osteotomi çapları değerlendirilmiştir.

Bulgular: ITV, ISQ ve osteotomi çapı değişkenlerinde iki grup arasında yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,001$).

Sonuç: Osseodensifikasyon frezleme tekniğinin özellikle düşük kemik yoğunluğuna sahip bölgelerde primer stabilite artışına olumlu katkı sağlayabileceği söylenebilir. Elbette bu frezlerin oluşturduğu geri yaylanma etkilerinin ve artan primer stabilitenin osseointegrasyona nasıl etki edeceğinin ve uzun dönemli periimplanter sağlığın iyi dizayn edilmiş randomize kontrollü klinik çalışmalarla ispatı gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Osseodensifikasyon, primer stabilite, implant stabilite katsayısı.

ABSTRACT

Aim: Since Branemark, implant osteotomy has been performed on the basis of subtractive bone removal. However, this technique may cause inadequate primary stability and unpredictable osseointegration in cases where the amount of bone and mineralization is insufficient. The osteotome technique and special designed implants has been developed as an alternative to provide controlled expansion of the bone, aim to increase volume-mineralisation and primary stability by creating microcracks in the trabecular structure. 'Osseodensification',

a new technique developed in recent years, aims to expand the bone by viscoelastic and then plastic deformation. In this technique, the counterclockwise drilling burs push the cancellous bone to both apical and peripheral regions and provide expansion and autograft condensation. The aim of the study is to compare the primer stability of implants placed by conventional drilling (KF) and osseodensification drilling (OF) techniques.

Materials and Method: In this study, 16 implants (Straumann®, BL SLA titanium, Basel, Switzerland) were placed in 8 fresh bovine ribs simulating type 4 bone using KF and OF techniques to compare primary stability. For this purpose, implant placement torque (ITV) and implant stability quotient (ISQ) were used. In addition, osteotomy diameters were evaluated.

Results: A highly statistically significant difference was found between the two groups in terms of ITV, ISQ and osteotomy diameter variables ($p < 0.001$).

Conclusion: Osseodensification drilling technique may contribute positively to the increase in primary stability, especially in areas with low bone density. The spring-back effect of these burs and the effect of increased primary stability on osseointegration and long-term periimplant health need to be proven in well-designed randomised controlled clinical trials.

Keywords: Osseodensification, primary stability, implant stability quotient.

GİRİŞ

Branemark'tan bu yana, implant yerleşiminde subtraktif kemik çıkarılmasına dayalı bir frezleme protokolü kullanılmaktadır. Yıllar içinde bu frezleme protokolüne alternatif yöntemler geliştirilmiş ve özellikle mineralizasyonun veya kemik hacminin yetersiz olduğu bölgelerde primer stabiliteyi ve öngörülebilir osseointegrasyonu artırmak için çeşitli teknikler kullanılmıştır. Bu tekniklerden biri olan osteotom tekniği, mineralizasyonun yetersiz olduğu kemik bölgelerinde kemiğin trabeküler yapısında mikro çatlaklar oluşturarak hacim-mineralizasyonunu ve primer stabiliteyi artırmayı amaçlamaktadır.¹ Diğer bazı araştırmacılar %10 daha küçük osteotomi hazırlığı yaparak primer stabilitede artış elde edebilmişlerdir.² Ayrıca kemiğin kontrollü genişlemesini sağlayan özel implant tasarımları geliştirilmiş ve sıkı kemik implant teması ve primer stabilite başarıyla sağlanmıştır.^{3,4}

2017 yılında Huwais tarafından geliştirilen yeni bir frezleme sistemi (Versah®, Jackson, MI) frezleme protokolünü değiştirmiş ve özellikle yetersiz kemik hacmi ve minera-

lizasyonu olan bölgelerde implant başarısını artırmayı amaçlamıştır. Sistem, normal bir frezden daha fazla ancak daha sığ yiv ve oluklara sahiptir. Böylece daha az titreşim sağlar. Osteotom tekniğinden farklı olarak bol su soğutması ile saat yönünün tersine hareket, süngerimsi kemiği hem apikal hem de periferik bölgelere iterek ekspansiyon ve otogreft kondensasyonu sağlar. Bir hayvan çalışmasında yapılan mikro bilgisayarlı tomografi incelemesi implantın apikal kenarında ve 1-1,5 mm'lik periferik alanlarında kortikal kalınlaşma göstermiştir.⁵ Aynı çalışmada implantın primer stabilitesini arttırmanın yanı sıra otogreft kondensasyonu ile daha hızlı bir osseointegrasyon sağlayacağından bahsedilmektedir. Trisi ve ark.⁶ da osseodensifikasyon yöntemi kullanılarak yapılan implantlarda %30 kemik hacmi artışı ile daha yüksek çıkarma torkları ve daha düşük mikro hareket bildirmiş ve bunun implantın sekonder stabilitesi ve prognozu üzerindeki olumlu etkisinden bahsetmişlerdir.

Osseodensifikasyon tekniği, viskoelastik ve ardından plastik deformasyon ile kemiği genişletmeyi amaçlar. Kemik genişletmenin yanı sıra, kemik mineral yoğunluğunu arttırmak ve sinüs altında kemik yüksekliğinin sınırlı olduğu bölgelerde dikey yönde kemik kazanımı sağlamak gibi başka uygulamaları da vardır.

Bu çalışmanın amacı, tip 4 kemiği simüle eden sığır kaburgasında primer stabilite açısından geleneksel ve osseodensifikasyon frezlemesini değerlendirmektir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışma Tasarımı

Çalışma İstanbul Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma için yerel bir mez-bahadan temin edilen 8 adet taze büyükbaş hayvan (sığır) kaburga kemiği kullanılmıştır (Resim 1).



Resim 1. Taze sığır kaburgası segmenti.

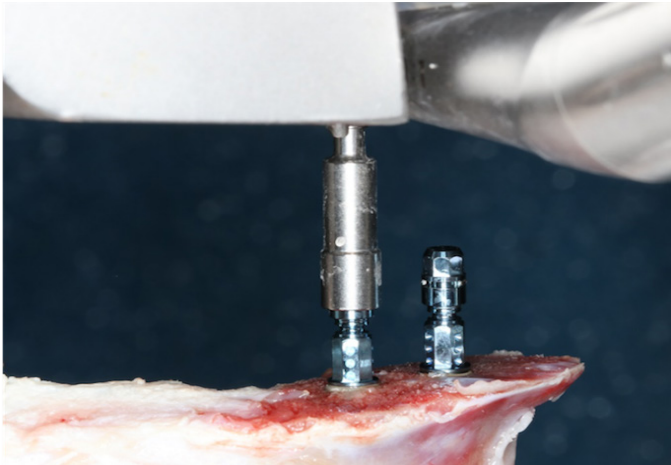
Kaburga boyutları implant yerleşecek alanda yaklaşık 1 mm dış kortikal kemik tabakasına sahip ve 12-15 mm genişliğinde değişen bir yapıya sahiptir. İşlem öncesinde implant yerleşecek alanda pürüzsüz ve düz yüzeyler elde etmek için yüzeyler bir diş alçısı düzeltici (Model düzeltici, Rotaks-Dent) ile düzeltilmiştir. Daha sonra kaburga örnek-

leri Lekholm ve Zarb'ın Kemik Kalite Endeksine⁷ göre D3 ila D4 kemik olarak sınıflandırılmıştır. İmplantların frezlenmesinde yerleştiriciye bağlı hataları bertaraf etmek için mekanik testlerde kullanılmak üzere tasarlanmış (Instron® Canton, Massachusetts, ABD) bir çekme cihazının kafa kısmı kullanılmış ve angldruvanın buraya sabitlenerek cihazın yalnızca dikey yönde hareket etmesi sağlanmıştır (Resim 2).



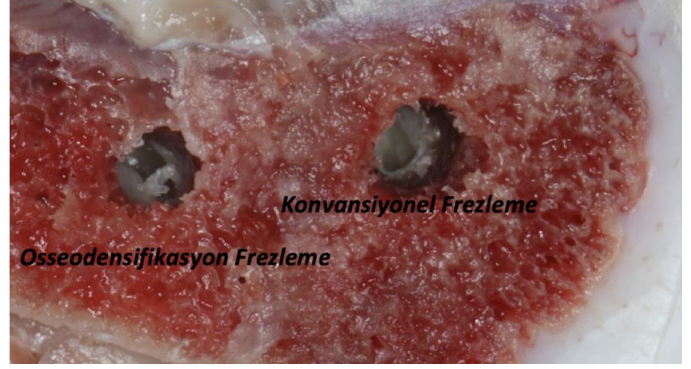
Resim 2. İmplantların standart yerleşimi için kullanılan Instron cihazı.

Her bir sığır kaburgasında biri osseodensifikasyon grubu ve biri konvansiyonel frezleme grubuna ait olmak üzere 2 adet adet 4,1 × 10 mm (Straumann®, BL SLA titanyum, Basel, İsviçre) implant rastgele yerleştirilmiştir. Test grubu implantlarda (Osseodensifikasyon frezleme; OF) osteotomi hazırlığına 2,0 frez (1200 rpm) ve bol irrigasyon ile başlanmış ve takiben sıralı bir frezleme işlemi gerçekleştirilmiştir. 2,3, 3,0, 3,3 ve 3,5 mm çaplarında osseodensifikasyon frezleri (Densah frezleri, Versah®, Mississippi, ABD) ile osteotomi tamamlanmıştır. Tüm frezler üretici firmanın talimatlarıyla uyumlu şekilde saat yönünün tersine uygulanmıştır. Kontrol grubunda (Konvansiyonel frezleme; KF) ise üretici firmanın kendi seti kullanılarak saat yönünde geleneksel frezleme yapılmıştır. Frezlemeye 2,2 pilot frezle başlanmış (800 rpm), 2,8 (600 rpm) ve 3,5 frezlerle (500 rpm) devam edilmiş ve osteotomi bitirilmiştir. Hem kontrol hem de test gruplarında osteotomiler tamamlandıktan sonra, osteotomi çapları ölçülmüştür (Resim 3).



Resim 3. Konvansiyonel ve osseodensifikasyon frezleme ile yerleştirilen implantlar.

Akabinde implantlar aynı operatör (AS) tarafından epikrestal şekilde ve fizyodispenser ile yerleştirilmiştir (Resim 4).



Resim 4. Osseodensifikasyon ve konvansiyonel frezlemelerin osteotomi çapları.

İmplant yerleştirme torku (ITV) fizyodispenser ile, implant stabilite katsayısı (ISQ) ise Osstell ISQ cihazı (Osstell AB®, Göteborg, İsveç) kullanılarak implant yerleştirildikten sonra her bir implantın 2 bölgesinden ölçüm yapılarak değerlendirilmiştir (Resim 5).



Resim 5. Rezonans frekans analizi yöntemiyle implant stabilite katsayısı ölçümü.

İstatistiksel Analiz

Verilerin dağılımlarının normalliği Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Ardından gruplar bağımsız değişkenler t-testi ile kıyaslanmıştır. ITV, ISQ ve Osteotomi Çapı değişkenleri Pearson korelasyonu ile karşılaştırılmıştır. $p < 0,05$ istatistiksel anlamlı değer olarak kabul edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler SPSS (sürüm 29.0.20.0, Mac için) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (IBM Corporation, Armonk, NY, ABD, 2024).

BULGULAR

Her iki grupta 8'er adet olmak üzere toplamda 16 implant yeterli primer stabilite ile sorunsuz bir şekilde planlanan yerlere yerleştirilmiştir. Test grubu (OF) implantları yerleştirme torku değerleri ortalama $57,5 \pm 6,39$ bulunurken; kontrol grubu (KF) implantlarında bu değer $20 \pm 2,50$ olarak gözlenmiştir ($p < 0,001$). ISQ değerleri de test grubu implantları lehine yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$). İlaveten test grubu implantları daha düşük final osteotomi çapları göstermiştir ($p < 0,001$) (Tablo 1).

Tablo 1. Test ve kontrol grubu değişkenlerinin sonuçları.

	OF	KF	p
İmplant sayısı	8	8	
ITV (Ncm)	57,5 ± 6,39	20 ± 2,50	<0,001**
Osteotomi çapı	3,03 ± 0,22	3,71 ± 0,14	<0,001**
ISQ	75,5 ± 1,90	55 ± 3,82	<0,001**

Bağımsız değişkenler için t-testi

**p<0,001

ITV: İmplant Yerleştirme Torku; ISQ: İmplant Stabilitate Katsayısı; OF:Osseodensifikasyon Frezleme; KF: Konvansiyonel Frezleme

Korelasyon analizi sonucunda ITV ile ISQ arasında istatistiksel anlamlı pozitif bir korelasyon gözlenirken ($p<0,001$); ITV-Osteotomi çapı & ISQ-Osteotomi çapı arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir ($p<0,001$) (Tablo 2).

Tablo 2. Test ve kontrol grubu değişkenlerinin korelasyonları.

	ITV (Ncm)	Osteotomi Çapı	ISQ	p
ITV (Ncm)		-0,868**	0,974**	<0,001
Osteotomi çapı	-0,868**		-0,819**	<0,001
ISQ	0,974**	-0,819**		<0,001

Pearson Korelasyon testi

**Pearson Korelasyon Katsayısı; p<0,001

ITV: İmplant Yerleştirme Torku; ISQ: İmplant Stabilitate Katsayısı

TARTIŞMA

Osseodensifikasyon frezlerinin primer stabiliteye etkisini ölçen in-vitro çalışmamızda konvansiyonel frezlemeye göre osseodensifikasyon frezleme protokolü hem yerleştirme torku hem de implant stabilite katsayısı değerlerinde istatistiksel anlamlı yüksek sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde osseodensifikasyon yapılan bölgelerdeki osteotomi çapı da daha dar gözlenmiştir. Kemik yoğunluğunun implant primer stabilitesinin güçlü bir belirleyicisi olduğu iyi bilindiğinden⁸, çalışma metodolojisi oluşturulurken seçim primer stabilite sorusuna odaklanmaktadır. Inchingolo ve ark.⁹ yaptıkları çalışmada osseodensifikasyon frezlerinin otolog kemiği sıkıştırıp, lateralize ettiği ve potansiyel olarak eş zamanlı yerleştirilen implantların etrafındaki başlangıç mekanik stabilitesini arttırdığını bulmuşlardır. Aynı şekilde Carvalho ve ark.¹⁰ da osseodensifikasyon frezleme yönteminin hem silindirik hem de konik implantlarda; ISQ, ITV ve geri döndürme torku değerlerinde daha iyi sonuçlar ortaya çıkardığını tespit etmişlerdir. Literatürdeki pek çok çalışma da osseodensifikasyonun primer stabiliteye olan etkisini savunur.^{6,11} Ancak bunun yanında Yeh ve ark.¹² tarafından yapılan in-vitro bir çalışmada osseodensifikasyon frezlerinin kemik mineral yoğunluğu ve kemik implant temasını arttırdığı, ancak primer stabiliteye herhangi bir katkı sunmadığı ortaya konulmuştur. Ancak bu çalışmada implantlar free-hand yani tamamen cerrahın el hassasiyetine göre yerleştirilmiş ve bizim çalışmamızda olduğu gibi frez titreşimini ortadan kaldıracak bir düzenek kullanılmamıştır. Bilindiği üzere primer stabilitenin kaybının en önemli sebeplerinden biri hatalı frezlemedir. Yapılan pek çok çalışma özellikle kemik yoğunluğu düşük bölgelerde hatalı frezlemeye bağlı stabilite kaybı rapor etmiş, klinik uygulamada frezleme protokolünün farklı kemik niteliklerine göre uyarlanması

gerektiği vurgulamıştır.¹³ Bu sorunu bertaraf etmek için implantların daha yüksek osteotomi doğruluğuna sahip cerrahi rehberler kullanılarak yapılması da önerilmektedir.^{14,15} Buna alternatif olarak osseodensifikasyon frezlerinin tasarımı sayesinde "dokusal geri bildirim" hissi, bu kritik aşamada maksimum kontrol sağlar ve frezin hatalı bir osteotomi yapmasını ve primer stabilitenin azalmasını önler.

Kemik sıkıştırma enstrümanlarının (osteotomlar, kemik kompaktörler, vb.) primer implant stabilitesini olumlu yönde etkileyebildiği pek çok in-vitro çalışmada rapor edilmiştir.¹⁶ Ancak geleneksel kapalı yaklaşımla ilgili bir endişe, kullanılan osteotomların ya da farklı el aletlerinin trabeküler seviyede daha uzun iyileşme süreleri gerektiren gereksiz kırıklara neden olması ve böylece ikincil stabilitenin başlamasını geciktirdiğine inanılmasıdır.¹⁷ Osseodensifikasyon frezleri, trabeküler seviyede ilişkili bir hasara neden olmadan kayma ve yuvarlanma teması ile osteotomiye genişleterek geleneksel osteotomların otolog osseöz yoğunlaştırma özelliğini korur.¹⁸ Yoğunlaşmış kemiğin geri yaylanma (elastik deformasyon) etkisi büyük olasılıkla birincil stabiliteyi sağlar. Çalışmamızda bu geri yaylanma etkisine bağlı olarak osseodensifikasyon grubunda aynı son frez çapına rağmen daha dar final osteotomi çapı gözlenmiştir. Final osteotomi çapının ITV ile negatif bir korelasyona sahip olduğu düşünüldüğünde test grubu implantlarında daha yüksek yerleştirme torku değerlerine ulaşılmıştır. Kemik-implant arayüzüne zarar vermeden implant stabilitesini değerlendirmek için ISQ değerlerini ölçerek rezonans frekans analizi (RFA) tekniğini kullanmak, implant stabilitesinin tedavinin çeşitli aşamalarında ve farklı gözlem dönemlerinde izlenmesine olanak tanır.¹⁹ Çalışmamızda test grubu implantlarında daha yüksek ISQ değerleri gözlenmiştir. Literatürdeki pek çok çalışma da bu sonucu desteklemektedir.^{20,21} Gaspar ve ark.²² tarafından yapılan bir meta analiz çalışmasında osseodensifikasyon frezleme tekniğinin konvansiyonel frezlemeye nazaran daha yüksek ortalama implant stabilite katsayısı değerleri sunduğu gösterilmiştir. Hatta osseodensifikasyon uygulanan implantların implant yerleşimi sonrası stabiliteyi koruduğu ve ISQ düşüşü yaşanmadığını⁸, 4-6 ay sonra dahi daha yüksek ISQ değerleri gösterdiğini kanıtlayan çalışmalar mevcuttur.²² Ancak ISQ açısından bazı diğer çalışmalar da osseodensifikasyon frezleme ile konvansiyonel frezleme arasında fark bulaşmıştır.⁵ Elbette ISQ ölçümünü etkileyen pek çok parametre vardır. Yapılan çalışmalar; kemik dokusu, implantın çapı, implantın yüzey özelliği, implantın gömülme derinliği, implantın kemik üzerinde kalan kısmının uzunluğu gibi faktörlerin ISQ değerini etkilediği savunulur.²³ Yine primer stabilitenin çok düşük olduğu durumlarda ISQ değerlerinin güvenilir olmadığını savunan araştırmacılar da vardır.²⁴ Bu konuda çalışmalarda standardı sağlamanın

zor olduğu ve olası farkların bu sebeple olabileceği düşünülmelidir. Nitekim pek çok çalışmada çalışmamızda olduğu gibi primer stabilite ile ISQ pozitif korele bulunmuştur.^{21,25,26}

SONUÇ

Çalışmanın limitasyonları da göz önünde bulundurularak, osseodensifikasyon frezleme tekniğinin özellikle düşük kemik yoğunluğuna sahip bölgelerde primer stabilite artışına olumlu katkı sağlayabileceği söylenebilir. Elbette bu frezlerin oluşturduğu geri yaylanma etkilerinin ve artan primer stabilitenin osseointegrasyona nasıl etki edeceğinin ve uzun dönemli periimplanter sağlığın, iyi dizayn edilmiş randomize kontrollü klinik çalışmalarla ispatı gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* 1994; 15(2): 152, 154-156, 158.
2. Degidi M, Daprile G, Piattelli A. Influence of underpreparation on primary stability of implants inserted in poor quality bone sites: An in vitro study. *J Oral Maxillofac Surg* 2015; 73(6): 1084-1088.
3. Valen M, Locante WM. LaminOss immediate-load implants: I. Introducing osteocompression in dentistry. *J Oral Implantol* 2000; 26(3): 177-184.
4. Lozano-Carrascal N, Salomó-Coll O, Gilabert-Cerdà M, Farré-Pagés N, Gargallo-Albiol J, et al. Effect of implant macro-design on primary stability: a prospective clinical study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2016; 21(2): 214-221.
5. Huwais S, Meyer E. A Novel Osseous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary Stability, Bone Mineral Density, and Bone-to-Implant Contact. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32(1): 27-36.
6. Trisi P, Berardini M, Falco A, Podaliri Vulpiani M. New osseodensification implant site preparation method to increase bone density in low-density bone: In vivo evaluation in sheep. *Implant Dent* 2016; 25(1): 24-31.
7. Lekholm U, Zarb GA, Albrektsson T. Patient selection and preparation. *Tissue integrated prostheses*. Chicago, Quintessence; 1985.
8. Bergamo ETP, Zahoui A, Barrera RB, Huwais S, Coelho PG, et al. Osseodensification effect on implants primary and secondary stability: Multicenter controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2021; 23(3): 317-328.
9. Inchingolo AD, Inchingolo AM, Bordea IR, Xhajanka E, Romeo DM, et al. The effectiveness of osseodensification drilling protocol for implant site osteotomy: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Materials* 2021; 14(5): 1147.
10. de Carvalho Formiga M, da Silva HDP, Ghiraldini B,

Siroma RS, Ardelean LC, et al. Effects of Osseodensification on Primary Stability of Cylindrical and Conical Implants-an ex vivo study. *J Clin Med* 2023; 12(11): 3736.

11. Lahens B, Neiva R, Tovar N, Alifrag AM, Jimbo R, et al. Biomechanical and histologic basis of osseodensification drilling for endosteal implant placement in low density bone. An experimental study in sheep. *J Mech Behav Biomed Mater* 2016; 63: 56-65.
12. Yeh YT, Chu TM, Blanchard S, Hamada Y. Effects on Ridge Dimensions, Bone Density, and Implant Primary Stability with Osseodensification Approach in Implant Osteotomy Preparation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2021; 36(3): 474-484.
13. Stoilov M, Shafaghi R, Stark H, Marder M, Kraus D, et al. Influence of Implant Macro-Design, -Length, and -Diameter on Primary Implant Stability Depending on Different Bone Qualities Using Standard Drilling Protocols-an in vitro analysis. *J Funct Biomater* 2023; 14(9): 469.
14. Liu Q, Liu Y, Chen D, Wu X, Huang R, et al. Placement accuracy and primary stability of implants in the esthetic zone using dynamic and static computer-assisted navigation: a retrospective case-control study. *J Prosthet Dent* 2024; 131(3): 427-435.
15. Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. Computer Technology Applications in Surgical Implant Dentistry: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29: 25-42.
16. Attanasio F, Antonelli A, Brancaccio Y, Averta F, Figliuzzi MM, et al. Primary stability of three different osteotomy techniques in medullary bone: an in vitro study. *Dent J (Basel)* 2020; 8(1): 21.
17. Pai U, Rodrigues S, Talreja K, Mundathaje M. Osseodensification - a novel approach in implant dentistry. *J Indian Prosthodont Soc* 2018; 18(3): 196-200.
18. Huwais S, Meyer E. A Novel Osseous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary Stability, Bone Mineral Density, and Bone-to-Implant Contact. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32(1): 27-36.
19. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: Biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol* 2000 2008; 47(1): 51-66.
20. Althobaiti AK, Ashour AW, Halteet FA, Alghamdi SI, AboShetaih MM, et al. A Comparative Assessment of Primary Implant Stability Using Osseodensification vs. Conventional Drilling Methods: A Systematic Review. *Cureus* 2023; 15(10): e46841.
21. Bandela V, Shetty N, Munagapati B, Basany RB, Kanaparthi S. Comparative Evaluation of Osseodensification Versus Conventional Osteotomy Technique on Dental Implant Primary Stability: An Ex Vivo Study. *Cureus* 2022; 14(10): e30843.

- 22.** Gaspar J, Proença L, Botelho J, Machado V, Chambro-
ne L, et al. Implant Stability of Osseodensification Drilling
Versus Conventional Surgical Technique: A Systematic
Review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2021; 36(6): 1104-
1110.
- 23.** Aparicio C, Lang NP, Rangert B. Validity and clinical
significance of biomechanical testing of implant/bone in-
terface. *Clin Oral Implants Res* 2006; 17(2): 2-7.
- 24.** Nedir R, Bischof M, Szmukler-Moncler S, Bernard JP,
Samson J. Predicting osseointegration by means of imp-
lant primary stability: A resonance-frequency analysis
study with delayed and immediately loaded ITI SLA imp-
lants. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15(5): 520-528.
- 25.** Zita Gomes R, De Vasconcelos MR, Lopes Guerra IM,
De Almeida RAB, De Campos Felino AC. Implant Stability
in the Posterior Maxilla: A Controlled Clinical Trial. *Bio-
med Res Int* 2017; 2017: 6825213.
- 26.** Do Vale Souza JP, De Moraes Melo Neto CL, Piacenza
LT, Freitas Da Silva EV, De Melo Moreno AL, et al. Relation
between Insertion Torque and Implant Stability Quotient:
A Clinical Study. *Eur J Dent* 2021; 15(4): 618-623.

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Maksilla ve Mandibulada Gözlenen Süpernumere Dişlerin Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi ile Retrospektif Olarak Değerlendirilmesi

Retrospective Evaluation of Supernumerary Teeth Observed in the Maxilla and Mandible with Cone Beam Computed Tomography

Arş. Gör. Dt. Yeliz GÜNEŞ

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0001-7136-4205

Doç. Dr. Mehmet Oğuz BORAHAN

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0003-4193-2368

Geliş tarihi: 27.08.2024

Kabul tarihi: 17.11.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.13334

Yazışma adresi:

Arş. Gör. Dt. Yeliz GÜNEŞ
Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
Adres: Başibüyük Mah., Başibüyük Yolu Marmara
Üniversitesi, Sağlık Yerleşkesi 9/3, 34854 Maltepe,
İstanbul, Türkiye.

Tel: 0 535 064 70 02

E-posta: yeliizguness@gmail.com

ÖZET

Amaç: Bu retrospektif çalışmanın amacı non-sendromik bireylerde görülen süpernumere dişlerin (SD) radyolojik özelliklerini konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile üç boyutlu olarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na 2018-2023 tarihleri arasında başvuran ve çeşitli nedenlerde KIBT görüntüsü alınan 13.030 hasta tarandı. Bu görüntülerde SD tespit edilerek sayı, lokasyon, morfoloji, oryantasyon, inklinasyon ve erüpsiyon durumuna göre değerlendirildi. SD morfolojisi ile lokasyon ve sürme durumu arasındaki ilişki incelendi. p değerinin 0,05'ten küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Yaşları 7-71 arasında değişen, 127 erkek (%58,5) ve 90 kadın (%41,5) olmak üzere 217 hastada toplamda 400 SD tespit edildi. SD'lerin büyük kısmı tek sayıda (%57), mandibula premolar bölgede (%29,4), suplemental morfolojide (%71,8), gömülü (%89,8), vertikal oryantasyonlu (%52,8) ve normal inklinasyonlu (%38,8) olarak gözlemlendi. Morfoloji ile lokasyon arasında anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0,001$). Ancak morfoloji ile sürme durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı ($p = 0,446$).

Sonuç: SD'lerin KIBT ile detaylı ve kapsamlı olarak değerlendirilmesi, tedavi kararı ve planlaması açısından hekimlere oldukça yardımcı ve yol gösterici olabilir. SD'lerin özellikleriyle ilgili çalışmalarda yaş aralığı, grup büyüklüğü, etnik köken, radyolojik görüntüleme yöntemleri ve SD sınıflamalarındaki farklılıklar değişken sonuçlara neden olabilir.

Anahtar Kelimeler: Süpernumere diş, konik ışınli bilgisayarlı tomografi, morfoloji, lokasyon.

ABSTRACT

Aim: The aim of this retrospective study is to evaluate the radiological characteristics of supernumerary teeth (SDs) observed in non-syndromic patients three dimensions using cone beam computed tomography (CBCT).

Materials and Method: Overall 13,030 patients who applied to the Department of Oral and Maxillofacial Radiology of Marmara University Faculty of Dentistry between 2018-2023 and had CBCT images taken for various reasons were screened. SDs were detected and evaluated according to their number, location, morphology, orientation, inclination, and eruption status. The relationship between SD morphology and location and eruption status was evaluated. p values less than 0.05 were considered statistically significant.

Results: A total of 400 SDs were detected in 217 patients, 127 males (58.5%) and 90 females (41.5%), aged between 7 and 71 years. The majority of ST were single (57%), supplemental (71.8%), impacted (89.8%), vertical orientation (52.8%), normal inclination (38.8%) and located in the mandibular premolar region (29.4%). A significant relationship was found between morphology and location ($p<0.001$). However, no statistically significant relationship was found between morphology and eruption status ($p=0.446$).

Conclusion: Detailed and comprehensive evaluation of SDs with CBCT can be helpful and guiding for dentists in terms of treatment decisions and planning. Differences in age range, group size, ethnicity, radiological imaging methods, and SD classifications in studies on the characteristics of SDs may lead to variable results.

Keywords: Supernumerary tooth, cone beam computed tomography, morphology, location.

GİRİŞ

Süpernümere diş (SD), normal dentisyonda sahip olunan yirmi süt veya otuz iki sürekli diştten daha fazla sayıda dişin bulunmasıdır ve bir sayı anomalisidir.¹ SD'ler tek sayıda veya çok sayıda; unilateral veya bilateral; sürmüş, yarı gömülü veya gömülü şekilde; tek çenede veya her iki çenede birden; sendromlarla birlikte veya izole olarak görülebilir.^{2,3}

SD'lerin etiyolojisi ile ilgili atavizm, reversiyon, dikotomi ve dental lamina hiperaktivitesi gibi birçok teori öne sürülmüştür. Dental lamina hiperaktivite teorisi en çok kabul gören teoridir.⁴⁻⁷ Ayrıca genetik ve çevresel faktörlerin SD oluşumunda birlikte rol aldığı düşünülmektedir.⁸ SD prevalansı süt dişlenme döneminde %0,2-%0,8 arasında iken daimi dişlenme döneminde %0,5-%5,3 arasındadır ve erkeklerde daha sık olarak görülmektedir.⁹⁻¹¹ Non-sendromik bireylerde sıklıkla tek sayıda veya iki fazla dişe rastlanmaktadır. Multipl sayıda SD'ler genellikle sendromlu hastalarda görülmektedir ve sağlıklı bireylerde görülme oranı %1'den daha düşüktür.^{12,13}

SD'lerle ilgili günümüze kadar çok çeşitli sınıflamalar yapılmıştır ve ilk çalışmalarda yalnızca lokasyon ve morfolojisine göre değerlendirilmiştir.^{14,15} Zamanla bu sınıflamalar modifiye edilip detaylı hale getirilmiştir ve SD'ler lokasyonuna, morfolojisine, sürme durumuna, inklınasyonuna ve oryantasyonuna göre hem iki boyutlu hem de üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ile değerlendirilmiştir.^{8,15-17}

SD'lerin erken tanısı, takibi ve doğru zamanda tedavisi SD'lerle ilişkili komplikasyonların önlenmesi açısından oldukça önemlidir.¹⁸⁻²⁰ SD'lerin teşhisi klinik ve radyolojik muayene sonucu konur ve tedavisi dişin lokasyonuna, morfolojisine ve patolojik oluşum varlığına göre değiş-

mektedir.²¹ Radyolojik değerlendirmede ilk aşamada iki boyutlu görüntüleme yöntemleri olan panoramik, periapikal ve oklüzal grafler kullanılır.⁵ Ancak iki boyutlu görüntüleme yöntemleri SD'nin lokasyonunun tam olarak belirlenmesinde ve komşu yapılarla ilişkisini belirlemede yetersiz kalır, bu nedenle detaylı değerlendirme için üç boyutlu görüntülemeyi sağlayan konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) önerilir.^{18,22} KIBT ile SD'lerin lokasyonu, oryantasyonu, pozisyonu ve komşu yapılarla ilişkisi tam olarak değerlendirilebilir.^{22,23} Bu sayede uygun cerrahi yaklaşımın belirlenmesi ve post-operatif oluşabilecek komplikasyon olasılığının azaltılmasına yardımcı olur.²¹

Bu çalışmada, tüm yaş gruplarındaki SD'lerin karakteristik radyolojik özelliklerinin KIBT ile üç boyutlu olarak detaylı bir şekilde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 05.05.2023 tarih ve 09.2023.633 protokol numarası ile onaylanmıştır.

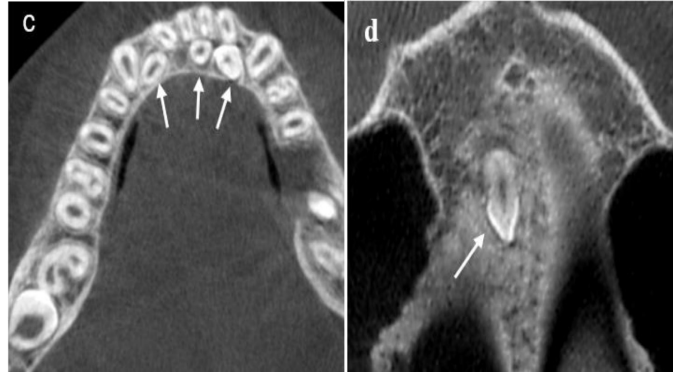
Bu çalışmada, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Radyoloji Bölümü'ne Ocak 2018-Nisan 2023 tarihleri arasında farklı nedenlerle başvuran, 13.030 hastanın KIBT görüntüsü değerlendirilmiştir. Yetersiz diagnostik kalitedeki görüntüler, herhangi bir sendromu olan hastalar, odontogenezis ve dental erüpsiyonu etkileyecek sistemik hastalığı olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Görüntüler Planmeca® Promax 3D Mid (Planmeca Oy, Helsinki, Finlandiya, 2012) KIBT cihazı ile 0,4 mm³ izotropik voksel, 0,40 mm kesit kalınlığı kullanılarak elde edilmiştir. Farklı FOV alanına sahip görüntüler Romexis yazılım programı (Planmeca Oy, Helsinki, Finlandiya) kullanılarak sagittal, koronal, aksiyal kesitlerde ve panoramik rekonstrüksiyon şeklinde değerlendirilmiş ve Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) formatında kaydedilmiştir.

SD'lerin Değerlendirme Kriterleri

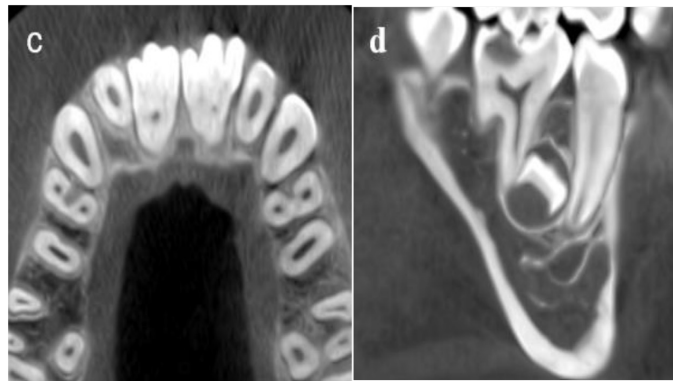
KIBT görüntüleri yaş, cinsiyet, SD sayısı, lokasyon, morfoloji, sürme durumu, oryantasyon ve inklınasyonuna göre incelenmiştir. Bu çalışma Jiang ve ark.¹⁸'in SD sınıflaması rehber alınarak tasarlanmıştır.

Yaş grupları; 6-12, 13-18, 19-30, 31-40, 41-50, 51-60 ve 60 yaş üstü olarak ayrılmıştır. Lokasyona göre; orta hat, kesici dişler bölgesi, kanin bölgesi, premolar bölge, molar bölge, distomolar bölge ve çene arkı dışında kalan diğer bölgeler olarak sınıflandırılmıştır. Maksilla ve mandibula ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Resim 1).

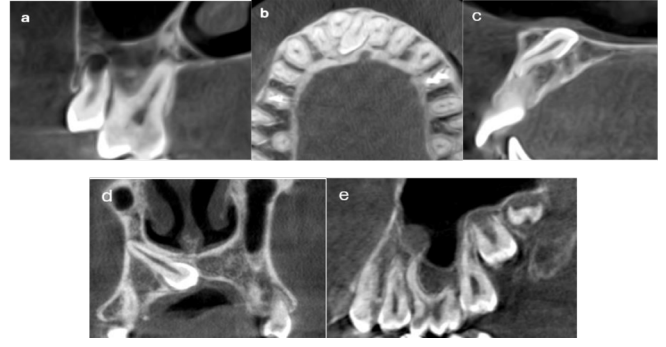


Resim 1. Farklı lokasyonlardaki SD'lerin KIBT görüntüsü. **a.** Maksilla orta hat, **b.** Maksilla molar bölge, **c.** Mandibula kesici dişler bölgesi, **d.** Palatinal kemik (diğer bölgeler).

Morfolojiye göre konik, suplemental, tüberkülat ve germ olarak ayrılmıştır (Resim 2).



Resim 2. Morfolojilerine göre SD'ler. **a.** Konik, **b.** Suplemental, **c.** Tüberkülat, **d.** Germ. Erüpsiyon durumuna göre erüpte veya gömülü olarak değerlendirilmiştir. Oryantasyona göre dikey, horizontal, invers, eğimli ve tanımlanamayan olarak (Resim 3); inklinyona göre normal, palatinal/lingual, labial/bukkal ve tanımlanamayan olarak ayrılmıştır (Resim 4).



Resim 3. Farklı oryantasyondaki SD'lerin KIBT görüntüleri. **a.** dikey, **b.** horizontal, **c.** invers, **d.** eğimli, **e.** tanımlanamayan oryantasyon.



Resim 4. Farklı bukkolingual inklinyonlardaki SD'lerin KIBT görüntüsü kesitleri. **a.** normal, **b.** palatinal/lingual, **c.** bukkal, **d.** tanımlanamayan inklinyasyon.

İstatiksel İnceleme

IBM SPSS Statistics Version 23 (IBM, Armonk, NY, ABD) programı kullanılmıştır. Kategorik veriler arasındaki ilişkinin incelenmesinde Pearson Ki-Kare Testi kullanılmıştır, çoklu karşılaştırmalar Bonferroni Düzeltmeli Z testi ve Fisher Freeman Halton testi ile yapılmıştır. Önem düzeyi $p < 0,05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada yaşları 7 ile 71 arasında değişen 90'ı (%41,5) kadın, 127'si (%58,5) erkek olmak üzere toplam 217 hastada tespit edilen 400 adet SD değerlendirildi. Toplamda değerlendirilen 13.030 hastanın 217'sinde (%1,7) SD'ye rastlandı.

En yüksek SD oranı %31,8 ile 6-12 yaş grubunda, en düşük oran ise %0,9 oranı ile 60 yaş üstü grupta görüldü. Hastaların SD sayıları değerlendirildiğinde en yüksek oran %57,1 ile 1 diş olurken, bunu %26,3 ile 2 diş fazlalığı izlemekteydi, en düşük oran ise %0,5 ile 8 diş olarak bulundu. SD'lere maksillada (%60,8), mandibulaya (%36,8) göre daha sık rastlandığı görüldü. Lokasyona göre mandibula premolar bölgenin (%29,4) SD'ye en sık rastlanan bölge olduğu görüldü, bunu maksilla orta hat (%23,5) ve maksilla premolar bölge (%11,8) izlemekteydi. En az görülen bölgenin ise mandibula orta hat olduğu tespit edildi (Tablo 1).

Tablo 1. Hastaların yaş, cinsiyet ve süpernümere diş sayısına göre dağılımı.

	Sayı	Yüzde (%)
Yaş grubu		
6-12 yaş	69	31,8
13-18 yaş	59	27,2
19-30 yaş	54	24,9
31-40 yaş	16	7,4
41-50 yaş	10	4,6
51-60 yaş	7	3,2
60 yaş üstü	2	0,9
Cinsiyet		
Kadın	90	41,5
Erkek	127	58,5
Süpernümere diş sayısı		
1	124	57,1
2	57	26,3
3	12	5,5
4	10	4,6
5	4	1,8
6	5	2,3
7	4	1,8
8	1	0,5
Lokasyon		
Maksilla orta hat bölgesi	94	23,5
Maksilla lateral bölge	38	9,5
Maksilla kanin bölgesi	18	4,5
Maksilla premolar bölge	47	11,8
Maksilla molar bölge	16	4
Maksilla distomolar bölge	30	7,5
Mandibula orta hat bölgesi	2	0,5
Mandibula lateral bölge	5	1,3
Mandibula kanin bölgesi	12	3,1
Mandibula premolar bölge	118	29,4
Mandibula molar bölge	2	0,6
Mandibula distomolar bölge	8	2,1

Supplemental morfolojideki SD'ler (%71,8) en yüksek oranda görülürken, germ form (%1) en düşük oranda görüldü. SD'lerin yüksek oranda gömülü olarak kaldığı (%89,8), dikey oryantasyonun %52,8'lik oranla en yaygın olduğu, %38,8'inin normal inklinasyonda olduğu görüldü (Tablo 2).

Tablo 2. Süpernümere dişlerin morfoloji, sürme durumu, angulasyon ve inklinasyona göre dağılımı.

	Sayı	Yüzde (%)
Morfoloji		
Konik	79	19,8
Tüberkülat	30	7,5
Supplemental	287	71,8
Germ	4	1
Sürme durumu		
Erüpte	41	10,3
Gömülü	359	89,8
Oryantasyon		
Dikey	211	52,8
Horizontal	58	14,5
İnvers	50	12,5
Mesioanguler/Distoanguler eğimli	77	19,3
Tanımlanamayan oryantasyon	4	1
Bukolingual inklinasyon		
Normal	155	38,8
Palatinal/Lingual	150	37,5
Bukkal	91	22,8
Tanımlanamayan inklinasyon	4	1

SD morfolojisi ile lokasyon arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Konik (%40,5) ve tüberkülat morfolojiye (%46,7) sahip SD'ler en yüksek oranda maksilla orta hat bölgesinde görüldü (Tablo 3). Morfoloji ile sürme durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı ($p = 0,446$) (Tablo 4).

Tablo 3. Süpernümere diş morfolojisi ile lokasyonu arasındaki ilişkinin incelenmesi.

	Morfoloji				Test İstatistiği	P*
	Konik	Tüberkülat	Supplemental	Germ		
Lokasyon						
Maksilla orta hat	32 (40,5) ^a	14 (46,7) ^a	48 (16,7) ^b	0 (0) ^{ab}	121,035	<0,001
Maksilla lateral bölgesi	5 (6,3)	7 (23,3)	26 (9,1)	0 (0)		
Maksilla kanin bölgesi	7 (8,9)	2 (6,7)	8 (2,8)	1 (25)		
Maksilla premolar bölgesi	11 (13,9)	0 (0)	36 (12,5)	0 (0)		
Maksilla molar bölge	3 (3,8)	0 (0)	13 (4,5)	0 (0)		
Maksilla distomolar bölge	6 (7,6)	1 (3,3)	23 (8)	0 (0)		
Mandibula orta hat	1 (1,3)	0 (0)	1 (0,3)	0 (0)		
Mandibula lateral bölgesi	2 (2,5)	0 (0)	3 (1)	0 (0)		
Mandibula kanin bölgesi	5 (6,3) ^{ab}	3 (10) ^b	4 (1,4) ^a	0 (0) ^{ab}		
Mandibula premolar bölgesi	2 (2,5) ^a	2 (6,7) ^{ab}	112 (39) ^c	(50) ^{bc}		
Mandibula molar bölge	0 (0)	0 (0)	2 (0,7)	0 (0)		
Mandibula distomolar bölge	0 (0) ^a	0 (0) ^a	7 (2,4) ^a	1 (25) ^b		
Çenenin diğer bölgeleri	5 (6,3)	1 (3,3)	4 (1,4)	0 (0)		

*Fisher Freeman Halton Test; a-c: Aynı harfe sahip morfolojiler arasında bir fark yoktur.

Tablo 4. Süpernümere diş morfolojisi ile sürme durumu arasındaki ilişkinin incelenmesi.

	Morfoloji				Test İstatistiği	P*
	Konik	Tüberkülat	Supplemental	Germ		
Sürme durumu						
Erüpte	7 (8,9)	1 (3,3)	33 (11,5)	0 (0)	2,669	0,446
Gömülü	72 (91,1)	29 (96,7)	254 (88,5)	4 (100)		

*Pearson Ki-Kare Testi

TARTIŞMA

SD'ler tek sayıda veya multipl olarak; tek çenede veya her iki çenede birden; sürmüş veya gömülü şekilde görülebilir. SD'ler sendromlara eşlik edebildiği gibi sendromik olmayan bireylerde de görülebilir.³ Bu dişler genellikle asemptomatik olduklarından, farklı bir şikayetle diş hekimine başvuran hastaların klinik ve radyolojik değerlendirilmelerinde tesadüfi olarak fark edilirler.²⁴

İki boyutlu görüntüleme yöntemleri SD'lerin lokasyonunun tam olarak belirlenmesinde, komşu yapılarla ilişkisinin tespitinde ve ilişkili komplikasyonların değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle SD'lerin radyolojik özelliklerinin net olarak değerlendirilebilmesi amacıyla üç boyutlu görüntüleme yöntemi olan KIBT önerilmektedir. Bu sayede bu dişlerin tedavi planlaması veya radyolojik takip kararı uygun şekilde verilebilir.¹⁷

Literatürde SD'lere erkeklerde daha sık rastlandığı bildirilmiştir.^{18,25-27} Bu çalışmada da benzer şekilde 1,4:1 oranında erkeklerde daha sık SD görülmüştür. Yapılan çalışmalarda SD prevalansının %0,2-%5,3 arasında değiştiği görülmüştür. Bu çalışmada da KIBT görüntülerindeki SD'ler değerlendirilmiştir ve SD prevalansı %1,7 olarak bulunmuştur. Literatürdeki çoğu çalışmaya benzer bir sonuç elde edilmiştir.^{18,28-30}

Yaş gruplarına göre SD sıklığı genellikle süt, karışık ve daimi dişlenme dönemi olarak ayrılıp değerlendirilmiştir.^{31,32} Ma ve ark.³² ve Mossaz ve ark.³³'ün KIBT ile yaptıkları çalışmasına benzer olarak bu çalışmada SD'ler en sık (%31,8) 6-12 yaş grubunda yani karma dişlenme döneminde izlenmiştir. Karma dişlenme döneminde sürmede gecikme veya dişlerde malpozisyonlar nedeniyle kliniğe başvuru ihtimali daha fazladır ve bu dönemde SD sıklığı da yüksek olarak görülmektedir.^{34,35} Ayrıca bu çalışmada; Mossaz ve ark.³³, Hadziabdic ve ark.²⁰ ve Jiang ve ark.¹⁸'nin çalışmalarına benzer olarak yaş arttıkça SD görülme sıklığının azaldığı tespit edilmiştir. Yaşla birlikte SD'lere rastlanma sıklığının azalma nedeni yaşla birlikte SD'lerin çekilmiş olma

ihtimalinin artması ile ilişkilendirilebilir.

Non-sendromik bireylerde genellikle tek diş fazlalığına rastlanır ve multipl SD'lerin genellikle sendromlarla ilişkili olduğu öne sürülmüştür.^{19,22,33} Bu çalışmada literatüre uyumlu olarak en sık tek diş fazlalığı (%57,1) görülmesine rağmen multipl SD sayısı literatürdeki çalışmalardan yüksek bulunmuştur.^{19,22,30,32,33,36} Bu durumun etnik farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Literatürdeki çalışmalarda SD'ler morfolojiye göre genelde konik, suplemental ve tüberkülat olarak ayrılmıştır ve en sık konik morfolojiye rastlanmıştır.^{30,31,37} Ancak bazı çalışmalarda odontomaların da SD olarak kabul edildiği görülmüştür.^{16,38} Bu çalışmada ise Jiang ve ark.¹⁸ ve Ma ve ark.³²'in KIBT ile yaptığı çalışmasına benzer olarak SD'ler morfolojilerine göre konik, suplemental, tüberkülat ve germ olarak ayrılmış olup odontomalar benign tümörler olduğu için SD sınıflamasına dahil edilmemiştir. Bu çalışmada ise çoğu çalışmadan farklı olarak konik form yerine en sık suplemental SD görülmüştür. Hadziabdic ve ark.²⁰'in çalışmasına benzer sonuç elde edilmiştir ve Jiang ve ark.¹⁸'in çalışmasına uyumlu olarak en az germ form (%1) görülmüştür.

Yapılan çalışmalarla uyumlu olarak bu çalışmada da SD'lere en sık (%60,8) maksillada rastlanmıştır.^{17,18,22,26,27,33,37-39} Ancak literatürde en sık maksilla orta hatta SD görülmesine rağmen bu çalışmada mandibula premolar bölgenin en sık (%29,4) olduğu, bunu maksilla orta hattın (%23,5) izlediği görülmüştür.^{20,22,33} SD'nin en az rastlandığı bölge ile ilgili çalışmalarda farklı sonuçlar mevcuttur, bu çalışmada en az SD mandibula orta hatta görülmüştür.^{20,22,33,38} Çalışmalardaki değişken sonuçların nedeninin etnik farklılıklar, çalışma gruplarının kapsamı, görüntüleme yöntemlerindeki değişkenlik ve lokasyona göre farklı sınıflamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Park ve ark.²⁵ ve Cheng ve ark.³¹ lokasyona göre yalnızca anterior ve posterior olarak değerlendirirken, bu çalışmada Jiang ve ark.¹⁸'in çalışmasına benzer şekilde lokasyona göre tüm diş bölgeleri tek tek detaylı olarak KIBT ile değerlendirilmiştir.

SD'lerin sürme durumu, angulasyonu ve inklinasyonu üç boyutlu olarak KIBT ile detaylı değerlendirilebilir. Bu çalışmada literatürdeki çoğu çalışmaya uyumlu olarak SD'ler sıklıkla gömülü olarak görülmüştür ve gömülü oranı %89,8, erüpte oranı ise %10,3 olarak tespit edilmiştir.^{18,20,22,31,33,38} Bu çalışmada en sık dikey oryantasyon (%52,8) ve normal inklinasyon (%38,8) görülmesine rağmen literatürde farklı sonuçlar elde edilmiştir.^{25,31,33} İrksal farklılıklara göre çenelerdeki yer miktarının değişebileceği; sürme durumu, angulasyon ve inklinasyonu etkileyeceği düşünülmüştür. Görüntüleme yöntemlerindeki farklılıklar dikkate alındığında; panoramik ve/veya periapikal görüntüleme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalarda yalnızca oryantasyon değerlendirilirken bukkolingual inklinasyon değerlendirilemediği görülmüştür.^{30,38} KIBT ile ya-

pılan çalışmalarda ise inklinasyon da değerlendirilmiş ve SD'ler iki boyutlu görüntüleme yöntemlerine göre daha detaylı olarak incelenmiştir.^{17,20,31,32}

Literatürde SD morfolojisi ve lokasyonu arasında ilişki olduğunu savunan çalışmalara rastlanmıştır.^{15,32} Bu çalışmada da morfoloji ile lokasyon arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). Konik (%40,5) ve tüberkülat (%46,7) morfolojiye en sık maksilla orta hatta rastlandığı görülürken; suplemental (%39) ve germ (%50) morfoloji ise en sık mandibula premolar bölgede görülmüştür. Yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında konik ve tüberkülat morfolojinin maksilla anteriorda en sık görüldüğüne dair fikir birliği sağlanmıştır.^{15,22,32,33} Germ morfolojiyi değerlendiren çalışmalarda da en sık premolar bölgede görüldüğü belirtilmiştir ve bu çalışmada da benzer sonuç elde edilmiştir.^{32,33} Suplemental morfolojinin lokasyonu ile ilgili ise Mossaz ve ark.³³ ile uyumlu veriler elde edilmesine rağmen, araştırmacılar arasında genel fikir birliği olmadığı görülmüştür.^{15,22,32}

SD morfolojisi ile erüpsiyon durumu açısından çoğu çalışmada konik formdaki SD'lerin tüberkülat SD'lere göre spontan erüpsiyon ihtimalinin daha yüksek olduğunu belirtilmiş ve bu durum konik formun boyut olarak daha küçük olmasıyla ilişkilendirilmiştir.^{5,40-42} Bu çalışmada da tüberkülat morfoloji %96,7, konik morfoloji %91,1, suplemental morfoloji %88,5 oranında gömülü olarak bulunmuştur ancak morfoloji ile sürme durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p = 0,446$). Ancak diğer çalışmalardan farklı olarak suplemental morfolojideki dişlerin erüpsiyon oranı diğerlerinden daha yüksek olarak bulunmuştur. Çenelerdeki yer miktarını etkileyen çok fazla faktör olduğundan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir.

SONUÇ

Literatürde SD'lerin radyolojik özellikleriyle ilgili çalışmalardaki yaş aralığı, grup büyüklüğü, etnik köken, radyolojik görüntüleme yöntemleri ve kullanılan SD sınıflamalarındaki farklılıkların değişken sonuçlara neden olduğu görülmüştür.

İki boyutlu görüntüleme yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda KIBT ile SD'lerin lokasyonu, oryantasyonu, pozisyonu ve komşu yapılarla ilişkisi tam olarak değerlendirilebilir ve tedavisine en uygun şekilde karar verilebilir.

KAYNAKLAR

1. Seremet M. Supernumerary teeth-hyperdontia. Acta Stomatol Croat 1974; 8(4): 184-188.
2. Dhull KS, Dhull RS, Panda S, Acharya S, Yadav S, et al. Bilateral mandibular paramolars. Int J Clin Pediatr Dent 2014; 7(1): 40-42.
3. Anthonappa RP, King NM, Rabie AB. Aetiology of supernumerary teeth: a literature review. Eur Arch Paediatr

Dent 2013; 14(5): 279-288.

4. Mallineni SK. Supernumerary teeth: review of the literature with recent updates. Conference Papers in Science 2014; 2014: 764050.

5. Rajab LD, Hamdan MA. Supernumerary teeth: review of the literature and a survey of 152 cases. Int J Paediatr Dent 2002; 12(4): 244-254.

6. Primosch RE. Anterior supernumerary teeth-assessment and surgical intervention in children. Pediatr Dent Jun 1981; 3(2): 204-215.

7. Fleming PS, Xavier GM, DiBiase AT, Cobourne MT. Revisiting the supernumerary: the epidemiological and molecular basis of extra teeth. Br Dent J 2010; 208(1): 25-30.

8. Shah A, Gill DS, Tredwin C, Naini FB. Diagnosis and management of supernumerary teeth. Dent Update 2008; 35(8): 510-512.

9. Fardi A, Kondylidou-Sidira A, Bachour Z, Parisis N, Tsirlis A. Incidence of impacted and supernumerary teeth-a radiographic study in a North Greek population. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2011; 16(1): 56-61.

10. Garcés-Ortiz LM, Salcido-García JF, Hernández-Flores F, Garcés-Ortiz M. Multiple supernumeraries in a non-syndromic patient. J Clin Pediatr Dent 2012; 37(2): 193-197.

11. Leco Berrocal MI, Martín Morales JF, Martínez González JM. An observational study of the frequency of supernumerary teeth in a population of 2000 patients. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2007; 12(2): 134-138.

12. Kasat VO, Saluja H, Kalburge JV, Kini Y, Nikam A, et al. Multiple bilateral supernumerary mandibular premolars in a non-syndromic patient with associated orthokeratized odontogenic cyst-a case report and review of literature. Contemp Clin Dent 2012; 3(2): 248-252.

13. Nayak G, Shetty S, Singh I, Pitalia D. Paramolar-a supernumerary molar: a case report and an overview. Dent Res J 2012; 9(6): 797-803.

14. Brook AH. Dental anomalies of number, form and size: their prevalence in British schoolchildren. J Inst Ass Dent Child 1974; 5: 37-53.

15. Garvey MT, Barry HJ, Blake M. Supernumerary teeth-an overview of classification, diagnosis and management. J Can Dent Assoc 1999; 65(11): 612-616.

16. Parolia A, Kundabala M, Dahal M, Mohan M, Thomas MS. Management of supernumerary teeth. J Conserv Dent 2011; 14(3): 221-224.

17. Gurler G, Delilbasi C, Delilbasi E. Investigation of impacted supernumerary teeth: a cone beam computed tomograph (cbct) study. J Istanbul Univ Fac Dent 2017; 51(3): 18-24.

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

19. Zhao L, Liu S, Zhang R, Yang R, Zhang K, et al. Analysis of the distribution of supernumerary teeth and the characteristics of mesiodens in Bengbu, China: a retrospective study. Oral Radiol 2021; 37(2): 218-223.

20. Hadziabdic N, Haskic A, Mujkic A, Hasic-Brankovic L, Dzankovic A, et al. Epidemiological, clinical and radiographic features of supernumerary teeth in nonsyndromic Bosnian and Herzegovinian population: a monocentric study. Med Arch 2022; 76(5): 348-353.

21. Chen KC, Huang JS, Chen MY, Cheng KH, Wong TY, et al. Unusual supernumerary teeth and treatment outcomes analyzed for developing improved diagnosis and management plans. J Oral Maxillofac Surg 2019; 77(5): 920-931.

22. Liu DG, Zhang WL, Zhang ZY, Wu YT, Ma XC. Three-dimensional evaluations of supernumerary teeth using cone-beam computed tomography for 487 cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007; 103(3): 403-411.

23. Ata-Ali F, Ata-Ali J, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Prevalence, etiology, diagnosis, treatment and complications of supernumerary teeth. J Clin Exp Dent 2014; 6(4): 414-418.

24. Fernández Montenegro P, Valmaseda Castellón E, Berini Aytés L, Gay Escoda C. Retrospective study of 145 supernumerary teeth. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006; 11(4): 339-344.

25. Park SY, Jang HJ, Hwang DS, Kim YD, Shin SH, et al. Complications associated with specific characteristics of supernumerary teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2020; 130(2): 150-155.

26. Esenlik E, Sayin MO, Atilla AO, Ozen T, Altun C, et al. Supernumerary teeth in a Turkish population. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009; 136(6): 848-852.

27. McBeain M, Miloro M. Characteristics of supernumerary teeth in nonsyndromic population in an urban dental school setting. J Oral Maxillofac Surg 2018; 76(5): 933-938.

28. Alhashimi N, Al Jawad FHA, Al Sheeb M, Al Emadi B, Al-Abdulla J, et al. The prevalence and distribution of nonsyndromic hyperdontia in a group of Qatari orthodontic and pediatric patients. Eur J Dent 2016; 10(3): 392-396.

29. Cortés-Bretón Brinkmann J, Barona-Dorado C, Martínez-Rodríguez N, Martín-Ares M, Martínez-González JM. Nonsyndromic multiple hyperdontia in a series of 13 patients: epidemiologic and clinical considerations. J Am Dent Assoc 2012; 143(6): 16-24.

30. Rastgeldi MSD. Nonsendromik süpernümerer dişlerin prevalans ve dağılımının retrospektif olarak değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; 2022.

31. Cheng FC, Chen MH, Liu BL, Liu SY, Hu YT, et al. Nonsyndromic supernumerary teeth in patients in Natio-

nal Taiwan University Children's hospital. J Dent Sci 2022; 17(4): 1612-1618.

32. Ma X, Jiang Y, Ge H, Yao Y, Wang Y, et al. Epidemiological, clinical, radiographic characterization of non-syndromic supernumerary teeth in Chinese children and adolescents. Oral Dis 2021; 27(4): 981-992.

33. Mossaz J, Kloukos D, Pandis N, Suter VG, Katsaros C, et al. Morphologic characteristics, location, and associated complications of maxillary and mandibular supernumerary teeth as evaluated using cone beam computed tomography. Eur J Orthod 2014; 36(6): 708-718.

34. De Oliveira Gomes C, Drummond SN, Jham BC, Abdo EN, Mesquita RA. A survey of 460 supernumerary teeth in Brazilian children and adolescents. Int J Paediatr Dent 2008; 18(2): 98-106.

35. Wang XP, Fan J. Molecular genetics of supernumerary tooth formation. Genesis 2011; 49(4): 261-277.

36. Anthonappa RP, Omer RS, King NM. Characteristics of 283 supernumerary teeth in southern Chinese children. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 105(6): 48-54.

37. Bereket C, Çakir-Özkan N, Şener İ, Bulut E, Baştan A. Analyses of 1100 supernumerary teeth in a nonsyndromic Turkish population: A retrospective multicenter study. Niger J Clin Pract 2015; 18(6): 731-738.

38. Demiriz L, Durmuşlar MC, Mısır AF. Prevalence and characteristics of supernumerary teeth: A survey on 7348 people. J Int Soc Prev Community Dent 2015; 5(1): 39-43.

39. Yassin OM, Hamori E. Characteristics, clinical features and treatment of supernumerary teeth. J Clin Pediatr Dent 2009; 33(3): 247-250.

40. Mitchell L, Bennett TG. Supernumerary teeth causing delayed eruption-a retrospective study. Br J Orthod 1992; 19(1): 41-46.

41. Foster TD, Taylor GS. Characteristics of supernumerary teeth in the upper central incisor region. Dent Pract Dent Rec 1969; 20(1): 8-12.

42. Patchett CL, Crawford PJ, Cameron AC, Stephens CD. The management of supernumerary teeth in childhood-a retrospective study of practice in Bristol Dental Hospital, England and Westmead Dental Hospital. Int J Paediatr Dent 2001; 11(4): 259-265.

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Farklı Rezin Simanlarla Simante Edilen İnley Restorasyonların Kenar Sızıntılarının İn-Vitro Olarak İncelenmesi

In-Vitro Examination of Microleakage of Inlay Restorations Cemented with Different Resin Cements

Dr. Öğr. Üyesi Emel ARSLAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Bolu
ORCID ID: 0000-0002-9319-5972

Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Rize
ORCID ID: 0000-0002-9767-0080

Geliş tarihi: 30.10.2022

Kabul tarihi: 18.11.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.65983

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Emel ARSLAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Bolu.
Adres: Gölköy Kampüsü, 14030 Bolu Merkez/Bolu
Tel: 0 374 253 45 00
E-posta: emel.arslan08@outlook.com

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, inley restorasyonların mikrosızıntısına farklı rezin simanların etkisinin in-vitro olarak incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada çekilmiş, çürüksüz 30 adet alt birinci molar dişe Sınıf II (Mesio-oklüzal) kavite preparasyonları yapılarak, IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent) ile seramik inleyler hazırlanmıştır. Restorasyon yapılmış dişler her grupta eşit sayıda örnek olacak (n=10) şekilde rastgele olarak üç gruba ayrılmıştır. 1. Grup: Total-etch yöntemi (Variolink Esthetic DC), 2. Grup: Self-adeziv yöntemi (RelyX U200), 3. Grup: Self-adeziv rezin siman (Panavia SA Cement) ile simante edilmiştir. Polisaj işlemi sonrasında tüm dişlerin kole bölgesindeki 1 mm'lik alan dışındaki kısımlarına iki kat tırnak cilası sürülerek kapatılmıştır. Hazırlanan % 0,5 oranında bazik fuksin solüsyonunda 24 saat bekletilen dişlerden marjinal sızıntıyı değerlendirmek amacıyla longitudinal kesitler alınmıştır. Boyanın geçişi stereomikroskopta x40 büyütmede gingival ve oklüzal bölgeler açısından incelenerek mikrosızıntıları belirlenmiştir.

Bulgular: Oklüzal ve gingival bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Fakat, oklüzal ve dişeti düzleminde self-adeziv rezin siman ile simante edilen örnekler, total-etch ile simante edilen örneklerden daha yüksek bir Lucena-Martin skala değerleri göstermiştir ($p<0,05$).

Sonuç: Mikrosızıntı değerlerinde total-etch siman ile simante edilen inley gruplarında daha yüksek marjinal uyum elde edilmiştir. Simantasyon yapılan bölgeler arasında anlamlı farklılık izlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: İnley restorasyonlar, rezin simanlar, mikrosızıntı, stereomikroskop.

ABSTRACT

Aim: This study was conducted to investigate the effect of different resin cements on the microleakage of inlay restorations in-vitro.

Materials and Method: In the study, Class II (Mesio-occlusal) cavity preparations were made on 30 extracted, caries-free lower first molars, and ceramic inlays were prepared with IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent). The restored teeth were randomly divided into three groups with an equal number of specimens in each group (n=10). Group 1: Total-etch method (Variolink Esthetic DC), Group 2: Self-adhesive method (RelyX U200), Group 3: Self-adhesive resin cement (Panavia SA Cement). After polishing, all teeth were covered with two coats of nail varnish except for the 1 mm area in the collar area. Longitudinal sections were taken from the teeth soaked in 0.5% basic fuchsin solution for 24 hours to evaluate the marginal leakage. The microleakage was determined by

examining the passage of the dye in terms of gingival and occlusal regions at x40 magnification under the stereomicroscope.

Results: There was no statistically significant difference between occlusal and gingival areas ($p>0.05$). However, in the occlusal and gingival planes, specimens cemented with self-adhesive resin cement showed higher Lucena-Martin scale values than specimens cemented with total-etch ($p<0.05$).

Conclusion: In the microleakage values, higher marginal compliance was obtained in the inlay groups cemented with total-etch cement. No significant difference was observed between the cemented areas.

Keywords: Inlay restorations, resin cements, microleakage, stereomicroscope.

GİRİŞ

Estetiğe olan ilginin artmasıyla birlikte anterior dişler kadar posterior dişler için de materyaller ve uygulama teknikleri geliştirilmiştir. Kompozit restorasyon materyalleri bu nedenle önem kazanmıştır.¹ Estetik olma, çözünme direnci, mekanik özelliklerinin iyi olması gibi avantajlarına karşın, polimerizasyon büzülmesi, mikrosızıntı, post-operatif hassasiyet gibi dezavantajları bulunmaktadır. Kompozit rezinlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmak için farklı yöntemler geliştirilmiş olsa da mikrosızıntı elimine edilememiştir.² Polimerizasyon büzülmesi bağlanma yüzeylerinde stres birikmesine bağlı olarak mikro boşluğa ve bunun sonucunda post-operatif hassasiyete, mikrosızıntıya, bakteri geçişine ve en sonunda sekonder çürüğe sebep olmaktadır.³

Polimerizasyon büzülmesini ortadan kaldırmak için, polimerizasyonu ağız dışında gerçekleştirilen indirekt restorasyonlar popüler hale gelmiştir.⁴ Restorasyonlar hasta endikasyonu, kalan kavite duvarı ve dizaynına göre; inley (herhangi bir tüberkülün kaplanmasını gerektirmeyen), onley (en az 1 tüberkülü kapsayan), overlay (tüm tüberkülleri kapsayan) ve venerlay (bukkal duvarların da dâhil olduğu) olarak sınıflandırılırlar.^{5,6}

Seramik sistemlerle yapılan restorasyonlar, sağlıklı dişeti oluşturmaları, estetik ve inert olmaları, metal destekli sistemlere göre ısı ve elektrik iletkenliklerinin az olması ve geleneksel metal destekli restorasyonlar gibi kenar uyumu göstermeleri nedeniyle son yıllarda fazla tercih edilir hâle gelmişlerdir.⁷

İnleyleerin başarısını ve ömrünü etkileyen faktörler; kenar uyumu ve internal uyumdur. Diş kavitesine yapılan preparasyon, ölçü materyali, ölçü tekniği, kullanılan siman ve restorasyonun üretim şekli gibi faktörler internal uyum ve kenar uyumunu etkileyen faktörlerdir. Kenar uyumunun

eksik olması mikrosızıntıya, simanın çözünmesine, ikincil çürüklere ve diş eti iltihabına neden olabilir.⁸

Posterior bölgede kullanılabilecek hem dayanıklı hem de estetik olan alternatif restorasyon arayışları seramik sistemler kadar simantasyon için de farklı adeziv materyalleri gündeme getirmiştir. Geleneksel simanların özellikle çözünürlük ve adezyon gibi dezavantajlarını giderebilmek amacıyla üretilen kompozit rezin simanların asitle pürüzlendirme, primer ve adeziv uygulanması zorunluluğu, teknik hassasiyet gerektirme ve maliyet gibi dezavantajları bulunmaktadır.⁹ Bundan dolayı kompozit rezin simanların avantajlarını geleneksel simanların uygulama kolaylığıyla birleştirerek self-adeziv rezin simanlar geliştirilmiştir. Self-adeziv rezin simanların, simantasyon için yeni olmalarına rağmen, üzerinde klinik ve laboratuvar olarak pek çok çalışma yapılmıştır. Bu materyaller tek aşamalıdır, kullanımları kolaydır. Yapılan çalışmalarda post-operatif hassasiyet oluşturma durumunun neredeyse tamamen elimine edildiği belirlenmiştir.¹⁰ Yapılan restorasyonlarda mikrosızıntının oluşma ihtimalinde kullanılan rezin simanın da etkisi fazladır.⁸

Restoratif materyallerin mikrosızıntısını değerlendirmek için; bakteriyel sızıntı inceleme yöntemi, sıvı filtrasyon yöntemi, taramalı elektron mikroskopu, insan serumu sızıntı yöntemi, boya penetrasyon yöntemi (bazik fuksin, fluoresans boyalar, metilen mavisi) gibi in-vivo ve in-vitro birçok yöntem geliştirilmiştir.¹¹ Boya penetrasyonunun maliyetinin düşük olması, toksik olmaması gibi avantajları olsa da; üç boyutlu olmamasına ve sızıntının yoğunluğundaki değişikliklerin tespit edilememesine rağmen en yaygın ve pratik kullanılan mikrosızıntı değerlendirme yöntemidir.^{12,13}

Bu çalışmada, inley restorasyonların mikrosızıntısına farklı rezin simanların etkisinin in-vitro olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk sıfır hipotezi rezin siman farklılığının mikrosızıntıyı etkilemeyeceği, ikinci sıfır hipotezi ise farklı bölgelerde mikrosızıntı açısından fark olmayacağı yönünde oluşturulmuştur.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılacak diş sayısını belirlemek amacıyla G*Power paket programı (G*Power Ver. 3.0.10, Franz Faul, Üniversitât Kiel, Almanya) kullanıldı. %25 etki büyüklüğünde %80 güç için $\alpha=0,05$ tip I hata oranları ile toplam 30 diş kullanılması gerektiği belirlendi.

Yeni çekilmiş, çürüksüz, boyutları birbirine yakın 30 adet alt birinci molar diş toplandı. Dişlerin üstündeki yumuşak ve sert dokular periodontal küretlerle uzaklaştırıldı ve daha sonra polisaj fırçası kullanılarak pomza-su karışımı ile temizlendi. Dişler %0,5'lik timol solüsyonunda bir hafta boyunca dezenfekte edilip uygulama zamanına kadar distile su içerisinde oda sıcaklığında saklandı. Dişlerin kökleri; mine- sement sınırının 2 mm altından okluzal düzlem

yer düzlemine paralel olacak şekilde özel olarak hazırlanan kalıplar içine kimyasal olarak sertleşen akrilik rezine (Imicryl, Konya, Türkiye) gömüldü.

Araştırmada kullanılan dişler için Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan hükümlere bağlı kalınarak Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu'ndan 20.04.2021 tarihinde 26. karar numarası ile onay alındı.

Dişlerin Preparasyonu

Dişlere, inley preparasyonu için özel olarak üretilmiş inley frezleriyle (Inlay&Crown Preparation Kit 11312, Diatech, Coltene, Altstätten, İsviçre) Sınıf II (Mesio-oklüzal) kavite-ler açıldı. Dişler üzerinde açılan kavite-lerin standardizasyonunu sağlamak amacıyla oklüzal derinliği 3 mm, bukkal olarak oklüzal genişliği 4 mm, proksimal kutu 5 mm ve basamak genişliği pulpal yönde 2 mm olacak şekilde kavite-ler hazırlandı.^{14,15,16} Frezler üzerine çizilmiş rehber çizgiler ve periodontal sond ile kavite derinliği belirlendi. Hazırlanan kavitenin iç yüzeyleri yuvarlatıldı. Kenarlarına ise bizotaj uygulanmadı.¹⁴

İnley Restorasyonların Hazırlanması

İnley mumlarıyla, hazırlanan kavite-lerin mum örnekleri elde edildi. Mum örnek-lere uygun olacak şekilde tijler yapıldı. Daha sonra revetmana alınarak mum eritme işleminin ardından fırından çıkarıldı. Sıcak döküm silindirine soğuk ingotlar yerleştirilip ısıtılmış olan Ivoclar Vivadent EP 600 fırınına yerleştirildi. Fırın sıcaklığı 700°C'dan başlayıp 915°C'a ulaştıktan sonra seramik materyali basınçla döküm boşluğuna preslenerek gönderildi. Dökümü yapıldıktan sonra inle-ler alüminyum oksit ile pürüzlendirildi, oklüzal yüzeylerine glaze uygulandı. Restorasyonların dişe yapışacak yüzeylerine %5'lik hidroflorik asit (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) 20 saniye süre ile uygulandıktan sonra basınçlı suyla yıkayıp kurutuldu. Restorasyona asit uygulamasından sonra silan (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent) sürülerek kurumaya bırakıldı.

İnley Restorasyonların Simantasyonu

Daha sonra dişler rastgele olarak yapıştırılacak simana göre üç gruba (n=10) ayrıldı:

Grup A: Bu gruptaki dişlere restorasyonlar total-etch yöntemi ile simante edildi. %37'lik fosforik asit (K-Etchant, Kuraray Noritake Dental Inc., Osaka, Japonya) 30 saniye süre ile uygulandıktan sonra hava su spreyi altında yıkandı. Dişin asit uygulanan yüzeyine adeziv bonding ajan (Adhese Universal bonding ajanı, Ivoclar Vivadent) 20 saniye süreyle bir fırça ile uygulandı. Üreticinin önerileri doğrultusunda 5 saniye hava ile kurutuldu ve 10 saniye ışıkla polimerize edildi. Rezin siman Variolink Esthetic DC (Ivoclar Vivadent) homojen olarak uygulandı ve taşan fazla simanlar temizlendi. Her yüzey 10 saniye ışıkla sertleştirilerek

simantasyon tamamlandı.

Grup B: Bu gruptaki numuneler self-adeziv siman ile simante edildi. RelyX U200 (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, ABD) simanı dişlere herhangi bir işlem uygulanmadan yapıştırıldı. Taşan fazlalıklar temizlendikten sonra her yüzeyden 10 saniye ışıkla polimerizasyon sağlandı.

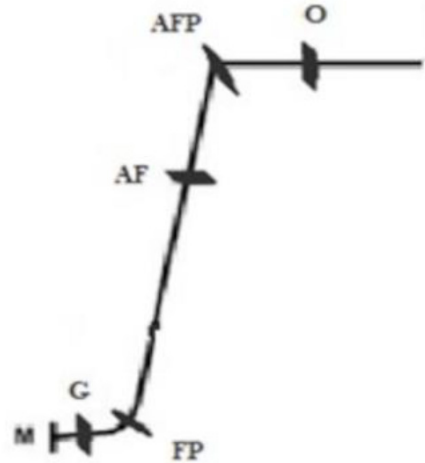
Grup C: Self-adeziv siman ile bu gruptaki örnekler simante edildi. Dişlere herhangi bir işlem uygulamadan Panavia SA Cement (Kuraray Noritake) ile yapıştırılan yüzeyden fazlalıklar temizlendikten sonra her yüzeyden 20 saniye ışıkla polimerize edildi. Simantasyon işleminden sonra numuneler bir hafta boyunca oda sıcaklığında distile suda saklandı. Daha sonra, 20 saniyelik bir bekleme süresi ile 5°C ila 55°C arasında 5000 döngü yaşlandırma işlemine tabi tutuldular.

Örneklerden Kesit Alınması

Dişlerin simantasyon işlemi tamamlandıktan sonra restorasyonlara polisaj işlemi yapıldı. Daha sonra restorasyonun yapıştırıldığı kenardan 1 mm uzak olacak şekilde bütün diş yüzeyine tırnak cilası sürüldü. Kuruduktan sonra ikinci kat tırnak cilası da dişe uygulandı. Bütün dişler, %0,5'lik bazik fuksin çözeltisinde 24 saat bekletilip su altında yıkanarak temizlendi. Dişlerin kenar sızıntısını değerlendirmek için oklüzo-gingival yönde longitudinal olarak su soğutmalı düşük hızlı bir hassas kesim cihazında (Micracut 152, Metkon, Bursa, Türkiye) 0,9 mm'lik kesitler alındı. Boya penetrasyonu stereomikroskop (Stemi 305, Carl Zeiss Mikroskopy GmH, Göttingen, Almanya) kullanılarak x40 büyütme ile değerlendirildi.

Mikrosızıntı Ölçümleri

Alınan kesitlerden ikisi marjinal (marjinal, intermarjinal) ve üçü internal (oklüzal, aksiyon-oklüzal, aksiyon-gingival) bölge olmak üzere beş farklı noktadan ölçüm yapıldı. Yapılan ölçümler mikrometre (μm) cinsinden hesaplandı (Şekil 1).



Şekil 1. Ölçüm yapılan yüzeyler.

Örneklerin mikrosızıntı değerleri Lucena-Martın ve ark.¹⁷'in çalışmasına benzer olarak aşağıdaki şekilde değerlendirildi-

rildi:

Oklüzal bölgede boya penetrasyonu;

0= Boya penetrasyonu yok

1= Kavite derinliğinin ½'si veya daha azı ile sınırlı boya penetrasyonu

2= Kavite derinliğinin ½'sinden fazlasını içeren boya penetrasyonu

3= Kavite tabanının ½'sini içeren boya penetrasyonu

4= Kavite tabanının ½'sinden fazlasını içeren boya penetrasyonu

Gingival bölgede boya penetrasyonu;

0= Boya penetrasyonu yok

1= Kavite tabanının ½'sini içeren boya penetrasyonu

2= Kavite tabanını içeren boya penetrasyonu

3= Aksiyal duvarın ½'sini içeren boya penetrasyonu

4= Aksiyal duvarın ½'sinden fazlasını içeren boya penetrasyonu

İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analiz, Jamovi Yazılımı (sürüm 2.2.5) ile yapıldı. Aralığın genişliği ile ilgili olarak Kolmogorov-Smirnov ile normallik test edildi ve normal dağılım doğrulandı. Normal dağılım nedeniyle kovaryans analizi yapıldı. Tukey post-hoc testi ile karşılaştırmalar değerlendirildi. Lucena-Martin skalası değerleri ile ilgili olarak ordinal değişkenlere bağlı olarak Dwass-Steel-Critchlow-Fligner ikili post-hoc testi ile Kruskal Wallis ve Mann Whitney U analizi uygulandı. p=0,05 olarak belirlendi.

BULGULAR

Verilerin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan kovaryans analizi sonuçlarına göre; simanların mikrosızıntıları arasında anlamlı bir farklılık olduğu (p=0,002), ölçüm yapılan bölgeler (p=0,173) ve gruplar arası ikili etkileşimler (p=0,996) arasında anlamlı farklılık olmadığı istatistiksel olarak belirlendi (Tablo 1).

Tablo 1. Mikrosızıntı verilerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan kovaryans analizi sonuçları.

	Karler toplam	df	Karler ortalaması	F	p
Siman	452.638,45	2	113.159,61	4,32	0,002*
İncelenen Bölge	168.594,81	4	42.148,7	1,61	0,173
Siman*İncelenen Bölge	125.252,51	8	7.828,28	0,3	0,996
Sonuçlar	5.888.362,51	64	26.170,5		

*İstatistiksel olarak anlamlıdır.

Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; simanlardan RelyX U200 ile yapıştırılan inley restorasyonların mikrosızıntı değerleri ile Variolink Esthetic DC siman ile yapıştırılan inley restorasyonların mikrosızıntı değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu (p=0,021); RelyX U200 siman ile yapıştırılan inley restorasyonların mikrosızıntısının, Variolink Esthetic DC siman ile yapıştırılan inley restorasyonların mikrosızıntısından daha fazla olduğu belirlendi. Variolink siman ile yapıştırılan inley restorasyonların mikrosızıntısının, Panavia SA siman ile yapıştırılan inley restorasyonlara göre anlamlı farklılık gösterdiği saptandı

(p=0,021). Self-adeziv siman olan RelyX U200 ile Panavia SA siman ile yapıştırılan örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmedi (p=0,963) (Tablo 2).

Tablo 2. Simanların Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Siman - Siman	Karler ortalaması	SE	df	t	p
RelyX U200 - Variolink Esthetic DC	98,91	32,35	64	3,06	0,021*
Variolink Esthetic DC - Panavia SA	-98,91	32,35	64	-3,06	0,021*
RelyX U200 - Panavia SA	-21,6	32,35	64	-0,67	0,963

*İstatistiksel olarak anlamlıdır.

Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ölçüm yapılan bölgeler arasında mikrosızıntı değerleri açısından anlamlı farklılık görülmedi (p>0,05) (Tablo 3).

Tablo 3. Mikrosızıntı değerleri incelenen bölgelerin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Ölçülen Bölge	Ölçülen Bölge	Karler Ortalaması	SE	df	t	p
Oklüzal	- Aksiyal-fasiyal-pulpal	53,73	32,35	64	1,66	0,46
Oklüzal	- Aksiyal-fasiyal	62,15	32,35	64	1,92	0,31
Oklüzal	- Fasiyo-pulpal	5,08	32,35	64	0,16	1,00
Oklüzal	- Gingival	48,07	32,35	64	1,49	0,58
Aksiyal-fasiyal-pulpal	- Aksiyal-fasiyal	8,42	32,35	64	0,26	0,99
Aksiyal-fasiyal-pulpal	- Fasiyo-pulpal	-48,65	32,35	64	-1,5	0,57
Aksiyal-fasiyal-pulpal	- Gingival	-5,66	32,35	64	-0,17	1,00
Aksiyal-fasiyal	- Fasiyo-pulpal	-57,07	32,35	64	-1,76	0,40
Aksiyal-fasiyal	- Gingival	-14,08	32,35	64	-0,44	0,99
Fasiyo-pulpal	- Gingival	42,99	32,35	64	1,33	0,68

Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ölçüm yapılan bölgeler ile simanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı (p>0,05) (Tablo 4).

Tablo 4. Simanlar ile ölçüm yapılan bölgelerin karşılaştırıldığı Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

	Variolink	RelyX U200	Panavia
Oklüzal	88,02 ± 44,03 ^A	294,24 ± 171,2 ^B	369,01 ± 100,43 ^B
Aksiyal-fasiyal-pulpal	69,73 ± 32,58 ^A	198,27 ± 119,87 ^B	261,29 ± 157,77 ^B
Aksiyal-fasiyal	101,16 ± 73,44 ^A	215,94 ± 139,23 ^B	259,43 ± 270,43 ^B
Fasiyo-pulpal	37,87 ± 35,48 ^A	302,58 ± 214,77 ^B	306,02 ± 263,84 ^B
Gingival	74,22 ± 30,94 ^A	244,03 ± 153,29 ^B	221,32 ± 84,04 ^B

A, B: Gruplar arasında anlamlı farklılık gösterir (p<0,05).

Elde edilen veriler Lucena-Martin skala değerleri ile karşılaştırıldığında Tukey post-hoc sonuçlarında gösterildiği gibi oklüzal ve gingival olarak bölgeler arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05) (Tablo 5). Ancak Variolink rezin simanı, RelyX U200 ve Panavia simanlarına göre anlamlı şekilde daha düşük Lucena-Martin skala değerleri sergiledi (p<0,05).

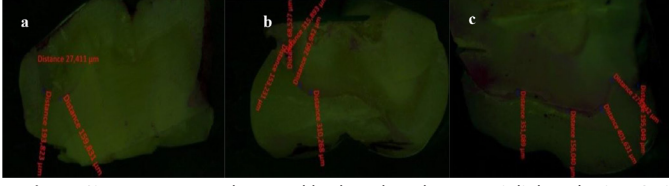
Tablo 5. Dwass-Steel-Critchlow-Fligner ikili post-hoc testi ve Mann-Whitney U testi ile Kruskal Wallis analizi kullanılarak simanlar ve ölçüm yapılan bölgeler arasındaki Lucena Martin skala değerlerinin karşılaştırılması.

	Oklüzal Düzlem (Min-Max)	Gingival Düzlem (Min-Max)	p
RelyX U200	2 (0 - 3) ^{A,ab}	2 (1 - 3) ^{A,ab}	0,85
Variolink	1 (0 - 2) ^{A,a}	1 (1 - 2) ^{A,a}	0,46
Panavia SA	1 (0 - 2) ^{A,ab}	1,5 (1 - 3) ^{A,ab}	0,20
p	0,02*	0,04*	

Farklı büyük ve küçük harfler arasında satırlar ve sütunlar anlamlı fark gösterir (p<0,05).

Elde edilen stereomikroskop görüntüleri x40 büyütmede incelendiğinde bazik fuksin boyasının kullanılan simanlar için farklı mikrosızıntı aralığı gösterdiği izlendi (Resim 1a-1c). Görüntülerde, boyanan alanlardan µm cinsinden ölçümler yapıldı. Variolink ile simante edilen örneklerde boyanan alan daha küçük izlenmiştir. Ölçümlerde de daha düşük değerler elde edilmiştir (Resim 1a). Self-

adeziv rezin simanlardan RelyX U200 (Resim 1b) ve Panavia SA Cement (Resim 1c) ile simante edilen örneklerden alınan kesitlerden elde edilen görüntüler birbirine benzer değerler vermiştir.



Resim 1. Simantasyon yapılan örneklerden ölçümler. a. Variolink Esthetic DC siman ile simantasyon, b. RelyX U200 siman ile simantasyon, c. Panavia SA siman ile simantasyon.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, alt molar dişler üzerine hazırlanan inley restorasyonlar farklı rezin simanlar ile simante edilerek mikrosızıntıları incelenmiştir. Çalışmada mikrosızıntı açısından kullanılan siman türünün anlamlı olduğu belirlendiğinden birinci sıfır hipotez reddilmiştir. Farklı bölgelerden yapılan değerlendirmelerde mikrosızıntı açısından fark olmadığı belirlendiğinden ikinci sıfır hipotezi ise kabul edilmiştir.

Seramik inleyler, renk uyumu ve anatomik kontur stabilitesi ile restorasyonun uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, kontrol olarak iyi bilinen ve büyük ölçüde kabul gören ısıyla preslenmiş bir materyal kullanılmıştır. Preslemeden dolayı oluşan mikro çatlakların, kenar uyum sorunu meydana getireceği düşünülse de yapılan çalışmalar, porseleni pişirmenin seramik kuronların kenar uyumunu önemli ölçüde etkilemediğini göstermiştir.^{18,19} CAD/CAM sistemlerinin klinikte doğru endikasyonla kullanımı, uzun dönemde yüksek sağ kalım oranı ile klinik olarak başarılı restorasyonların üretilmesine olanak sağlamaktadır. CAD/CAM sistemlerle üretilen ve tek seansta bitirilen restorasyonların hasta memnuniyetinin yüksek olduğu görülmüştür. Ancak seramiğin yapısına bağlı başarısızlıkların ve marjinal kenar problemlerinin CAD/CAM sistemlerde de görüldüğü ve bu sorunların giderilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.^{20,21}

Simantasyonda kullanılan simanlar oral sıvıları absorbe ederek olumsuz etkiye ve restorasyonun başarısız olmasına neden olabilir.²² Bu çalışmada total-etch siman ile self-adeziv siman karşılaştırılırken, aynı zamanda self-adeziv simanlar da kendi aralarında mikrosızıntı açısından karşılaştırılmıştır. Variolink ile simantasyon yapmadan önce asit, primer ve bond işlemleri uygulanırken self-adezivlerde kaviteye herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Total-etch yönteminde dentin asitle aşındırılarak hibrit tabakayı ortadan kaldırır, rezin tag'ların oluşumuna izin verir. Böylece rezin simanın demineralize substratta mikromekanik olarak tutunması için bir alan oluşturur. Ayrıca dentin tübüllerinin ağızlarını kapatarak herhangi bir sıvı hareketinden etkilenmesini engeller. Böylece, diş ile rezin siman arasında daha güçlü bir bağlantı elde

edilir.²³ Bu çalışmada Variolink rezin simanda mikro sızıntı değerlerinin daha az olduğu belirlenmiştir.

Self-adeziv simanlardan Panavia SA rezin siman, kalsiyum için daha yüksek bir afiniteye sahip olan, hidrolize karşı dirençli ve siman-hidroksiapatit etkileşiminde önemli bir rol oynayan 10-metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat (MDP) monomeri içerir. Çalışmalar, daha yeni adezivlerde fosforik asit ester fonksiyonel monomer 10-MDP'nin adeziv-dentin ara yüzeyinde daha iyi klinik uzun ömür ve bağ bütünlüğü sağlayan bir nano tabaka oluşturduğunu göstermiştir. Ek olarak, bu monomer hidroksiapatit kristallerinin çözünmesinden kaynaklanan kalsiyum salınımları ile çok kararlı bir bağ kurar.²⁴ İçeriğinde bulunan monomer etkili bağlanma sağlasa da çalışma sonuçlarına göre Panavia SA rezin siman, total-etch yöntemiyle simante edilen örneklerle oranla daha çok mikrosızıntı değerleri sergilemiştir ($p=0,021$). Self-etch sistemlerin aşamalarının basitleştirilmiş olmasına rağmen, bağlantı etkinlikleri total-etch sistemlere göre zayıf bulunmuştur. RelyX U200 rezin siman, fosforik asit monomeri ve modifiye edilmiş çok işlevli metakrilat monomeri (MMA) içerir.²⁵ İçeriğindeki monomer, Panavia SA rezin simandan farklı olsa da, iki rezin siman arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir ($p=0,963$). Bu sonuçlara göre, rezin simanın içeriğindeki monomerin mikrosızıntıyı etkileyen bir faktör olmadığı söylenebilir.

İnley gibi estetik bir restorasyon için mikrosızıntı, restorasyonun yeniden yapılmasını gerektiren doğrudan bir başarısızlık olarak kabul edilir.²⁶ Kenar konumu, polimerizasyon yöntemi, adeziv rezinin türü, bitiş çizgisinin türü ve hazırlama tasarımı, porselenlerde de mikrosızıntıyı azaltmak için dikkate alınması gereken faktörlerdir.²⁷ 100 μm ile 150 μm arasındaki marjinal bir boşluğun, uzun ömürlü restorasyon açısından klinik olarak kabul edilebilir aralık değeri olduğu bildirilmiştir.²⁸ İncelenen literatürlerde çeşitli seramik kuron tipleri için 1 μm ila 161 μm arasında kenar boşluk genişliği olduğu bildirilmiştir.^{29,30} Bu çalışmada Variolink simanda kenar aralığının daha az ($69,73 \pm 32,58 \mu\text{m}$) olduğu izlenirken Panavia SA ($206,02 \pm 163,84$) ve RelyX U200 ($194,24 \pm 71,2$) rezin simanlar arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Self-adeziv simanlarda kenar aralığı kabul edilemez değerde ölçülmüştür.

Işıklı sertleşen rezin simanlarda, ışık kaynağının etkisinin derin proksimal alanlara ulaşmasındaki zorluk, kısmen sertleşmiş rezin-dentin ara yüzünde kenar sızıntısı ve bakteri penetrasyonu ihtimalini oluşturmaktadır. Bu genellikle kenar kısımda renklenmeye, ikincil çürüğe ve post-operatif duyarlılığa yol açar. Dual-cure sertleşen bir adeziv sistem kullanıldığında, ışık kaynağının etki etmediği servikal alanlarda siman kendiliğinden polimerize olduğundan kenar kısımda renklenme oluşmamaktadır.¹⁵ Çalışma sonuçları da buna paralel olacak şekilde, ölçüm

yapılan bölgeler arasında mikrosızıntı değerleri açısından anlamlı farklılık görülmemiştir. Frankenberger ve ark.¹⁴ seramik inleylerin simantasyonunda dual sertleşen rezin simanların kullanılmasının klinik başarıyı olumlu yönde etkileyeceğini belirtmişlerdir. Dual-cure simanlarla yapılan bir çalışma, bu simanlarda daha iyi polimerizasyon ve performans bildirmiş ve performansın artmasının hem kimyasal hem de fotonik mekanizmalar kullanılarak kürlenmesi olabileceğini eklemiştir.³¹ Ayrıca total-etch yöntemi ile simante edilen restorasyonlarda, dentin tübülleri tıkandığı için self-adeziv yonteme göre mikrosızıntının daha az olduğu ifade edilmiştir.^{32,33}

Lucena-Martin ve ark.¹⁷ yaptıkları bir çalışmada, 6 farklı adeziv sistemi karşılaştırıp skalaya uygun olacak şekilde skorlama yapmışlardır.

Kenar mikrosızıntısı, restorasyonların klinik başarısı açısından oldukça önemli bir faktördür. Bu çalışmada limitasyon dahilinde, elde edilen verileri desteklemek amacıyla farklı rezin simanlar ve yöntemler kullanılarak daha fazla in-vitro çalışma yapılabilir.

SONUÇ

Çalışmanın limitasyonları dâhilinde:

- Total-etch yöntemi ile simante edilen örneklerde daha yüksek Lucena-Martin skala değerleri elde edilmiştir ($p < 0,05$).
- Oklüzal ve gingival bölgelerde görülen mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Elde edilen verilere göre inley restorasyonlarda mikrosızıntıyı engelleme açısından dual-cure total-etch yöntemi kullanılan rezin simanlar klinisyenler tarafından tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Ibrahimov D. Direkt kompozit inley, indirekt porselen inley ve CAD/CAM sistemi ile restore edilen dişlerin, kenar sızıntısı yönünden in vitro olarak incelenmesi. Doktora tezi. Sağlık Bilimler Enstitüsü, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 2015.
2. Özakar İlday N, Urvasizoğlu N, Seven N. İndirekt kompozit inley restorasyonlar ile direkt kompozit restorasyonların mikrosızıntı yönünden karşılaştırılması. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2009; 2009: 76-84.
3. Bicalho A, Pereira R, Zanatta R, Franco S, Tantbirojn D, et al. Incremental filling technique and composite material—Part I: Cuspal deformation, bond strength, and physical properties. Oper Dent 2014; 39: e71-e82.
4. Liu X, Fok A, Li H. Influence of restorative material and proximal cavity design on the fracture resistance of MOD inlay restoration. Dent Mater 2014; 30: 327-333.
5. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and aesthetics clinical protocol. Int J Esthet Dent 2017; 12: 482-502.

6. Morimoto S, Rebello de Sampaio F, Braga M, Sesma N, Özcan M. Survival rate of resin and ceramic inlays, onlays, and overlays: a systematic review and meta-analysis. J Dent Res 2016; 95: 985-994.
7. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. J Prosthet Dent 1989; 62: 405-408.
8. Başbuğ DS, Gözneli R. Tam seramik sistemler: konvansiyonel yöntemler. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2012; 2012(Supplement 6): 147-154.
9. Chang JC, Hart DA, Estey AW, Chan JT. Tensile bond strengths of five luting agents to two CAD-CAM restorative materials and enamel. J Prosthet Dent 2003; 90: 18-23.
10. Uludamar A, Aygüm Ş, Özkan YK. Tam seramik restorasyonların simantasyonu. Atatürk Üniv Diş Hekim Fak Derg 2011; 2011: 150-162.
11. Karadağ S. Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2005; 2005: 80-88.
12. Ayyıldız S, Uyar A, Yüzügüllü B. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2009; 19: 219-226.
13. Heintze SD. Systematic reviews: I. The correlation between laboratory tests on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. J Adhes Dent 2007; 9: 77-106.
14. Frankenberger R, Lohbauer U, Schaible RB, Nikolaenko SA, Naumann M. Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. Dent Mater 2008; 24: 185-191.
15. Uludag B, Ozturk O, Ozturk AN. Microleakage of ceramic inlays luted with different resin cements and dentin adhesives. J Prosthet Dent 2009; 102: 235-241.
16. Ferrari M, Dagostin A, Fabianelli A. Marginal integrity of ceramic inlays luted with a self-curing resin system. Dent Mater 2003; 19: 270-276.
17. Lucena-Martin C, Gonzalez-Rodriguez M, Ferrer-Luque C, Robles-Gijon V, Navajas J. Influence of time and thermocycling on marginal sealing of several dentin adhesive systems. Oper Dent 2001; 26: 550-555.
18. Suárez MJ, Villaumbrosia D, González P, Pradies G, Lozano JF. Comparison of the marginal fit of Procera AllCeram crowns with two finish lines. Int J Prosthodont 2003; 16: 229-232.
19. Groten M, Girthofer S, Pröbster L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. J Oral Rehabil 1997; 24: 871-881.
20. Metiner C, Türker SB, Özkan YK. CAD-CAM inley Onley Restorasyonların Klinik Takibi. European Journal of Research in Dentistry 2018; 2: 53-61.

- 21.** Benli M, Gökçen-Röhlig B. Bilgisayar Destekli Tasarım-Bilgisayar Destekli Üretim Sistemlerinin Farklı Dental Restorasyonların Kenar Ve İç Yüzey Uyumlarına Etkisinin Değerlendirilmesi: İn-Vitro Çalışma. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2020; 30: 1-11.
- 22.** Boushell LW, Ritter AV. Ceramic inlays: a case presentation and lessons learned from the literature. J Esthet Dent 2009; 21: 77-87.
- 23.** De Angelis F, Minnoni A, Vitalone L, Carluccio F, Vadini M, et al. Bond strength evaluation of three self-adhesive luting systems used for cementing composite and porcelain. Oper Dent 2011; 36: 626-634.
- 24.** Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, et al. Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. J Dent Res 2012; 91: 376-381.
- 25.** De Munck JD, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res 2005; 84: 118-132.
- 26.** Baig MR, Tan KB-C, Nicholls JI. Evaluation of the marginal fit of a zirconia ceramic computer-aided machined (CAM) crown system. J Prosthet Dent 2010; 104: 216-227.
- 27.** Maleknejad F, Moosavi H, Shahriari R, Sarabi N, Shayankhah T. The effect of different adhesive types and curing methods on microleakage and the marginal adaptation of composite veneers. J Contemp Dent Pract 2009; 10: 18-26.
- 28.** Shearer B, Gough MB, Setchell DJ. Influence of marginal configuration and porcelain addition on the fit of In-Ceram crowns. Biomaterials 1996; 17: 1891-1895.
- 29.** Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. J Prosthet Dent 1994; 72: 585-590.
- 30.** Sulaiman F, Chai J, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera crowns. Int J Prosthodont 1997; 10: 5.
- 31.** Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. J Prosthet Dent 1990; 63: 295-300.
- 32.** Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. J Esthet Dent 1991; 3: 133-138.
- 33.** Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke E, et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. J Dent Res 1998; 77: 50-59.

DERLEME

Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Cam Seramikler

Zirconia Reinforced Lithium Silicate Glass Ceramics

Dt. Mazhar Ünsal

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-8003-5718

Prof. Dr. Gökhan Akgüngör

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-0292-0033

Geliş tarihi: 11.08.2023

Kabul tarihi: 06.02.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.32815

Yazışma adresi:

Dt. Mazhar Ünsal
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul
Adres: Kalenderhane Mahallesi Vezneciler Cad. No:2
Vezneciler-Fatih-İstanbul.
Tel: 0 531 658 00 44
E-posta: dtmazharunsal@gmail.com

ÖZET

Özellikle 21. yüzyıl ile beraber dental materyaller ve kullanım alanlarında yaşanan teknolojik gelişimin ivmelenerek artması ve hastaların artan estetik beklentileri ile birlikte tam seramik restorasyonların kullanımında büyük bir yükseliş gözlemlenmektedir. Hasta ve hekimin bu materyallerden estetik açıdan tatmin edici sonuçlar beklemesine rağmen, kliniklerde 'kullanım bakımından' geçtiğimiz yıllarda tam manasıyla bir üstünlük elde edememesinin sebebi ise bu materyallerin kırılabilir yapıya sahip olmalarıdır. Piyasada fazlasıyla kullanılan lityum disilikat içerikli cam seramik materyaller ön bölge restorasyonlarda sıkça tercih edilmekte ve ağız içi dijital tarayıcı ve bilgisayar destekli tasarım ve üretim işlemleri sayesinde hekimlere ve hastalara iyi bir tedavi seçeneği sunmaktadır. Diğer yandan zirkonya içerikli restorasyonlar da üstün mekanik dayanım ve konvansiyonel restorasyonlara göre görece daha estetik bir seçenek olmasından dolayı bir süredir fazlaca tercih edilen tedavi yöntemlerindedir. Bu sebepten ötürü son yıllarda geliştirilen zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramikler, lityum disilikat ve zirkonya içerikli materyallerin üstün özelliklerini bünyesinde toplayarak hem hasta beklentisini karşılamak hem de daha dayanıklı bir restorasyon üretmek açısından tercih edilebilir bir seçenek olmuştur. Klinik kullanımları ise gözle görülür biçimde artmaya başlamıştır. Bu derlemede zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramik materyalinin üretim biçimi, klinik kullanım alanları ve maddesel içerikleri bakımından anlatılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zirkonya ile güçlendirilmiş cam seramikler, dental materyaller, cam seramikler, lityum silikat cam seramikler.

ABSTRACT

With the advancements in technology, especially after the 2000s, there has been a significant rise in the use of all-ceramic restorations due to the growing aesthetic expectations of patients. Although these materials provide satisfactory aesthetic results for both patients and dentists, their usage has not gained a clear advantage in terms of "ease of use" in dental clinics in recent years, mainly due to their fragile nature. Lithium disilicate-containing glass-ceramic materials, which are widely used in the market, are frequently preferred in anterior restorations and offer a good treatment option to clinicians and patients thanks to intra-oral digital scanners and computer-aided design and production processes. On the other hand, zirconia restorations have been among the most preferred treatment methods for a while, due to their superior mechanical strength and being a relatively more aesthetic option than conventional restorations. For this reason, zirconia-reinforced lithium silicate glass ceramics, which have been developed in recent years, have begun to increase their clinical use as a highly preferable option for dentists in terms of both

meeting patient expectations and producing a more durable restoration by incorporating the superior properties of lithium disilicate and zirconia-containing materials. Therefore, zirconia-reinforced lithium silicate glass ceramics have started to gain significant popularity as a preferred option for clinicians in order to meet patient expectations and produce more durable restorations. This review aims to discuss the production methods, clinical applications, and material composition of lithium silicate glass ceramics reinforced by zirconia.

Keywords: Zirconia reinforced glass ceramics, dental materials, glass ceramics, lithium silicate glass ceramics.

GİRİŞ

Geçtiğimiz yıllarda konvansiyonel metal destekli seramik restorasyonlar ideal tedavi yöntemi olarak benimsenmiş olsa da, sürekli artan estetik beklenti dental materyal sektöründeki araştırmaları tam seramik restorasyonları yüksek estetik ve dayanıklılık standartlarına ulaştırmak adına bir gelişime sevk etmiştir.¹ Tam seramik materyallerin estetik açıdan çok büyük avantajlarına rağmen uzun süre klinik kullanımının belli bir seviyenin altında kalmasının sebebi iste kırılabilir yapıya sebebiyle özellikle posterior bölgelerde kırık ve çatlak gibi istenmeyen sonuçlar vermesidir.^{2,3} Lityum disilikat (LS) cam seramikler (örneğin IPS e.max) yüksek estetik sonuçlar vermesi sebebiyle protetik tedavilerde kullanılmaktadırlar ancak tam seramik restorasyonların sahip olduğu 'kırılabilirlik' özelliği nedeniyle bazı dezavantajlara sahiptirler. Bu nedenle araştırmacılar bu materyalleri güçlendirmek için çalışmalara yönelmektedirler. Zirkonya materyali ise düşük translusensi özelliğine sahip olduğu için tam seramik restorasyonlara göre estetik açıdan tatmin edici olmayan sonuçlar vermektedir.⁴ Bu verilerin ışığında son yıllarda bu iki materyalin üstün özelliklerinin bir araya getirilmesi suretiyle zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat (ZLS) materyaller geliştirilmiştir. Bu özellikler, özellikle zirkonyadaki çatlak ilerlemesinin kendi kendine durdurma mekanizması ile dayanımın artması ve lityum silikat taneciklerinin estetik özellikleri artırması suretiyle birleşmiştir.⁵⁻⁸ ZLS cam seramiklerin LS cam seramiklere göre bir başka avantajı ise mikro yapısındaki taneciklerin daha ufak olmasıdır, bu durum materyalin parlatılabilirliğini arttıracak bir özelliktir. Tüm bunlar LS cam seramiklere göre ZLS materyalleri fazlasıyla tercih edilebilir bir seçenek olarak ortaya çıkarmaktadır.⁹ Çatlak ilerleme mekanizmasının durdurulması zirkonya güçlendirilmesiyle sağlandığı için dayanımı LS cam seramiklere göre artarken⁶, boyutu daha ufak silikat taneciklerinin ışık geçirgenliğini de arttırdığı savunulmuştur.⁵

ZLS cam seramik materyali fazla oranda zirkonya ile zenginleştirilmiş cam seramik malzemedir. Degudent, VITA

ve Fraunhofer Silikat Araştırma Enstitüsü arasındaki yakın işbirliği sonucunda geliştirilmiştir. Daha sonrasında ise VITA ve Dentsply araştırmalarına devam edip materyali daha da geliştirip şu an kullanımda olan materyalleri üretmişlerdir.^{10,11}

ZLS cam seramiklerin üretim şekilleri genellikle iki ayrı yöntemle gerçekleştirilir. İlk yöntem, presslenmiş seramik blokların kullanıldığı "sinterleme" işlemidir. Bu yöntemde, önceden hazırlanmış seramik malzeme presslenir ve ardından yüksek sıcaklıklarda sinterlenir, yani yoğunlaştırılır. Bu işlem sonucunda, seramik malzemenin iç yapısında kristalleşme gerçekleşir ve güçlendirici zirkonyum dioksit parçacıkları da homojen bir şekilde dağılır.¹² Diğer bir üretim yöntemi ise "CAD/CAM" (bilgisayar destekli tasarım/üretim) teknolojisidir. Bu yöntemde, bilgisayar yazılımı ve özel bir tarama cihazı kullanılarak preparasyonun dijital bir modeli oluşturulur. Daha sonra, bu dijital model üzerinde tasarım çalışmaları yapılır ve özel bir freze makinesi kullanılarak seramik bloktan lityum silikat-zirkonya seramik blokları üretilir. Bu CAD/CAM yöntemi, üretim sürecini hızlandırır ve daha yüksek hassasiyet sağlar.¹³

Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim (CAD/CAM)

CAD/CAM 'Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing' kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır ve bilgisayar destekli tasarım ve üretim anlamı taşımaktadır. Üç boyutlu tasarımlara dönüştürülmesi amaçlanan verilerin, optik tarayıcılar vasıtasıyla taranması ve kaydedilmesi esasına dayanır.¹⁴ CAD/CAM teknolojisi zaman ve malzemedeki tasarruf, üretim sürecinin standardize olması gibi nedenlerden dolayı daha sık kullanılmaya başlanmıştır.¹⁵

CAD/CAM sistemi 3 basamakta incelenebilir;

1. İntraoral ve ekstraoral tarama ve verilerin toplanması,
2. Bilgisayarda 3 boyutlu restorasyon planlaması ve tasarlanması (CAD),
3. Tasarımı sanal olarak tasarlanmış restorasyonun üretilmesi (CAM).¹⁶

ZLS seramikler, CAD/CAM için üretilmiş tam sinterize ve yarı sinterize olarak iki farklı şekilde piyasaya sunulmuşlardır. Tam sinterize şekilde piyasaya sunulan materyal (Celtra Duo) üretici talimatlarına göre final sinterizasyonu yapılmış şekilde geldiği için kazıma işlemi sonrası ağza takılabilirken, yarı sinterize şekilde üretilmiş olan materyal (VITA Suprinity) ise son bir sinterizasyon fırınlanmasına sokulmalıdır.

CAD/CAM ZLS Cam Seramikler

CAD/CAM uygulamalarında kullanılmak üzere ZLS cam seramik materyallerin üretimi piyasaya iki farklı firma tarafından sürülmüştür: VITA Suprinity (VITA Zahnfabrik) ve Celtra Duo (Dentsply Sirona). İki materyalde de lityum

metasilikat cam seramiğe ağırlığına oranla %10 zirkonyum oksit (ZrO_2) eklenmiştir ve ikisinde de temel amaç optik ve mekanik anlamda iki materyalin de pozitif özelliklerinin optimal olarak birleştirilmesidir.¹⁷

Yarı Sinterize Bloklar (VITA Suprinity)

İlk üretilen yarı kristalize formda bloklar, VITA firmasının piyasaya sunduğu Suprinity isimli bloklardır ve ağırlıkça %8-12 arası zirkonya içeren cam seramikten oluşmaktadır. VITA Suprinity CAD/CAM blokları içerik olarak detaylı bir şekilde bakılırsa silikon dioksit (SiO_2), lityum oksit (Li_2O), potasyum oksit (K_2O), fosfor pentoksit (P_2O_5), alüminyum oksit (Al_2O_3), zirkonyum dioksit (ZnO_2), seryum IV oksit (CeO_2) ve pigmentlerden oluşmaktadır.^{18,19} Tüm bileşenler $1500^\circ C$ 'de homojen olarak karıştırılmak üzere ısıtılır. Blok formunu elde etmek üzere kalıplara dökülür. Bu bloklar bu formda çok kırılabilir oldukları ve kazıma işlemine uygun olmadıkları için ikinci bir fırınlama işlemine tabi tutulurlar ($500^\circ C$ - $600^\circ C$ arası). Bu aşamada lityum metasilikat formuna dönüşüm gerçekleşir ve frezeleme işlemine uygundur. Frezeleme işlemi sonrası materyal yarı sinterize halden tam sinterize hale geçmek adına bir final fırınlanmasına girmelidir. 8 dakika kadar $840^\circ C$ sıcaklıkta fırınlanır. Frezelemeden sonra ölçülen kırılma dayanımı 210 MPa iken, fırınlama sonrası kristalleşme ile kırılma dayanımı 420 MPa'a kadar ulaşır.¹⁸

Tam Sinterize Bloklar (Dentsply Sirona Celtra Duo)

Yarı sinterize formda bloklardan daha sonra üretilen tam sinterize bloklar da yarı sinterize bloklar gibi %10 oranında zirkonya içermektedirler. Bu içerikteki bloklar Dentsply'in ürettiği Celtra Duo bloklardır ve bu blokların kristalit yapısı (500 - 700 nm), geleneksel LS kristallerine (2000 - 4000 nm) oranla 4 ile 8 kat arasında daha küçüktür. Yüksek cam içeriğine rağmen iyi bir kırılma dayanımı gösterme sebebi bu ince mikroyapısıdır.²⁰

Optik olarak ise 500 - 700 nm boyutundaki lityum silikat kristallerinin yine doğal bir görüntü oluşturmak için ideal olduğu üretici firma tarafından öne sürülmüştür. Üretici firma, tam kristalize formda Celtra Duo'nun ayrı bir kristalizasyon fazına ihtiyaç duymamasından ötürü doğrudan kazıma işlemi ve mekanik cila sonrası uygulanabildiğini söylemektedir ve bu sayede tedavi sürecinin kıaldığını aktarmaktadır. Ancak firma, zorunlu kılmamakla birlikte, daha ideal bir estetik görüntü sağlanması adına ve bükülme dayanımının 210 MPa'dan 370 MPa'a yükseltilmesi amacı gözeterek ek bir glaze fırınlaması ($820^\circ C$ 8 dakika fırınlama) yapılmasını önermektedir.²⁰

Üreticilerine göre VITA Suprinity'nin bükülme dayanımı $443,63 \pm 38,90$ MPa olarak bulunmuş, kırılma dayanımı $2,31 \pm 0,17$ MPa, elastik modülü $70,44 \pm 1,97$ GPa ve sertliği $6,53 \pm 0,49$ GPa'dır.⁶ Celtra Duo'nun kırılma dayanımı ise 2 MPa olarak gözlemlenirken, bükülme dayanımı 210 -

370 MPa, elastik modülü 70 GPa ve sertliği 7 GPa olarak bulunmuştur.²¹

Isı ile Presslenen ZLS Seramikler

CAD/CAM sistemlere alternatif olarak üretilen ısı ile presslenen ZLS cam seramikler üretilmiştir (Celtra Press, Dentsply Sirona). Üretici firmaya göre, ekstra fırınlama yapılmasıyla beraber materyalin mekanik dayanımı 500 MPa'ın üzerine çıkmaktadır.²¹ 2017 yılında piyasaya sürülen Celtra Press'in ardından, 2020 yılında ise VITA Ambria üretilmiştir ve normalde mekanik dayanımı 396 MPa olan materyalin, ek fırınlama işlemleriyle mekanik dayanımının 540 MPa'a kadar yükseldiği öne sürülmüştür.^{22,23}

Bu materyaller CAD/CAM sistemlere nazaran çok yeni oldukları için haklarında yeterince literatür çalışması ve kaynak bulunmamaktadır.

Materyallerin Avantajları, Dezavantajları ve Yapılan Araştırmalar

Elsaka ve ark.⁶ tarafından 2016 yılında yapılan, ZLS ve LS ile güçlendirilmiş seramiklerin mekanik özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, ZLS seramiklerin kırılma dayanımı, bükülme direnci, elastik modülü ve sertlik derecesi bakımından LS seramiklere kıyasla daha üstün olduğu bulunmuştur.

2016 yılında Ramos ve ark.²⁴ tarafından yapılan mekanik özelliklerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada, ZLS ve LS ile güçlendirilmiş seramikler arasında anlamlı farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır.

2015 yılında çeşitli materyallerin ışık geçirgenliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, yüksek translusensiyeye sahip cam seramiklerle karşılaştırıldığında, ZLS cam seramik daha opak bir yapı gösterirken, polisajlı yüzeylere sahip konvansiyonel LS seramikler ile kıyaslandığında daha yüksek translusensi değerleri görülmüştür.⁵

D'Arcangelo ve ark.²⁵ tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, altın alaşımları ve mine kullanılarak Celtra Duo ve benzeri 5 farklı bloğun aşınma dayanımları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, glaze fırınlaması uygulanmamış Celtra Duo'nun düşük aşınma direncine sahip olduğu tespit edilmiş ve bu nedenle glaze fırınlamasının gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Lawson ve ark.²⁶ farklı CAD-CAM bloklarının aşınma direncini, mekanik dayanımını, elastik modülünü ve sertliklerini karşılaştırdıkları araştırmalarında, glaze fırınlaması yapılmamış Celtra Duo bloklarının mekanik dayanımları ($300,1$ MPa) ile glaze fırınlaması yapılmış olanların ($451,4$ MPa) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı çalışmada, glaze fırınlaması uygulanmış ve uygulanmamış 44 Celtra Duo örneğinin sertlikleri bakımından aralarında anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuş ve glaze fırınlaması yapılmış numunelerin yapılmamış olanlara oranla daha yüksek sertliğe sahip olduğu

belirtilmiştir. Glaze fırınlanması yapılmamış Celtra Duo'nun kırılma dayanımı (300,1 MPa), IPS e.max CAD'den (376,9 MPa) daha düşük bulunmuş, ancak glaze fırınlanması yapılmış Celtra Duo'nun (451,4 MPa) IPS e.max CAD'e göre daha yüksek kırılma dayanıma sahip olduğu görülmüştür.

ZLS Seramiklerin Laboratuvar Aşamasında Hazırlık Süreçleri ve Klinik Kullanımda Etkileri

ZLS cam seramiklerin kazıma işlemi tamamlandıktan sonra, ince elmas uçlu frezlerle 10.000-12.000 devirde mikromotor kullanılarak tesviye işlemi gerçekleştirilmeli ve uygun polisaj kitleriyle cilalanmalıdır. Ek olarak, tercihen glaze işlemi de uygulanabilir. ZLS bloklarıyla CAD/CAM yöntemiyle üretim yapıldıktan ve kristalizasyon veya fırınlama işlemi tamamlandıktan sonra oklüzal düzenlemelerin yapılması önerilmez. Bu işlemin restorasyonun kırılma olasılığını artırabileceği ve gelen kuvvete karşı dayanımını azaltabileceği gösterilmiştir.²⁷ Laboratuvar ortamında iyi parlatılmış restorasyonlarda çok daha az plak tutulumu olduğu gözlemlenmiştir.²⁸ Hepatosit büyüme faktörü (HGF) salınımına izin vermesi ve yüksek oranda biyoyumlu olması nedeniyle yumuşak dokuya değdiği noktalarda olumlu etkileri vardır.²⁷ Monolitik ZLS cam seramik restorasyonlarda minimum kuron kalınlığının 1 mm olması gerektiği belirtilmiştir.²⁷

ZLS Seramiklerin Simantasyonu

Tam seramik restorasyonlar için simantasyon prosedürleri büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple hibrit yapılı ZLS cam seramikler için de yüzey işlemleriyle sağlanacak iki modlu (kimyasal ve mekanik) bağlanma çok önemlidir. Hidroflorik asit (HF) uygulanması ile beraber silan primer uygulanması ZLS cam seramikler için en ideal adezyon hazırlığıdır.^{29,30} Asidik uygulamalar (HF gibi) restorasyon yüzeyini pürüzlendirir ve mikroporozite oluşumunu destekleyerek reçine siman ve restorasyon bağlantısını "mekanik olarak" güçlendirir.³¹ Oluşumu arzu edilen mikroratif alanın geliştirilmesi için, üretici talimatlarına uygun şekilde restoratif materyalin iç yüzeyinin %5'lik HF ile pürüzlendirilmesi yapılır. Bu asit uygulaması yarı kristalize ZLS bloklar (VITA Suprinity) için 20 saniye, tam kristalize ZLS bloklar (Celtra Duo) için 30 saniye olarak bildirilmiştir (Tablo 1).^{32,33} Hava su spreyi ile HF durulanır. Bunun sebebi asitleme sonrası mikroporoz alanlara çöken kristallerin temizlenmesinin gerekliliğidir. Bu çöken kristaller temizlenmediğinde adeziv simanın mikromekanik bağlantıyı sağlamak için önünde engeller oluşur ve bu durum bağlanma dayanıklılığını düşürür.³⁴ Bu sebepten dolayı yüzey çok iyi asitten temizlendikten sonra kurulanmalı ve silan uygulanmalıdır. Silanın reaksiyona girmesi için 60 saniye beklenmelidir. Sartori ve ark.'ın³¹ bulduğu verilere göre, ZLS cam seramikler için kullanılan silanlar arasında metakrioloksidesil dihidrojen fosfat (MDP) içeren silanlar,

geleneksel silanlara kıyasla daha yüksek bağlanma dayanımı sergilemektedirler.

Tablo 1. ZLS cam seramikler (Yarı sinterize/Tam sinterize).

	Yarı Sinterize ZLS Cam Seramikler	Tam Sinterize ZLS Cam Seramikler
	VITA Suprinity	Dentsply Sirona Celtra Duo
Zirkonya içeriği	%8-10	%8-10
Final kristalizasyon fırınlanması	Gerekli.	Gerekli değil. (Yapılırsa mekanik direnç artar.)
Mekanik Direnç	- 420 MPa (Gerekli olan final kristalizasyon fırınlanması uygulandıktan sonra.)	- 210 MPa (Sadece mekanik cila uygulandıığında.) - 370 MPa (Final kristalizasyon fırınlanması tercih edilirse.)
Simantasyon	%5'lik HF ile 20 saniye pürüzlendirme ve adeziv simantasyon.	%5'lik HF ile 30 saniye pürüzlendirme ve adeziv simantasyon.

Uzun Dönem Klinik Çalışmalar ve Sağ Kalım Oranları

ZLS cam seramikler uzun dönem klinik çalışmalar açısından kısıtlı bir materyal grubudur çünkü görece yeni bir materyaldir. Zimmermann ve ark.³⁵ yaptığı çalışmada ZLS seramik materyallerin 1 yıllık sağ kalım oranı %96,7 olarak bulunmuştur. Bir diğer çalışmada ise lityum silikat içerikli seramik materyaller belli periyotlarda olmak üzere in-vitro olarak döngüsel yaşlandırma işlemine (fatigue cyclic load) sokulmuştur. Bu çalışmanın sonucunda LS seramik materyallerin, ZLS materyallere nazaran uzun dönemde daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Celtra Duo ise Suprinity'e göre uzun dönemde daha başarılı bulunmuştur.³⁶

SONUÇ

ZLS, LS cam seramiklerin sektöre getirdiği estetik özellikleri zirkonya materyalin yüksek dayanımı ile birleştirmeyi amaçlamıştır ve her geçen gün gelişen dental materyal üretim teknikleri ve teknolojileri sayesinde kullanımı günden güne sıklığa devam etmektedir. ZLS cam seramiklerin görece olarak yeni materyaller olmasından ötürü çalışmalar kısıtlı olmakla beraber günden güne yapılan araştırmalar da artmakta ve bu araştırmalar ışığında hem var olan materyaller geliştirilmekte hem de yeni materyaller piyasaya sürülmektedir. Hali hazırda materyalin iki ayrı piyasaya sürülmüş versiyonu vardır. Bunlardan biri tam kristalize ZLS cam seramikler (Dentsply Sirona Celtra Duo), diğeri ise yarı kristalize ZLS cam seramiklerdir (VITA Suprinity). Yarı kristalize ZLS cam seramikler konusunda üretici firma yönergesi materyalin yapısı nedeniyle daha nettir çünkü bu materyaller zaten yapıları gereği mutlaka kazıma sonrası bir fırınlama işlemi görmelidir. Ancak tam kristalize ZLS cam seramikler konusunda üretici firma tek bir final aşaması sunmamaktadır. Firma Celtra Duo materyalinin kazıma işlemi sonrası mekanik cila yapılmasının ardından restorasyonun simantasyonunun yapılabileceğini, ancak bir final fırınlanması yapılırsa da materyalin dayanıklılığının ve estetik özelliklerinin arttığını öne sürmektedir. Sonuç olarak bu durum tam kristalize ZLS cam seramikler

için LS cam seramikler ve yarı sinterize ZLS cam seramiklerle karşılaştırarak daha fazla çalışma yapılması gerekliliğini gözler önüne sermektedir.

KAYNAKLAR

1. Bonfante EA, Gracis S. Individual ceramic crowns for teeth. In: Ferencz JL, Silva NRFA, Navarro JM, editors. High-Strength Ceramics: Interdisciplinary Perspectives. 1st ed., Illinois, Quintessence Publishing Co, Inc; 2014. p. 63-98.
2. Nasr E, Makhoulouf AC, Zebouni E, Makzoumé J. All-ceramic Computer-aided Design and Computer-aided Manufacturing restorations: Evolution of structures and criteria for clinical application. *J Contemp Dent Pract* 2019; 20: 516-523.
3. Kurt M, Turhan Bal B. Farklı yüzey işlemleri ve hızlandırılmış yapay yaşlandırmanın monolitik seramik sistemlerin yüzey pürüzlülüğü ve topografisi üzerine etkileri. *Selcuk Dent J* 2017; 4: 68-76.
4. Aljanobi G, Al-Sowaygh ZH. The effect of thermocycling on the translucency and color stability of modified glass ceramic and multilayer zirconia materials. *Cureus* 2020; 12: e6968.
5. Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent* 2015; 113: 534-540.
6. Elsaka SE, Elnaghy AM. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dent Mater* 2016; 32: 908-914.
7. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 227-235.
8. Traini T, Sinjari B, Pascetta R, Serafini N, Perfetti G, et al. The zirconia-reinforced lithium silicate ceramic: lights and shadows of a new material. *Dent Mater J* 2016; 35: 748-755.
9. Silva LHD, Lima E, Miranda RBP, Favero SS, Lohbauer U, et al. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res* 2017; 31: e58.
10. Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, et al. Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open Access Maced J Med Sci* 2018; 6: 1742-1755.
11. Belli R, Wendler M, de Ligny D, Cicconi MR, Petschelt A, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 1: measurement of elastic constants and microstructural characterization. *Dent Mater* 2017; 33: 84-98.
12. Flinn BD, Raigrodski AJ, Mancl LA, Toivola R, Kuykendall T. Influence of aging on flexural strength of translucent zirconia for monolithic restorations. *J Prosthet Dent* 2017; 117(2): 303-309.
13. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, et al. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007; 20(4): 383-388.
14. O'Brien WJ. *Dental materials and their selection*. 10th ed., Chicago, Quintessence; 2002.
15. Brenes C, Duqum I, Mendonza G. Materials and systems for all ceramic CAD/CAM restorations. *Dent Trib Int Mag Digi Dent* 2016; 3: 10-15.
16. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 1289-1296.
17. Traini T, Sinjari B, Pascetta R, Serafini N, Perfetti G, et al. The zirconia-reinforced lithium silicate ceramic: lights and shadows of a new material. *Dent Mater J* 2016; 35(5): 748- 755.
18. Vita Zahnfabrik. Vita Suprinity PC-Technical and scientific documentation, 2019.
19. Durschang B, Probst J, Thiel N, Bibus J, Vollman M, Schusser U (inventors). Fraunhofer- Gesellschaft, Degudent, Vita Zahnfabrik, assignees. Lithium disilicate glass-ceramic, method for production thereof and use thereof. US patent application 20120309607 A1, 6 December 2012.
20. Dentsply Sirona. Celtra® Duo. Developed to make a difference - Brochure for the dental laboratory, 2017.
21. Dentsply Sirona. Celtra Duo Fact File. Online available from; <https://www.dentsplysirona.com/en-us/categories/restorative/celtra-duo.html>.
22. Dentsply Sirona. Celtra Press Fact File. Online available from; https://assets.dentsplysirona.com/websites/microsites/celtra/Celtra_Press_Lab_Brochure.pdf.
23. VITA Zahnfabrik. Vita Ambria Brochure. Online available from; <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-AMBRIA-Lithium-disilicate-pressceramic-92379.html>. 2020.
24. Ramos NdeC, Campos TMB, de La Paz IS, Machado JPB, Bottino MA, et al. Microstructure characterization and SCG of newly engineered dental ceramics. *Dent Mater* 2016; 32(7): 870-878.
25. D'Arcangelo C, Vanini L, Rondoni GD, De Angelis F. Wear properties of dental ceramics and porcelains compared with human enamel. *J Prosthet Dent* 2016; 115(3): 350-355.
26. Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater* 2016; 32: e275-e283.
27. Zarone F, Ruggiero G, Leone R, Breschi L, Leuci S, et al. Zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS) mechanical and biological properties: A literature review. *J Dent* 2021; 109: 103661.
28. Abdalla MM, Ali IA, Khan K, Mattheos N, Murbay S, et

al. The influence of surface roughening and polishing on microbial biofilm development on different ceramic materials. *J Prosthodont* 2021; 30: 447-453.

29. Aboushelib MN, Sleem D. Microtensile bond strength of lithium disilicate ceramics to resin adhesives. *J Adhes Dent* 2014; 16: 547-552.

30. Sato TP, Anami LC, Melo RM, Valandro LF, Bottino MA. Effects of surface treatments on the bond strength between resin cement and a new zirconia-reinforced lithium silicate ceramic. *Oper Dent* 2016; 41: 284-292.

31. Sartori N, Tostado G, Jin-Ho P, Kazunari T, Lin R, et al. CAD/CAM High Strength Glass- Ceramics. *Quintessence Dent Technol* 2015; 38: 39-54.

32. Dentsply Sirona. The new DNA of high-strength glass ceramics, Celtra Duo, 2013.

33. VITA Suprinity: Technical and Scientific Documentation. VITA Zahnfabrik, 2013

34. Duarte Jr S, Phark JH, Blatz M, Sadan A. Ceramic systems: An ultrastructural study. *Quintessence Dent Technol* 2010; 33: 42-60.

35. Rinke S, Pfitzenreuter T, Leha A, Ziebolz D. Clinical evaluation of chairside-fabricated partial crowns composed of zirconia reinforced lithium silicate ceramics: 3-year results of a prospective practice-based study. *J Esthet Restor Dent* 2020; 32: 226-235.

36. Wendler M, Belli R, Valladares D, Petschelt A, Lohbauer U. Chairside CAD/CAM materials. Part 3: Cyclic fatigue parameters and lifetime predictions. *Dent Mater* 2018; 34: 910-921.

DERLEME

Molar Keser Hipomineralizasyonunda Güncel Yaklaşımlar

Current Approaches in Molar Incisor Hypomineralization

Araş. Gör. Merve Taşcı

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, Konya

ORCID ID: 0009-0001-1981-6291

Dr. Öğr. Üyesi Merve Abaklı İnci

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, Konya

ORCID ID: 0000-0003-2979-0336

Geliş tarihi: 14.09.2023

Kabul tarihi: 07.02.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.90958

Yazışma adresi:

Araş. Gör. Merve Taşcı
Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, Konya

Adres: Beyşehir Caddesi, Bağlarbaşı Sokak, 42090
Meram/Konya

Tel: 0 539 736 99 80

E-posta: tasci.mervee@hotmail.com

ÖZET

Molar keser hipomineralizasyonu (MIH), bir veya daha fazla daimi birinci büyük azı dişinin ve genellikle daimi keser dişlerin, nadiren de süt dişlerinin etkilendiği gelişimsel bir mine defektidir. MIH görülme sıklığı toplumlar arası farklılıklar göstermekle birlikte; bu oran %2,9 ile %44 arasında değişmektedir. MIH'in sistemik, çevresel ve kalıtsal faktörlere sahip çok faktörlü bir hastalık olduğu düşünülse de, etkilenen çocukların bir kısmında tanımlanabilir hiçbir risk faktörü olmaması etyolojisinin tam olarak anlaşılamadığını göstermektedir. Sağlıklı mine ile karşılaştırıldığında hipomineralize minenin sertliği ve elastikiyeti azalmış, porozitesi artmıştır. MIH'in şiddetine göre dişteki opasitelerin konumu, lezyonun rengi, hassasiyet durumu, çürük öyküsü ve kuron tahribatı değişmektedir. Mineyi içeren diğer defektlerle ayırıcı tanısı iyi yapılmalıdır. MIH gözlenen dişlerin tedavisi molar ve kesici dişler için farklı olup koruyucu öneriler, remineralizasyon ve hassasiyeti önleme hepsinde ortaktır. Bu derlemenin amacı MIH'in tanısının, toplumlarda görülme sıklığının, meydana gelmesinde rol oynayan etyolojik sebeplerin, histolojik ve karakteristik özelliklerin, ayırıcı tanısının ve tedavi seçeneklerinin ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesidir.

Anahtar Kelimeler: Molar keser hipomineralizasyonu, çocuk, keser diş, azı diş.

ABSTRACT

Molar incisor hypomineralization (MIH) is a developmental enamel defect in which one or more permanent first molars, usually permanent incisors, and rarely primary teeth are affected. Although the incidence of MIH varies between societies; this rate varies between 2.9% and 44%. Although MIH is thought to be a multifactorial disease with systemic, environmental, and hereditary factors, the absence of any identifiable risk factors in some of the affected children indicates that its etiology is not fully understood. Compared to healthy enamel, the hardness and elasticity of hypomineralized enamel decreased and its porosity increased. According to the severity of MIH, the location of the opacities in the tooth, the color of the lesion, the sensitivity severity, the history of caries and the destruction of the crowns vary. Differential diagnosis with other enamel-containing defects should be done well. The treatment of teeth with MIH is different for molars and incisors, and preventive recommendations, remineralization, and sensitivity prevention are common to all. The aim of this review is to evaluate in detail the diagnosis of MIH, its incidence in populations, the etiological factors that play a role in its occurrence, histological and characteristic features, differential diagnosis, and treatment options.

Keywords: Molar incisor hypomineralization, child, incisor tooth, molar tooth.

GİRİŞ

Mine dokusunun gelişim sürecinde, yıkım meydana gelmesi veya gelişimin duraklaması sonucunda ortaya çıkan defektlerin tümü 'gelişimsel mine defekti' olarak adlandırılmaktadır.^{1,2} Minede kalıcı hasara neden olan ve çevresel faktörlerdeki değişimlere bağlı olarak ortaya çıkan bu tür gelişimsel defektlerden biri de "molar keser hipomineralizasyonu-molar incisor hypomineralization (MIH)"dır.³ 2003 yılında MIH ayrıca, mine renginin bozulmasına ve etkilenen dişlerin kırılmasına yol açan, azalan mineralizasyon ve inorganik mine bileşenlerinin neden olduğu gelişimsel, kalitatif bir mine kusuru olarak tanımlanmıştır.^{4,5}

MIH, en az bir kalıcı molar diş ve potansiyel olarak daimi kesici dişlerin sert dokularını etkileyen bir hastalıktır.⁶⁻⁹ Nadir durumlarda diğer dişler ve süt dişleri de etkilenir.⁴ Bu dişlerde hassasiyet, post eruptif doku yıkımı ve çürüğe yatkınlık görülebilmektedir. Ön dişlerdeki ilişkili opasitelerin fonksiyonel problemlere sahip olma olasılığı daha düşüktür, ancak estetik ve psikososyal sorunlara neden olabilmektedir.^{4,5} Defektler değişik boyut ve renklerde olup; beyaz, kremi veya sarıdan kahverengiye kadar değişmektedir.¹⁰ Literatürde beyaz-sarı veya sarı-kahverengi renkte ve sınırları belirgin olan opasitelerin bulunduğu molar dişler için birçok farklı tanımlama bulunmaktadır. Hipomineralize sürekli birinci molar,¹¹ idiyomatik mine hipomineralizasyonu,¹² floridden bağımsız hipomineralizasyonu¹³ ve peynir molarlar¹⁴ bu terimlerden bazılarıdır.

Bu derlemenin amacı MIH'ın tanısının, toplumlarda görülme sıklığının, meydana gelmesinde rol oynayan etiyolojik sebeplerin, histolojik ve karakteristik özelliklerin, ayrıca tanısının ve tedavi seçeneklerinin ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesidir.

Epidemiyoloji

Dünyanın farklı yerlerinde yapılan epidemiyolojik araştırmalar, MIH prevalansında geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Araştırma protokolleri, kalibrasyon yöntemleri, indeks seçimi, katılımcı sayısı ve popülasyon özelliklerindeki zayıf standardizasyon nedeniyle bu farklı epidemiyolojik araştırmalar arasında geçerli karşılaştırmalar yapmak zordur.^{15,16} Ayrıca coğrafi bölgelerde MIH prevalansındaki farklılığın sebebinin çevresel (doğum öncesi ve sonrası), sosyodemografik, davranışsal faktörler (sosyoekonomik durum, beslenme ve emzirme), değerlendirme yöntemi (ışık altında inceleme, retrospektif, prospektif veya uzunlamasına çalışma tasarımı), çalışma popülasyonundaki çürük oranı ve genlerden kaynaklandığını gösteren çalışmalar da vardır.^{17,18}

Epidemiyolojik araştırmalar, dikkate alınan bölge veya gruba bağlı olarak MIH prevalansında, farklı yerlerde %2,9 ile %44 arasında değişim olduğunu göstermiştir. Dünya genelinde ise prevalans %14,2 olarak bildirilmiştir.¹⁹⁻²² Prevalanslardaki farklılıklardan dolayı Ghanim ve ark.²³

Avrupa Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (EAPD) değerlendirme kriterlerine dayalı standart bir puanlama sistemi bulmuşlardır. Gelecekteki epidemiyolojik çalışmalarda kullanımını kolaylaştırmak ve standardize etmek için yakın zamanda bir kılavuz da yayınlanmıştır.²³

Etiyoloji

Mine oluşumu daimi kesicilerde ve birinci molar dişlerde doğumdan hemen önce başlar ve yaşamın ilk dört yılında tamamlanır. MIH'ın etmenlerinden birinin de belirli süre boyunca (mine gelişimi esnasında), mine oluşumunu bozacak bir faktörün hem molar hem de keser dişleri beraber etkilemesi olduğu düşünülmüştür.⁸ Literatür MIH ile ilişkili birkaç durum sunsa da, etiyolojisi hakkında henüz fikir birliğine ulaşılamamıştır.²⁴⁻²⁶ Ancak MIH'ın, minenin olgunlaşma sürecini etkileyen sistemik, çevresel ve kalıtsal faktörlere sahip çok faktörlü bir hastalık olduğuna inanılmaktadır.^{6,27} Genetik durumlar, yetersiz beslenme, antibiyotik kullanımı, su çiçeği ve solunum yolu hastalıkları MIH'ın olası nedenlerine örnek olarak bildirilmiştir.²⁸⁻³¹ MIH oluşumunun önlenmesi için etiyolojik faktörlerin araştırılması ve risk altındakilerin belirlenmesi gereklidir.³² MIH'a neden olan faktörler üç dönem içerisinde incelenmektedir;

Prenatal Faktörler

Yakın tarihli bir sistematik incelemede³³, gebeliğin son üç ayındaki hiçbir spesifik hastalık MIH ile ilişkilendirilmemiş olmasına rağmen, yapılan başka çalışmalarda MIH'lı çocukların annelerinde bazı tıbbi sorunların daha sık olduğu bildirilmiştir.^{34,35} Yakın tarihli bir meta-analiz, anneleri hamilelik sırasında sağlık sorunu yaşayan çocukların, anneleri hamilelik sırasında sağlık sorunu yaşamayan çocuklara göre %40 oranında daha fazla MIH'a yatkınlık gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca bu çalışmada hamilelik sırasında alınan ilaçlar, annenin sigara içmesi veya annenin alkol alması ile MIH arasında bir ilişki olduğuna dair kesin bir kanıt bulunamamıştır.³⁴ 2013 yılında yapılan bir çalışmada fetal gelişim sırasında enfeksiyon, annenin psikolojik stresi ve sık ultrasona maruz kalmanın MIH riskini önemli ölçüde artırdığı gösterilmiştir.³⁶

2022 yılında Khanmohammadi ve ark.'nın³⁷ Tahran'da yaptığı çalışmada 1028 hastanın 520'si (%50,6) erkek, 508'i (%49,4) kadındı ve 263'ünde (%25,6) MIH vardı. Dahil edilme kriterleri 7-12 yaş aralığı, çalışmaya katılma isteği ve klinik muayene sırasında işbirliği idi. Annelerin 62'sinde (%6) preeklampsi (sistolik kan basıncı >140 mmHg veya diyastolik kan basıncı >90 mmHg, genellikle hematüri ile birlikte), 47'sinde (%4,6) hipertansiyon, 105'inde (%10,2) gebelik diyabeti ve 67'sinde (%6,5) solunum sıkıntısı ve astım olduğu bildirilmiştir.³⁷

Perinatal Faktörler

Garot ve ark.'nın³³ yaptığı çalışmada perinatal dönemde hipoksi, erken doğum, düşük doğum ağırlığı, doğum komplikasyonları ve sezaryen gibi farklı parametrelerin MIH varlığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bu yeni sistematik inceleme ve meta-analiz, 16 çalışmada (n=9867 katılımcı) bildirilen doğumda hipoksinin MIH'a sahip olma olasılığını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Tek başına analiz edildiğinde prematüre doğum da MIH ile anlamlı şekilde ilişkilendirilmiştir.³³ Bu bulgu, Fatturi ve ark.'nın³⁴ yaptığı sistematik inceleme ve meta-analizde bildirilen bulgularla çelişmektedir. Bu çelişkili sonuçlar, iki incelemede yer alan çalışmaların sayısı ile açıklanabilir. Garot ve ark.³³ Fatturi ve ark.'nın³⁴ neredeyse iki katı kadar çalışmayı dâhil etmiştir ve bu nedenle MIH gelişiminde bilinen perinatal sistemik etiyolojik faktörler için daha güçlü bir argüman sağlar.

Doğum sırasında sezaryen ve vajinal doğumun komplikasyonları çocuklarda MIH riskini artırabilir.³⁸ Yapılan bir çalışmada çocukların doğum yöntemi ile MIH arasındaki ilişki araştırılmış toplam 809 hastanın (%87,7) vajinal yolla, 129'unun ise (%12,5) sezaryen ile doğduğu bildirilmiştir. Ayrıca 31 (%3) annede zor doğum, 59 çocukta (%5,7) düşük doğum ağırlığı (<2,5 kg) bildirilmiştir.³⁷

Postnatal Faktörler

Çocukluk çağı bulaşıcı enfeksiyon hastalıkları, ilaç kullanımı, yüksek ateş, emzirme ve çevresel toksik maddelerin MIH üzerinde etkili olabileceği bildirilmiştir. Önceki çalışmalar, anne emzirme süresinin MIH ile ilişkili olabileceğini öne sürmüştür.²⁸ Örneğin MIH prevalansının %25,6 olduğu bir çalışmada emzirme süresi 85 çocukta (%8,3) 6 aydan az, 181 çocukta (%17,6) 6-12 ay arasında, 689 çocukta (%67) 12-18 ay arasında ve 73 çocukta (%7,1) 18 aydan fazlaydı.³⁷ Yapılan başka bir çalışmada ise emzirme süresi ile MIH oluşumu arasında bir bağlantı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. İlaç kullanımıyla ilgili olarak, yalnızca antibiyotikler MIH ile ilişkilendirilmiştir. Kızamık, idrar yolu enfeksiyonu, bronşit, otit, mide rahatsızlıkları, ateş, böbrek hastalıkları, zatürre ve astım gibi çocukluk hastalıklarının da MIH ile ilişkili olduğu bulunmuştur.³³

MIH'ın ortaya çıkması ile ilişkili ana hipotezlerden biri, baş ve boyun bölgesinde görülen oksijen düzeyindeki yetersizliktir. Bu yetersizliğin ana nedenleri astım, bronşit, pnömoni, rinit gibi perinatal dönemde ortaya çıkan hastalıklardır.³⁹ Solunum hastalıklarında meydana gelen hipoventilasyona bağlı anormal oksijen seviyeleri ve solunum asidozu gibi bazı faktörler, mine matriksinin pH değerlerini değiştirerek proteolitik enzimlerin etkisini inhibe etmekte ve hidroksiapatit kristallerinin büyümesini olumsuz etkilemektedir.⁴⁰ Çocukluk hastalıkları (orta kulak iltihabı gibi), böbrek yetmezliği ve yüksek ateş ataklarının tümü, amelogenesis sürecinde anahtar görevi gören proteolitik en-

zimlerin işlevinin bozulmasına neden olmaktadır.

MIH'a sebep olan diğer bir faktör ise strestir. 2006 yılında yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, çocuklarda sistemik hastalık varlığında stres nedeniyle kandaki kortizol düzeyi önemli ölçüde artmaktadır.⁴¹ Ameloblastlar glukokortikoid reseptörleri taşıdıkları için, sistemik hastalığa bağlı artış gösteren kortizol düzeyi ile MIH arasında ilişki olduğu öne sürülmektedir. Benzer şekilde astımlı hastalara uygulanan inhalerlerdeki kortikosteroidler de MIH düzeyi ile ilişkili bulunmuştur. Bu durumda dışsal (inhaler) ve içsel (strese bağlı kortizol) kaynaklı glukokortikoidler ameloblastlar üzerindeki reseptörlere bağlanarak amelogenesis sürecini olumsuz etkileyebilmektedir.⁴²

Ek olarak, birkaç retrospektif çalışma⁴³ erken çocukluk döneminde antibiyotik kullanımı ile MIH arasında bir ilişki bulmuştur. Bununla birlikte, nedensel faktörün antibiyotik kendisi mi, tedavi edilen hastalık mı yoksa bu faktörler arasındaki sinerjistik ilişki mi olduğu tespit edilememektedir.³⁸ Antibiyotiklerin MIH gelişimindeki kesin rolünü belirlemek için enfeksiyon veya ateş olsun ya da olmasın hayvan modellerinde ilaç kombinasyonlarını kullanan daha ileri araştırmalar gereklidir.⁴⁴ Beslenme ve D vitamini eksikliği (hem doğum öncesi hem de doğum sonrası) ile MIH arasındaki olası bağlantı hakkında da spekülasyonlar devam etmektedir.⁴⁵

Şaşırtıcı bir şekilde, MIH'ın görülmesine neden olan birçok etiyolojik faktör öne sürülmesine rağmen, etkilenen çocukların %20 kadarında tanımlanabilir hiçbir risk faktörü yok gibi görünmektedir.¹⁰ Bu bulgu ve MIH'ın kardeşler arasında daha yaygın olması, amelogenesis ile ilgili genlerdeki varyasyonların MIH'a duyarlılıkta önemli bir rol oynamasına dair inancı güçlendirmiştir.^{46,47} Monozigotik ve dizigotik ikizleri (MIH olan ve olmayan) içeren araştırma, genetik etkiler için bugüne kadarki en gerçeğe yakın sonucu vermiştir.²⁷ Mine (ENAM), tuftelin etkileşimli protein 11 (TFIP11) ve tuftelin 1 (TUFT1) gibi genlerin MIH'ın gelişimi ile ilişkili olduğu görülmektedir.⁴⁶ MIH ve genetik faktörler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için daha geniş ölçekli ve daha ileri çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.³⁸

Ek olarak düşük eğitim seviyesi,⁴⁷ düşük gelir,²⁷ ikamet yeri gibi bir takım sosyodemografik etkilerin, aynı zamanda yüksek eğitim seviyesi ve yüksek gelirin⁴⁸ potansiyel olarak MIH ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Histolojik Özellikleri ve Patogenezi

MIH ile ilgili histopatolojik veriler, diğer mine defektlerinden farklı olarak, MIH'da hipomineralizasyonun mine yüzeyinde değil mine-dentin sınırında (EDJ) başladığını ortaya koymaktadır.^{19,49,50} Hafif MIH'da hipomineralizasyon iç mine ile sınırlı kalırken dış yüzey sağlamdır. Şiddetli MIH'da tüm mine tabakası hipomineralize olur. Fearne ve ark.⁴⁹ tarafından yapılan bir araştırmaya göre, etkilenen

diş minesini %20 daha az mineral konsantrasyonuna sahip iken, MIH'da mine protein içeriği, sağlam mineden 3 kat ile 15 kat daha yüksektir.

Hipomineralize minedeki ultrastrüktürel, mekanik ve kimyasal değişiklikler hakkında bilgi sahibi olmak, MIH etiyojisi anlayışımızı geliştirmede ve tedavi stratejilerini bilgilendirmede temeldir. Elhennawy ve ark.'ın⁵¹ sistematik derlemesi, çekilen hipomineralize insan dişlerinin çeşitli kimyasal ve fiziksel özelliklerini araştıran 22 temel bilimsel çalışmayı içermektedir. Özetle, 'normal' mine ile karşılaştırıldığında, hipomineralize mine, sertliği ve elastikiyeti azaltmış, gözenekliliği arttırmış, daha yüksek bir protein içeriğine ve değiştirilmiş bir karbon: karbonat oranına sahip görünmektedir. Sarı/kahverengi hipomineralize minede serum albüminin nispi bolluğu da dikkate değer bir bulgudur ve mine kristal büyümesinin potansiyel bir inhibitörü olarak bildirilmiştir.¹⁸

MIH Görülen Dişlerin Karakteristik Özellikleri ve Klinik Bulguları

MIH'ın klinik olarak muayenesinin yapılabilmesi için dişlerin temiz ve nemli olması gerekir. Klinik muayenenin yapılması için en ideal yaş sekizdir, çünkü sekiz yaşında daimi birinci moların tamamı ve keser dişlerin çoğu erüpsiyonunu tamamlamıştır. Ayrıca, daimi birinci molarlar ileri post erüptif yıkım olmadığından nispeten daha iyi durumda görülecektir.⁵² Klinik olarak lezyonların görünümü değişik renklerde, sınırları net izlenebilir ve belirgin opasiteler şeklinde gözlenir. Etkilenmiş mine normal kalınlıkta, fakat poroziteler nedeniyle sağlam mineye oranla daha düşük kalitededir. Klinik olarak bakıldığında hipomineralizasyon, minenin translusensinde değişikliğe neden olabilir. Daha şiddetli durumlarda daha az mineral içeriği olduğundan opasite de artmış olarak gözlenir.⁵³ Lezyonların MIH olarak kaydedilmesi için 1 mm'den büyük olması gerekir.¹⁰ MIH'ta daimi birinci molar dişlerdeki lezyonlar, sıklıkla maksiller keser ve daha nadiren mandibular keser dişlerle birlikte gözlenir.⁵⁴

Mathu-Muju ve Wright⁵⁵ MIH'ı üç şiddet düzeyine ayırmıştır:

1.Hafif MIH: Stres taşımayan alanlarda bulunan sınırlı opasiteler, etkilenen mine ile ilişkili çürük yok, aşırı hassasiyet yok ve varsa kesici diş tutulumu genellikle hafiftir.

2.Orta dereceli MIH: Azı dişleri ve kesici dişlerde bulunan sınırlı opasiteler, tüberkül tutulumu olmayan bir veya iki yüzeyle sınırlı erüpsiyon sonrası mine parçalanması, restorasyonlara ihtiyaç duyulabilir ve normal diş hassasiyeti.

3.Şiddetli MIH: Erüpsiyon sonrası mine bozulması, kuron tahribatı, etkilenen mine ile ilişkili çürükler, diş hassasiyeti öyküsü ve estetik kaygılar.

Etkilenen dişler genellikle termal/mechanik uyarılara karşı son derece hassastır, daha büyük çürük riski taşır, post erüptif bozulmaya karşı hassastır ve adeziv dental materyallere bağlanma başarısızlığı gösterir. Ek olarak, birçok

çocuk, görünür ön mine opasitelerine sahip olmanın önemli psikososyal etkilerini bildirmektedir.⁵⁶

MIH ile ilgili dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise lokal anestezi konusudur. Pulpa boynuzları, sinir liflerinin en fazla yoğunlaştığı bölgelerdir. Pulpa periferinde iyi tanımlanmış subodontoblastik pleksus gözlenmiş ve orta koronal bölgede geniş sinir gövdeleri mevcuttur. Hipomineralize dişlerde pulpa boynuzlarında ve oklüzal subodontoblastik bölgede sinir innervasyon yoğunluğunda yaygın bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle MIH'lı dişlerde tedavi esnasında yeterli düzeyde lokal anestezi elde edilememektedir.^{57,58}

Ayırıcı Tanı

Mine Hipoplazisi

Mine hipoplazisi, mine kalınlığının lokalize azalması ile ilişkili kantitatif bir defektir. Hipomineralizasyon ise minenin translusensini etkileyen kalitatif bir defekt olarak tanımlanabilir.^{1,59} Lezyon görüntüsünün mine hipoplazisine benzeme nedenlerinden biri de MIH'tan etkilenmiş molar dişlerde, çiğneme kuvvetlerinin veya çürük nedeniyle post erüptif mine yıkımı gözlemlenmesidir. Hipoplastik dişlerde lezyonlar ve sağlıklı mine arasında düzenli sınırlar mevcutken, MIH'tan etkilenen dişlerde bu sınırlar düzensizdir.^{53,59}

Florozis

Mine gelişimi sırasında yoğun florür alımı ile ilişkilidir. Klinik olarak floresiz, net bir sınırı olmayan yaygın, doğrusal, yamalı veya birleşen beyaz opasiteler olarak kendini gösterir. Ciddiyet, minede zar zor algılanan çizgilerden, minenin dış kısmının neredeyse tamamen kaybedildiği büyük şekil bozukluğuna kadar değişebilir. Asimetrik olan MIH'tan farklı olarak dişleri simetrik, iki taraflı bir şekilde etkiler. Ayrıca, florozisten etkilenen dişler çürüğe karşı dirençliyen, MIH'ta dişler çürüğe yatkındır.^{19,57}

Amelogenesis Imperfekta

Minenin hipoplastik, hipomatür veya hipomineralize olmasına neden olan genetik bir durumdur. Bu durumda her iki dişlenmedeki tüm dişler etkilenir ve sıklıkla aile öyküsü bulunur.^{19,57}

Turner Sendromu

Süt dişlerine gelen travma ile ilişkilidir. Süt dişinin periapikal enfeksiyonu, altta yatan daimi diş germinin mineralizasyonunu bozabilir. Şekil, çerçeve, lokalizasyon ve renk bakımından farklılık gösteren çok çeşitli klinik görünüme sahiptir. Genellikle tek dişle sınırlıdır ve asimetriktir.^{19,57}

Diş Çürükleri

Çürük oranı yüksek olan bir çocukta, MIH geniş çürük lezyonları ve/veya restorasyonlarla maskelenebilir.^{53,59}

Tedavi Yaklaşımları

MIH riski taşıyan hastaların belirlenmesi ve erken tanı, daha etkili ve konservatif tedaviye yol açabilir.⁶⁰ Yakın tarihli bir makalede Dr. MJ Hubbard, MIH'ın yaygın bir diş sorunu olduğunu (dünya çapında ortalama altı çocukta birini etkiler) ve etkilenen azı dişlerin on kattan daha fazla çürük gelişme riskiyle karşı karşıya kalabileceğini belirtmiştir.⁶¹ Bu nedenle MIH, yüksek prevalansı nedeniyle çocukluk çağı çürüklerinin önemli bir bölümünü oluşturur.⁶¹ Etkilenen dişler genellikle termal/mechanik uyarılara karşı son derece hassastır, daha yüksek çürük riski taşır, post eruptif bozulmaya karşı hassastır ve adeziv dental materyallere bağlanma başarısızlığı gösterir. Ek olarak birçok çocuk, ön dişlerde opasitelere sahip olmanın olumsuz psikososyal etkilerini bildirmektedir.⁶⁶ MIH görülen dişlerde tedavi yaklaşımları; koruyucu tedaviden, restorasyon ve çekime kadar geniş kapsamlı olabilmektedir. Bu seçeneklerden hangisinin uygun olacağına karar verilirken; defektlerin şiddeti, etkilenen dişin semptomatolojisi, hastanın diş yaşı ve çocuğun/ebeveynin beklentileri göz önünde bulundurulmalıdır.¹⁰

Koruyucu Öneriler, Remineralizasyon, Hassasiyet Önleme

MIH'lı dişler, minenin pürüzlülüğü ve özellikle şiddetli MIH lezyonlarında daha düşük mekanik direnç nedeniyle, erüpsiyon sonrası mine parçalanmasına ve çürüğe eğilimlidir. Bu yüzden MIH'lı dişleri çıkar çıkmaz korumaya başlamak önemlidir. Etkilenen çocuklara ve ebeveynlerine uygun diyet ve önleyici tavsiyeler verilmelidir. Çürük riskini ve diş hassasiyetini azaltmak için en az 1450 ppm F içeren florürlü diş macunu kullanmaları teşvik edilmeli ve düzenli olarak profesyonel florür vernikleri/jelleri almalıdırlar.⁵⁷

MIH'lı dişleri remineralize etmek için, özellikle yeni sürmüş dişlerin mine yüzeyinin tam olarak olgunlaşmadığı erken evrelerde kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) içeren ürünlerin uzun süreli kullanımı önerilir.⁶² CPP-ACP içeriği, tükürük içindeki kalsiyum ve fosfatın biyoyararlanımını artırmaya yardımcı olur ve bu nedenle MIH'lı dişlerin remineralizasyonunu sağlar ve hassasiyetin önlenmesine yardımcı olur.⁶³ Tooth Mousse (GC, Tokyo, Japonya) ve MI Paste Plus (GC, Tokyo, Japonya), CPP-ACP içeren en yaygın kullanılan diş ürünleridir. Tooth Mousse %10 CPP-ACP'ye sahipken, MI Paste Plus %10 CPP-ACP'ye ek olarak %0,2 NaF (900 ppm F) içerir. Florür ve CPP-ACP'nin birlikte kullanımının herhangi bir ajanı tek başına kullanmaktan daha fazla fayda sağladığı gösterilmiştir.⁶⁴ CPP-ACP ürünlerinin kazein varlığı nedeniyle süt proteinine alerjisi olan çocuklarda kontrendike olduğu unutulmamalıdır.⁶² CPP-ACP içeren şekeriz sakız ve pastiller de mevcuttur ve önerilebilir.⁵⁷ Tooth Mousse'un dört aylık kullanımından sonra MIH'lı dişlerin hassasiyetinde önemli bir azalma bulunmuştur.⁵⁷

Kullanılabilecek bir diğer etkili ürün Enamelon tedavi jelidir (Premier Dental, ABD). Hem florür (970 ppm F) hem de amorf kalsiyum fosfat (ACP) içerir.⁶⁵ Remineralizasyonu arttırdığı ve hassasiyeti azalttığı bulunan bir başka ürün de NovaMin içeren diş macunudur. NovaMin içeren diş macunları, mine yüzeyine daha kompakt bir şekilde yapıştığı için CPP-ACP içeren Tooth Mousse'dan daha iyi remineralizasyon kapasitesine sahip olduğu gösterilmiştir ve gece boyunca Essix tarzı retainerlarla uygulanabilmektedir.⁶⁶ Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum florür fosfat (CPP-ACFP), trikalsiyum fosfatlı ve trikalsiyum fosfatsız %5-6 sodyum florür vernik, %8 arginin ve kalsiyum karbonat macunu, ozon veya düşük seviyeli lazer tedavisi ise örnek verilebilecek diğer aşırı duyarlılık önleme yöntem ve ajanlarıdır.³¹

Son zamanlarda yayınlanan veriler, fissür örtücülerin çürük önleme ve kavite oluşmamış başlangıç çürüklerini durdurma gibi klasik görevlerine ek olarak MIH'lı dişlerde hassasiyeti önemli ölçüde azalttığını göstermektedir.⁶⁷ MIH'lı azı dişlerin mine yüzeyi sağlamsa, fissür örtücü retansiyonunu artıracığı için yerleştirmeden önce adeziv uygulama ile birlikte rezin bazlı fissür örtücüler kullanılabilir.^{57,68} MIH'lı azı dişler kısmen sürmüşse, aşırı duyarlıya veya erüpsiyon sonrası minede bozulma varsa, bunların cam iyonomer siman ile fissürlerinin kapatılması önerilir. Kullanılan materyalden bağımsız olarak duyarlılık tedaviden hemen sonra azalır. Genel olarak, uygulanan tüm fissür örtücüler düzenli olarak izlenmeli ve kaybolduğunda değiştirilmelidir.^{57,63}

Molar Dişlerin Restoratif Tedavisi

Bu dişlerin MIH'sız azı dişlerine göre beş ile on kat daha fazla diş tedavisi ihtiyacı olduğu bildirilmiştir. Tedavi seçeneklerini değerlendirirken ilk karar verilmesi gereken restore edilip edilmeyeceği veya çekilip çekilmeyeceğidir. Bu karar şu faktörlere bağlıdır: çocuğun yaşı, MIH'ın şiddeti, pulpa tutulumu, üçüncü molar germ(ler)in varlığı, dişin/dişlerin restore edilebilirliği, beklenen uzun vadeli prognoz ve uzun süreli tedavi maliyeti.⁶³ Çocuk ve ebeveynler, etkilenen dişlerin muhtemel prognozu ve kendilerine sunulan çeşitli tedavi seçenekleri hakkında bilgilendirilmelidir.¹⁰

Hipomineralize azıları tedavi ederken kullanılabilecek birçok farklı materyal vardır. Seçenekler genel olarak cam iyonomer simanları (CİS), rezin modifiye cam iyonomer (RMCi) simanları, kompozit restorasyonları, önceden oluşturulmuş metal kuronları (PÇK) veya laboratuvar yapılmı seramik/metal onleyleri ve kuronları içerir. CİS ve RMCi simanlar, daimi restorasyon yapılarına kadar yalnızca geçici bir süreç için düşünülebilir. Cam iyonomer siman ile yapılan restorasyonlar, gerektiğinde dişleri kırıklardan, kimyasal ve fiziksel etkilerden korumak için kullanılabilen ortodontik bantlarla desteklenebilir.⁶⁹ MIH'lı azı dişlerindeki

atipik şekilli boşluklar nedeniyle amalgamdan kaçınılmalıdır, bu boşluklardan dolayı genellikle kenarlarda daha fazla bozulma meydana gelir, yapışkan değildir ve zayıf bir yalıtandır.^{57,63} PÇK'lar, erüpsiyon sonrası mine yıkımını ve hassasiyeti önleyebilir, pahalı değildir, doğru interproksimal ve oklüzal temaslar kurabilir, hiç diş hazırlığı gerektirmez veya az diş hazırlığı gerektirebilir ve tek ziyarette yapılabilir. Kıymetsiz metal, altın veya diş renginde indirekt kaplamalar (zirkon kuronlar) daha büyük çocuklarda kullanılabilir, ancak prosedür zaman alıcı, tekniğe duyarlı ve pahalıdır.⁶³ MIH'da rezin kompozit restorasyonların başarısı için temel bir sınırlayıcı faktör bağlanma kuvvetinin zayıflığıdır. Farklı etch sistemleri, deproteinizasyon ve rezin infiltrant kullanımı dâhil olmak üzere rezin kompozitin adezyonunu iyileştirmek için bir dizi strateji araştırılmıştır, ancak çalışmalar büyük ölçüde sonuçsuz kalmaktadır.⁷⁰ Diş hekimleri, hipomineralize dişleri restore ederken, kavite sınırlarını belirlemede sıklıkla zorluk yaşarlar. Defektli mine kalıntıları nihai sonucu tehlikeye attığı için kavite tasarımı kritik bir rol oynar. Kavite tasarımında, frez veya proba karşı direnç elde edilene kadar, tüm pürüzlü ve renkli minenin alınması önerilir.^{57,63}

MIH'lı bir veya daha fazla molar dişin son derece kötü bir prognoza sahip olduğu kabul edildiğinde, özellikle çocuk diş gelişiminin uygun bir aşamasındaysa (8-10 yaş civarında) çekim seçeneği düşünülmelidir.^{29,71} Diş gelişiminin optimal aşamasında, özellikle üçüncü azı dişlerinin varlığında bir veya daha fazla molar dişin çekilmesinin, optimal spontan boşluk kapanmasıyla sonuçlanma olasılığı daha yüksektir.⁷² Çekim ile kapsamlı restoratif tedavi arasında bir seçim yapılırken kültürel tutumlar/uygulamalar arasında önemli farklılıklar olabilir. Bununla birlikte, ciddi şekilde hipomineralizasyona sahip molar dişleri için onarıcı tedavi alan çocukların ağız-diş sağlığı sonuçlarının uzun vadede kötü olabileceğini ve onlara ömür boyu tedavi yükü getireceğini dikkate almak önemlidir. Sadece çekimin riskleri ve yararları değil, aynı zamanda çocuğu tedavi sırasında desteklemek için herhangi bir davranışsal veya farmakolojik yardımcıya (örneğin sedasyon veya genel anestezi) duyulan ihtiyaç da dikkate alındığında, çocukları ve ebeveynleri de bu karar alma sürecine açıkça dâhil etmek önemlidir.⁷³

Sürekli Kesici Dişlerin Tedavisi

Kesici diş tutulumu olan MIH'lı hastalarda estetik kaygılar yaygındır. Gelişimsel mine bozuklukları sadece yetişkinlerde değil genç hastalarda da psikososyal etkilere sahiptir. Tedavi yaşa ve risk-fayda oranına göre düşünülmelidir. Genç hastalarda bu dişler, büyük ve hassas pulpaya sahip oldukları için konservatif bir yaklaşımla tedavi edilmelidir.⁵⁷ Genel olarak sarı-beyazımsı kusurlar sarı-kahverengimsi kusurlardan daha az şiddetlidir ve kesici dişlerdeki kusurlar azı dişlerindeki kusurlardan daha hafiftir.⁷

Beyazlatmada amaç, dişlerin genel parlaklığını artırarak beyaz opasiteleri kamufle etmektir.¹⁹ Bu seçenek ergenler için endikedir.⁵⁷ Beyazlatmanın olası yan etkileri şunlardır: hassasiyet, mukozal tahriş ve mine yüzey değişiklikleri.⁶³ %10'luk karbamid peroksit jeliyle evde beyazlatma, diş hekimi tarafından reçete edilen en hassas beyazlatma seçeneğidir, ancak daha fazla koruma için CPP-ACP Tooth Mousse ve beyazlatma jelinin birlikte kullanılması önerilir.⁷⁴

Etch-bleach-seal tekniği, Wright⁷⁵ tarafından sarı-kahverengi lekeleri çıkarmak için önerilmiştir. Etkilenen diş önce %37'lik fosforik asit ile 60 saniye pürüzlendirilmeli, ardından beyazlatma maddesi olarak %5 sodyum hipoklorit beş ile on dakika süreyle sürekli olarak uygulanmalıdır. Daha sonra diş tekrar pürüzlendirilmeli ve şeffaf fissür örtücü veya kompozit bonding ajanı gibi koruyucu bir tabaka ile kaplanmalıdır.⁶³ Bu teknikte sarı-kahverengi lekeler estetik olarak daha kabul edilebilir beyaz benekli bir görünüm bırakarak giderilebilir.⁷⁵

%18 hidroklorik asit veya %37,5 fosforik asit ve pomza ile kahverengi lekelerde mikroabrazyon yöntemi ile renk değişikliği sağlanabilir.⁷⁶ Bazı araştırmacılar ardından CPP-ACP ürünlerinin evde uygulanmasını önermektedir.⁷⁷

Mine kaybının artışı önlemek amacıyla bir tedavi seçeneği olarak, defektif minenin uzaklaştırılması ve opak kompozit rezinler ile tedavisi de önerilmektedir.⁶³

Porselen kuron kaplamalar ise diş eti marjini olgunlaştığında 18 yaş ve üzerindeki hastalarda endikedir. Diğer teknikler tatmin edici sonuçlar üretmediğinde bir seçenek olabilir.²

SONUÇ

Molar Kesici Hipomineralizasyonu (MIH), en az bir tane birinci kalıcı azı dişini etkileyen ve genellikle daimi kesici dişlerdeki lezyonlarla da ilişkili, sistemik kökenli, gelişimsel bir mine defektidir. Kusurlar ayrıca kalıcı azı dişlerdekine benzer klinik özelliklerle ikinci süt azı dişini de etkileyebilir. MIH'tan etkilenen dişlerin minelerinin post erüptif bozulmaya (PEB) yatkın olması, çürük riskinin etkilenecek dişlere göre daha fazla olması, adeziv materyalle bağlanmada başarısızlıkları ve kesici dişlerin tutulumu da çocuğun ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Aşırı duyarlılık ve yeterli lokal analjezi elde etmedeki zorluk etkilenen dişlerinin tedavisinin karmaşık olmasına sebep olmaktadır.

MIH ile ilgili literatürde çok sayıda çalışma ve vaka raporu bulunmasına rağmen bu konuda diş hekimlerinin teorik ve klinik bilgi düzeylerinin az olduğu düşünülmektedir. Hâlâ aydınlatılması gereken alanlar olduğundan, akademisyenler ve araştırmacılar için güncel bir konu olmaya devam ederken, klinisyenler için de zorluk teşkil etmektedir. Mine hipomineralizasyonunun nedenlerini belirlemeye yönelik çabalara rağmen, süt veya daimi dişlenme için

etiyojik faktörler tanımlanmamıştır. Konu üzerinde daha fazla araştırma yapılmasının bu açığı kapayabileceği, teşhis ve tedavi planlamasında hekimlere yol gösterici olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Seow WK. Clinical diagnosis of enamel defects: Pitfalls and practical guidelines. *Int Dent J* 1997; 47: 173-182.
2. Bilgin EŞ, Erdem AP. Gelişimsel mine defektleri ve tedavi yaklaşımları. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2016; 26(2): 334-343.
3. Krishnan R, Ramesh M. Molar incisor hypomineralisation: A review of its current concepts and management. *SRM J Res Dent Sci* 2014; 5: 248-252.
4. Schwendicke F, Elhennawy K, Reda S, Bekes K, Manton DJ, et al. Global burden of molar incisor hypomineralization. *J Dent* 2018; 68: 10-18.
5. Schneider PM, Silva M. Endemic molar incisor hypomineralization: a pandemic problem that requires monitoring by the entire health care community. *Curr Osteoporos Rep* 2018; 16: 283-288.
6. Bekes K, Mitulović G, Meißner N, Resch U, Gruber R. Saliva proteomic patterns in patients with molar incisor hypomineralization. *Sci Rep* 2020; 10(1): 7560.
7. Weerheijm KL. Molar incisor hypomineralization (MIH): clinical presentation, aetiology and management. *Dent Update* 2004; 31(1): 9-12.
8. Weerheijm KL. Molar incisor hypomineralisation (MIH). *Eur J Paediatr Dent* 2003; 4(3): 114-120.
9. Weerheijm KL, Jälevik B, Alaluusua S. Molar-incisor hypomineralisation. *Caries Res* 2001; 35(5): 390-391.
10. Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B, Vierrou AM, Alaluusua S, et al. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with molar-incisor-hypomineralisation (MIH): An EAPD policy document. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010; 11(2): 75-81.
11. Beentjes VEV, Weerheijm KL, Groen HJ. A match-control study into the aetiology of hypomineralised first permanent molars. *European Academy of Paediatric Dentistry Congress. Eur J Paediatr Dent* 2000; 1: 123.
12. Jalevik B, Klingberg G, Noren JG, Barregard L. Epidemiological study of idiopathic enamel hypomineralisation in permanent first molars. *European Academy of Paediatric Dentistry Congress. Eur J Paediatr Dent*. 2000; 1: 128.
13. Leppaniemi A, Lukinmaa PL, Alaluusua S. Nonfluoride hypomineralisation in the permanent first molars and their impact on the treatment need. *Caries Res* 2001; 35(1): 36-40.
14. Weerheijm KL, Groen HJ, Beentjes VE, Poorterman JH. Prevalence of cheese molars in eleven-year-old Dutch children. *ASDC J Dent Child* 2001; 68(4): 259-262.
15. Jalevik B. Prevalence and diagnosis of molar incisor hypomineralisation (MIH): A systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010; 11: 59-64.
16. Weerheijm KL, Mejare I. Molar incisor hypomineralization: a questionnaire inventory of its occurrence in member countries of European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD). *Int J Paediatr Dent* 2003; 13: 411-416.
17. Ng JJ, Eu OC, Nair R, Hong CH. Prevalence of molar incisor hypomineralization (MIH) in Singaporean children. *Int J Paediatr Dent* 2015; 25(2): 73-78.
18. Sönmez H, Yıldırım G, Bezgin T. The prevalence and severity of molar incisor hypomineralization in a group of children living in Ankara Turkey. *Clinical Dentistry and Research*. 2013; 37(1): 33-40.
19. Denis M, Atlan A, Vennat E, Tirlet G, Attal JP. White defects on enamel: diagnosis and anatomopathology: two essential factors for proper treatment (part 1). *Int Orthod* 2013; 11: 139-165.
20. Elfrink MEC, Ghanim A, Manton DJ, Weerheijm KL. Standardised studies on molar incisor hypomineralisation (MIH) and hypomineralised second primary molars (HSPM): a need. *Eur Arch Paediatr Dent* 2015; 16: 247-255.
21. Zhao D, Don B, Yu D, Ren Q, Sun Y. The prevalence of molar incisor hypomineralization: evidence from 70 studies. *Int J Paediatr Dent* 2018; 28(2): 170-179.
22. Negre-Barber A, Montiel-Company JM, Catalá-Pizarro M, Almerich-Silla JM. Degree of severity of molar incisor hypomineralization and its relation to dental caries. *Sci Rep* 2018; 8(1): 1248.
23. Ghanim A, Elfrink M, Weerheijm K, Mariño R, Manton D. A practical method for use in epidemiological studies on enamel hypomineralisation. *Eur Arch Paediatr Dent* 2015; 16: 235-246.
24. Crombie F, Manton D, Kilpatrick N. Aetiology of molar-incisor hypomineralization: a critical review. *Int J Paediatr Dent* 2009; 19(2): 73-83.
25. Serna C, Vicente A, Finke C, Ortiz AJ. Drugs related to the etiology of molar incisor hypomineralization: a systematic review. *J Am Dent Assoc* 2016; 147(2): 120-130.
26. Leal SC. Why molar incisor hypomineralization is a public oral health problem. *Revista Científica do CRO-RJ (Rio de Janeiro Dental Journal)*. 2021; 6(1): 1-1.
27. Teixeira RJPB, Andrade NS, Queiroz LCC, Mendes FM, Moura MS. Exploring the association between genetic and environmental factors and molar incisor hypomineralization: evidence from a twin study. *Int J Paediatr Dent* 2018; 28(2): 198-206.
28. Alaluusua S. Aetiology of molar-incisor hypomineralisation: a systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010; 11: 53-58.
29. Lygidakis NA, Dimou G, Marinou D. Molar-incisor-hypomineralisation (MIH). A retrospective clinical study in Greek children. II. Possible medical aetiological factors. *Eur Arch Paediatr Dent* 2008; 9: 207-217.
30. Ahmadi R, Ramazani N, Nourinasab R. Molar incisor

- hypomineralization: a study of prevalence and etiology in a group of Iranian children. *Iran J Pediatr* 2012; 22(2): 245.
31. Lygidakis NA, Garot E, Somani C, Taylor GD, Rouas P, et al. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with molar-incisor-hypomineralisation (MIH): An updated European Academy of Paediatric Dentistry policy document. *Eur Arch Paediatr Dent* 2022; 23(1): 3-21.
 32. Garot E, Manton D, Rouas P. Peripartum events and molar-incisor hypomineralisation (MIH) amongst young patients in southwest France. *Eur Arch Paediatr Dent* 2016; 17(4): 245-250.
 33. Garot E, Rouas P, Somani C, Taylor GD, Wong F, et al. An update of the aetiological factors involved in molar incisor hypomineralisation (MIH): a systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Paediatr Dent* 2022; 23(1): 23-38.
 34. Fatturi AL, Wambier LM, Chibinski AC, Assunção LRS, Brancher JA, et al. A systematic review and meta-analysis of systemic exposure associated with molar incisor hypomineralization. *Community Dent Oral Epidemiol* 2019; 47(5): 407-415.
 35. Koruyucu M, Özel S, Tuna EB. Prevalence and etiology of molar-incisor hypomineralization (MIH) in the city of Istanbul. *J Dent Sci* 2018; 13(4): 318-328.
 36. Ghanim A, Manton D, Bailey D, Marino R, Morgan M. Risk factors in the occurrence of molar-incisor hypomineralization amongst a group of Iraqi children. *Int J Paediatr Dent* 2018; 23(3): 197-206.
 37. Khanmohammadi R, Seraj B, Salari A, Alipour F. Etiological Factors Involved in Molar-Incisor Hypomineralization in 7 to 12-Year-Old Children in Tehran. *Front Dent* 2022; 19: 16.
 38. Pitiphat W, Luangchaichaweng S, Pungchanchaikul P, Angwaravong O, Chansamak N. Factors associated with molar incisor hypomineralization in T hai children. *Eur J Oral Sci* 2014; 122(4): 265-270.
 39. Beentjes VE, Weerheijm KL, Groen HJ. Factors involved in the aetiology of molar-incisor hypomineralisation (MIH). *Eur J Paediatr Dent* 2002; 3: 9-13.
 40. Sui W, Boyd C, Wright JT. Altered pH regulation during enamel development in the cystic fibrosis mouse incisor. *J Dent Res* 2003; 82: 388-392.
 41. Pinto RA, Arredondo SM, Bono MR, Gaggero AA, Díaz PV. T helper 1/T helper 2 cytokine imbalance in respiratory syncytial virus infection is associated with increased endogenous plasma cortisol. *Pediatrics* 2006; 117(5): e878-e886.
 42. Brejawi MS, Venkiteswaran A, Ergieg SMO, Sabri BM. Correlation between Molar-Incisor Hypomineralization, Stress, and Family Functioning. *J Int Soc Prev Community Dent* 2022; 12(5): 547-553.
 43. Silva MJ, Scurrah KJ, Craig JM, Manton DJ, Kilpatrick N. Etiology of molar incisor hypomineralization—A systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol* 2016; 44(4): 342-353.
 44. Serna Muñoz C, Pérez Silva A, Solano F, Castells MT, Vicente A, et al. Effect of antibiotics and NSAIDs on cyclooxygenase-2 in the enamel mineralization. *Sci Rep* 2018; 8(1): 4132.
 45. van der Tas JT, Elfrink ME, Heijboer AC, Rivadeneira F, Jaddoe VW, et al. Foetal, neonatal and child vitamin D status and enamel hypomineralization. *Community Dent Oral Epidemiol* 2018; 46(4): 343-351.
 46. Jeremias F, Pierri RA, Souza JF, Fragelli CMB, Restrepo M, et al. Family-based genetic association for molar-incisor hypomineralization. *Caries Res* 2016; 50(3): 310-318.
 47. Villanueva-Gutiérrez T, Irigoyen-Camacho ME, Castaño-Seiquer A, Zepeda-Zepeda MA, Sanchez-Pérez L, et al. Prevalence and severity of molar-incisor hypomineralization, maternal education, and dental caries: a cross-sectional study of Mexican schoolchildren with low socioeconomic status. *J Int Soc Prev Community Dent* 2019; 9(5): 513.
 48. Gomes E, Bezerra AC, Cruvinel V, Gravina D, Mohamed C. Comparative Study of Molar Incisor Hypomineralization (MIH) Prevalence in Federal District-Brazil. *IADR/AADR/CADR General Session Vancouver, BC, Canada*, 2019.
 49. Fearn J, Anderson P, Davis GR. 3D Xray microscopic study of the extent of variations in enamel density in first permanent molars with idiopathic enamel hypomineralization. *Br Dent J* 2004; 196: 634-638.
 50. Jalevik B, Noren JG. Enamel hypomineralization of permanent first molars: a morphological study and survey of possible aetiological factors. *Int J Paediatr Dent* 2000; 10: 278-289.
 51. Elhennawy K, Schwendicke F. Managing molar-incisor hypomineralization: A systematic review. *J Dent* 2016; 55: 16-24.
 52. Takahashi K, Correia ASC, Cunha RF. Molar incisor hypomineralization. *J Clin Pediatr Dent* 2009; 33(3): 193-198.
 53. Garg N, Jain AK, Saha S, Singh J. Essentiality of Early Diagnosis of Molar Incisor Hypomineralization in Children and Review of its Clinical Presentation, Etiology and Management. *Int J Clin Pediatr Dent* 2012; 5(3): 190-196.
 54. Chawla N, Messer LB, Silva M. Clinical studies on molar incisor hypomineralisation part 1: distribution and putative associations. *Eur Arch Paediatr Dent* 2008; 9: 180-190.
 55. Mathu-Muju K, Wright JT. Diagnosis and treatment of molar-incisor hypomineralization. *Handbook of Clinical Techniques in Pediatric Dentistry* 2015: 99-106.
 56. Jälevik B, Klingberg GA. Dental treatment, dental fear and behaviour management problems in children with severe enamel hypomineralization of their permanent first

molars. *Int J Paediatr Dent* 2002; 12(1): 24-32.

57. Ghanim A, Silva MJ, Elfrink MEC, Lygidakis NA, Mariño RJ, et al. Molar incisor hypomineralisation (MIH) training manual for clinical field surveys and practice *Eur Arch Paediatr Dent* 2017; 18: 225-242.

58. Rodd HD, Day PF, Boissonade FM. Pulpal status of hypomineralized permanent molars. *Pediatr Dent* 2007; 29(6): 514-520.

59. Mast P, Tapia MTR, Daeniker L, Krejci I. Understanding MIH: definition, epidemiology, differential diagnosis and new treatment guidelines. *Eur J Paediatr Dent* 2013; 14(3): 204-208.

60. Negre-Barber A, Montiel-Company JM, Boronat-Catala M, Catala-Pizarro M, Almerich-Silla JM. Hypomineralized Second Primary Molars as Predictor of Molar Incisor Hypomineralization. *Sci Rep* 2016; 6: 31929.

61. Hubbard MJ. Molar hypomineralization: What is the US experience? *J Am Dent Assoc* 2018; 149(5): 329-330.

62. Bakkal M, Abbasoglu Z, Kargul B. The Effect of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate on Molar-Incisor Hypomineralisation: A Pilot Study. *Oral Health Prev Dent* 2017; 15: 163-167.

63. Lygidakis NA. Treatment modalities in children with teeth affected by molar-incisor enamel hypomineralisation (MIH): A systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010; 11: 65-74.

64. Al-Batayneh OB, Jbarat RA, Al-Khateeb SN. Effect of application sequence of fluoride and CPP-ACP on remineralization of white spot lesions in primary teeth: An in-vitro study. *Arch Oral Biol* 2017; 83: 236-240.

65. Di Marino JC. More Protection with Less Fluoride. *Incisal Edge* 2015; Winter edition.

66. Wang Y, Mei L, Gong L, Li J, He S, et al. Remineralization of early enamel caries lesions using different bioactive elements containing toothpastes: An in vitro study. *Technol Health Care* 2016; 24(5): 701-711.

67. Bekes K, Amend S, Priller J, Zamek C, Stamm T, et al. Hypersensitivity relief of MIH-affected molars using two sealing techniques: a 12-week follow-up. *Clin Oral Invest* 2022; 26(2): 1879-1888.

68. Lygidakis NA, Dimou G, Stamataki E. Retention of fissure sealants using two different methods of application in teeth with hypomineralised molars (MIH): a 4 year clinical study. *Eur Arch Paediatr Dent* 2009; 10: 223-226.

69. Steffen R. Therapie der Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation in einem schwierigen Umfeld. *Praktische Konzepte für den Behandlungsalltag. Quintessenz.* 2011; 62(12): 1613-1623.

70. Lagarde M, Vennat E, Attal JP, Dursun E. Strategies to optimize bonding of adhesive materials to molar-incisor hypomineralization-affected enamel: A systematic review. *Int J Paediatr Dent* 2020; 30(4): 405-420.

71. Cobourne MT, Williams A, Harrison M. National clinical

guidelines for the extraction of first permanent molars in children. *Br Dent J* 2014; 217(11): 643-648.

72. Ashley P, Noar J. Interceptive extractions for first permanent molars: a clinical protocol. *Br Dent J* 2019; 227(3): 192-195.

73. Jälevik B, Klingberg G. Treatment outcomes and dental anxiety in 18-year-olds with MIH, comparisons with healthy controls—a longitudinal study. *Int J Paediatr Dent* 2012; 22(2): 85-91.

74. Mastroberardino S, Campus G, Strohmenger L, Villa A, Cagetti M G. An Innovative Approach to Treat Incisors Hypomineralization (MIH): A Combined Use of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate and Hydrogen Peroxide A Case Report. *Case Rep Dent* 2012; 2012: 379593.

75. Wright JT. The etch bleach seal technique for managing stained enamel defects in young permanent incisors. *Paediatr Dent* 2002; 24: 249-252.

76. Fayle SA. Molar incisor hypomineralisation: restorative management. *Eur J Paediatr Dent* 2003; 4: 121-126.

77. Pliska BT, Warner GA, Tantbiroj D, Larson BE. Treatment of white spot lesions with ACP paste and microabrasion. *Angle Orthod* 2012; 82: 765-769.

OLGU RAPORU

Hemato-Onkoloji Hastalarında Çenelerin İlaç ile İlişkili Osteonekrozunun (MRONJ) Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi: Olgular Serisi

Evaluation of Medication-Associated Osteonecrosis of the Jaws (MRONJ) with Cone-Beam Computed Tomography in Hemato-Oncology Patients: Case Series

Doç. Dr. Umut Pamukçu

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Ankara
ORCID ID: 0000-0001-8356-8344

Geliş tarihi: 25.10.2022

Kabul tarihi: 22.01.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.04875

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Umut Pamukçu
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı
Adres: Emek Mah. Bişkek Cad. 1. Sokak No:4 06490
Çankaya/Ankara
Tel: 0 505 824 68 55 / 0 312 203 41 61
E-posta: dtumutpamukcu@gmail.com

ÖZET

Genel olarak antirezorptif ve antianjiyojenik ilaç kullanan hastalarda, çene kemiklerinde dental bir operasyona sekonder gelişebilen osteonekroz (Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw, MRONJ) klinik ve radyolojik bulguları olan, nadir ancak ciddi bir tablodur. Bu olgu serisinin amacı, MRONJ teşhisi almış hastaların demografik özellikler ve medikal anamnez bilgileri ile birlikte konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) bulgularının sunulmasıdır. Yaş ortalaması 62,7 olan 23 MRONJ hastasının %52,2'si kadın %47,8'i erkekti. Hastaların %4,3'ü denosumab kullanırken %95,7'si bifosfonat kullanmaktaydı. Multiple myelom, prostat ve meme kanseri en sık primer hastalıklardı (%21,7). Vakaların %65,2'sinde sadece mandibulada, %21,7'sinde sadece maksillada ve %8,7'sinde her iki çenede de MRONJ mevcuttu. Mandibulada sadece posteriorda gözlenen MRONJ, maksilladaki 7 olgunun 2'sinde anteriorda gözlemlendi. KIBT görüntülerin tümünde tespit edilen destrüksiyon, sekestrum ve osteolizis MRONJ için patognomik radyolojik bulgularıdır. Mandibuladaki olguların %55,6'sında mandibular kanal, maksilladaki olguların ise %57,1'inde maksiller sinüs tutulumu vardı. Patolojik fraktür sadece mandibulada ve hastaların %26,1'inde tespit edildi. Sonuç olarak, MRONJ, genelde kanser hastalarında, diş çekimi gibi travmatik cerrahi bir operasyona sekonder ve mandibular lokasyonlu, radyolojik olarak ise destrüksiyon, sekestrum ve osteolizis ile gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: MRONJ, çene, radyoloji.

ABSTRACT

Osteonecrosis, which may develop secondary to a dental operation in the jaw bones in patients using antiresorptive and antiangiogenic drugs, (Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw, MRONJ) is a rare but serious condition with clinical and radiological findings. The purpose of this case series is to present the cone beam computed tomography (CBCT) findings together with demographic characteristics and medical history information of patients diagnosed with MRONJ. 52.2% were female and 47.8% were male of 23 MRONJ patients with a mean age of 62.7 years. While 4.3% of the patients were using denosumab, 95.7% were using bisphosphonates. Multiple myeloma, prostate and breast cancer were the most common primary diseases (21.7%). MRONJ was present only in the mandible in 65.2% of the cases, in the maxilla only in 21.7%, and in both jaws in 8.7%. MRONJ, which was observed only posteriorly in the mandible, was observed anteriorly in 2 of 7 cases in the maxilla. Destruction, sequestrum, and osteolysis detected on all CBCT images were pathognomonic radiological findings for MRONJ. There was mandibular canal involvement in 55.6% of cases in the mandible, and maxillary sinus involvement in 57.1% of cases in the maxilla. Pathological fracture was detected only in the mandible and in 26.1% of the patients. In conclusion, MRONJ is generally

observed in cancer patients with mandibular location secondary to a traumatic surgical operation such as tooth extraction, and radiologically with destruction, sequestrum and osteolysis.

Keywords: MRONJ, jaw, radiology.

GİRİŞ

Bisfosfonatlar, hidroksiapatit için yüksek afinite ile karakterize ve osteoklastları baskılayarak kemiğin yeniden şekillenme (turn-over) kapasitesini sınırlayan pirofosfat analoglarıdır.¹ Bisfosfonatlar genel olarak kemik metastazlarıyla ilişkili malignite hiperkalsemisi, omurilik sıkışması ve patolojik kırıklara neden olan solid tümörler (meme, prostat ve akciğer kanseri) ve multipl miyelom'da (MM) kemikteki yıkımı en aza indirmek için kullanılan antirezorptif ilaçlardır.² Bisfosfonatlar ayrıca osteoporoz ve osteopeni hastalarında frajilite kırıklarını önlemek için, ve Paget hastalığı ve osteogenezis imperfekta gibi diğer metabolik kemik hastalıklarında da etkin şekilde kullanılırlar.³⁻⁵ Bisfosfonatların intravenöz (IV) formda kullanımlarında daha sık gözlenen önemli ve yaygın yan etkilerden biri çene kemiklerinde ortaya çıkan osteonekroz (çenenin bifosfonatla ilişkili osteonekrozu [Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaw, BRONJ]) literatürde ilk defa 2003 yılında bildirilmiştir.⁶ Son zamanlarda, diğer antirezorptif ilaçlar; RANKL inhibitörü olarak kullanılan monoklonal antikolar (denosumab [DMB]), antianjiyogenik (bevacizumab, sorafenib, pazopanib ve axitinib gibi) ve mTOR'u hedefleyen ilaçlar (everolimus gibi) ve TNF-alfa inhibitörü adalimumab'ın da çene kemiklerindeki osteonekroza neden olduğu bildirilmiştir.^{2,7} Bu nedenle American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons (AAOMS) 2014 yılında "BRONJ" terimini "çenenin ilaçla ilişkili osteonekrozu (Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw, MRONJ)" olarak güncellemiştir.² MRONJ, primer olarak maksillofasial bölgedeki çene kemiklerini ve sekonder olarak ilişkili kemikleri etkileyebilen, nadir görülen ancak ciddi komplikasyonlara sebep olabilen klinik ve radyolojik bir tablodur. Panoramik radyografiler MRONJ riski altındaki hastalar için iyi bir genel bakış ve erken gösterge sağlayabilirken, küçük değişiklikleri tespit etme konusundaki düşük hassasiyetleri nedeniyle daha erken belirtileri tespit etme konusunda yetersiz kalabilirler.⁸ Bunun yerine mandibular kortikal ve lamina durada kalınlaşma, osteoskleroz ve osteolizin görülebildiği bu hastalarda konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) önerilmiştir.⁹ Panoramik radyografiler ile kıyaslandığında üç boyutlu görüntülemenin, MRONJ teşhisinde daha üstün olduğu desteklenmektedir.^{10,11} MRONJ olgu tanımı aşağıdaki unsurları içerir:²

• Tek başına veya immün modülatörler veya antianjiyogenik ilaçlarla kombine antirezorptif tedavi görmüş olmak veya halen görüyor olmak.

• Maksillofasial bölgede sekiz haftadan uzun süredir devam eden açığa çıkmış kemik veya intraoral veya ekstraoral fistül yoluyla problemlen kemik.

• Çeneleri etkileyebilecek radyasyon tedavisi veya metastaz öyküsü olmaması.

Patofizyolojisi tam olarak anlaşılmamasına rağmen, diş çekimi, kronik travmaya neden olan dental protez vuruğu, dental implant uygulaması ve peri-implantitis, periodontal ve periapiakal hastalıklar gibi genelde herhangi bir komplikasyona neden olmayan enfeksiyon odaklarının, antirezorptif ilaç kullananlarda MRONJ gelişimi için önemli risk faktörleri olduğu bilinmektedir.¹² Kötü ağız hijyeni ve biyofilm ile ilişkili enfeksiyon varlığında, herhangi bir dental tedavi uygulanmayan hastalarda da, spontan olarak MRONJ gelişebilmektedir.^{13,14}

Bu olgu serisinin amacı, medikal anamnez, klinik ve radyolojik bulguları doğrultusunda MRONJ teşhisi almış hastaların demografik özellikler ve medikal anamnez bilgilerine ilaveten KIBT görüntülerinden elde edilen radyolojik bulguların değerlendirilerek sunulmasıdır.

OLGULAR

2017-2022 yılları arasında, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda MRONJ teşhisi konulmuş 23 hastanın demografik özellikleri, medikal anamnez ve radyolojik bulguları Tablo 1'de verildi.

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri, anamnez ve radyolojik bulgularının dağılımı.

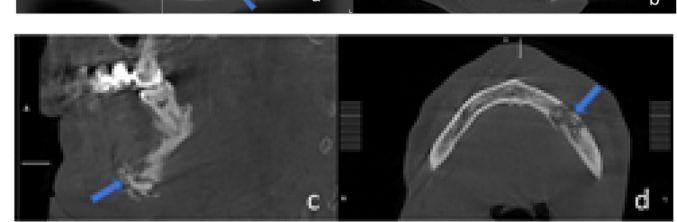
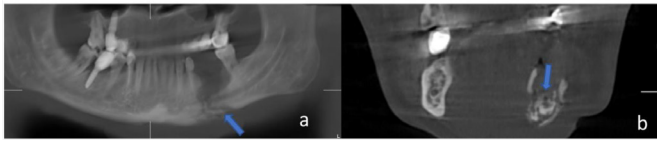
No	Cinsiyet	Yaş	Primer hastalık	Dental etken	Lokalizasyon	Radyolojik bulgu
1	Erkek	83	Prostat kanseri	Diş çekimi	Maksilla posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, maksiller sinüs tutulumu
2	Kadın	55	MM	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu
3	Erkek	50	Tiroid kanseri	Dental implant uygulaması	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu, patolojik fraktür
4	Kadın	66	MM	Dental protez vuruğu	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz
5	Kadın	89	Meme kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu
6	Erkek	84	Prostat kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu, patolojik fraktür
7	Kadın	42	Meme kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu
8	Kadın	85	Osteoporoz (Oral Bisfosfonat)	Periimplantitis	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu
9	Kadın	66	Akciğer kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz
10	Kadın	52	Akciğer kanseri	Dental protez vuruğu	Maksilla posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, maksiller sinüs tutulumu
11	Erkek	63	Prostat kanseri	Diş çekimi	Maksilla anterior	Destruksiyon, osteolizis, sekestrum
12	Erkek	56	Karaciğer kanseri	Dental protez vuruğu	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, patolojik fraktür
13	Kadın	59	Meme kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz
14	Erkek	58	MM	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu
15	Kadın	62	Akciğer kanseri	Dental protez vuruğu	Maksilla anterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis
16	Kadın	54	Meme kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior, maksilla posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, maksiller sinüs tutulumu
17	Erkek	54	Nazofarenks kanseri	Diş çekimi	Maksilla posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, maksiller sinüs tutulumu
18	Erkek	61	MM	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz
19	Erkek	62	Prostat kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu, patolojik fraktür
20	Kadın	50	Meme kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior, maksilla posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz
21	Erkek	59	MM	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu, patolojik fraktür
22	Erkek	65	Prostat kanseri	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz, mandibular kanal tutulumu, patolojik fraktür
23	Kadın	68	Osteoporoz (Oral Denosumab)	Diş çekimi	Mandibula posterior	Destruksiyon, sekestrum, osteolizis, osteoskleroz

Mevcut hastalar, ilk muayene kliniğine ağız içi lezyon şikâyeti ile başvurmuş ve antirezortif ilaç kullanan hastalardır. İlk muayene kliniğindeki muayene ve anamnez bulguları, teşhis ve tedaviye yardımcı olacağı düşünülerek elde edilmiş KIBT görüntülerine dayanarak MRONJ teşhisi konulmuş bu hastaların görüntüleri retrospektif olarak incelenmiştir. Ağız, Diş ve Çene Radyoloji Kliniği'nde rutin prosedür olarak KIBT görüntüleme işlemi öncesi kurşun önlük giydirilmektedir. Radyasyondan korunma yöntemleri düzenli olarak uygulanmaktadır. Radyolojik inceleme yapılacak her hastadan imzalı onam formu alınmaktadır. Hastalardan elde edilen bulguların deskriptif analizi Tablo 2'de verildi.

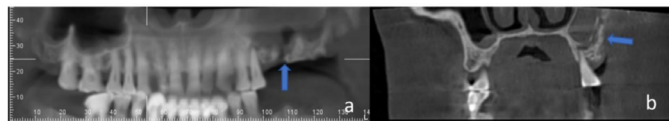
Tablo 2. Bulguların deskriptif analizi.

Yaş (ortalama)	62,74	N (%)
Cinsiyet	Kadın	12 (52,2)
	Erkek	11 (47,8)
İlaç kullanım formu	Oral	2 (8,7)
	IV	21 (91,3)
Primer hastalık	Osteoporöz	2 (8,7)
	MM	5 (21,7)
	Prostat kanseri	5 (21,7)
	Meme kanseri	5 (21,7)
	Akciğer kanseri	3 (13,0)
	Tiroid kanseri	1 (4,3)
	Karaciğer kanseri	1 (4,3)
	Nazofarenks kanseri	1 (4,3)
Predispozan dental etken	Diş çekimi	17 (73,9)
	Dental protez vuruğu	4 (17,4)
	Dental implant	2 (8,7)
Lokalizasyon	Mandibula anterior	0 (0,0)
	Mandibula posterior	18 (78,3)
	Maksilla anterior	2 (8,7)
	Maksilla posterior	5 (21,7)
Vital yapı tutulumu	Mandibular kanal	10 (55,6)
	Maksiller sinüs	4 (57,1)
Radyolojik bulgu	Destruksiyon	23 (100,0)
	Sekestrem	23 (100,0)
	Osteolizis	23 (100,0)
	Osteoskleroz	19 (82,6)
	Patolojik fraktür	6 (26,1)

Mandibula ve maksillada gözlenen 2 adet MRONJ olgusunun KIBT görüntüleri Resim 1 ve Resim 2'de verildi. Çene kemiklerinde gözlenen osteonekroz bölgeleri oklar ile gösterildi (Resim 1a'daki patolojik fraktür hattına, Resim 2a, 2b ve 2c'deki maksiller sinüs tutulumuna dikkat ediniz).



Resim 1. a) KIBT Reformat panoramik görüntüsü, **b)** KIBT koronal kesit görüntüsü, **c)** KIBT sagittal kesit görüntüsü, **d)** KIBT aksiyal kesit görüntüsü (Mandibula).



Resim 2. a) KIBT Reformat panoramik görüntüsü, **b)** KIBT koronal kesit görüntüsü, **c)** KIBT sagittal kesit görüntüsü, **d)** KIBT aksiyal kesit görüntüsü (Maksilla).

TARTIŞMA

Literatürde, yaş ve cinsiyetin MRONJ için risk faktörleri olup/olmadığı ile ilişkili veriler değişkenlik göstermektedir. Çoğu çalışmada dengeli bir dağılımdan söz edilirken, kadınların daha fazla etkilendiğini rapor eden çalışmalar da mevcuttur.^{15,16} Kadınlarda MRONJ'un daha fazla izlendiğini belirten çalışmalar, durumu etken ilaçların kadınlarda daha fazla endikasyonu (örneğin osteoporoz, meme kanseri) olması ile ilişkilendirmiştir.¹⁷ Yaş ile ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada, bifosfonatlar ile tedavi edilen 24 yaşın altındakilerin, uzun tedavi sürelerinden sonra bile MRONJ için herhangi bir risk göstermediği belirtilmiştir.¹⁸ Bu olgu serisinde, literatürdeki çoğu çalışmayla uyumlu şekilde, cinsiyet dağılımı dengeli ve yaş ortalaması yüksekti.

Kemiği güçlendirmek veya kaybını önlemek için kullanılan bifosfonatlar ve DMB gibi antirezortif ilaçlar, osteoklast oluşumu, farklılaşması veya işlevi üzerindeki etkilerinden dolayı MRONJ için yüksek risk oluşturur. Her ne kadar MRONJ'a sebep olan ilaçlar arasında ön plana çıkan ilaç IV formda kullanılan bifosfonatlar olsa da MRONJ'un DMB kullanıcıları arasındaki prevalansı, kemik rezorpsiyonunu inhibe etmesi nedeniyle, en az bifosfonat kullanıcıları kadar yüksektir.^{19,20} Oral bifosfonat kullanan osteoporoz hastalarında MRONJ riski %0,001-%0,4 aralığındadır.²¹ IV formda kullanan kanser hastalarında ise bu risk 10 kat daha yüksektir (%0,4-%6,9).^{21,22} MRONJ en sık meme kanseri, prostat kanseri ve MM'lu hastalarda gözlenmektedir.²³ Bunun nedeninin, bu hasta grubunda IV bifosfonat kullanımının çok yaygın olması gösterilmektedir. Burada incelenen 23 olgu arasında literatür ile uyumlu olarak MM, prostat kanseri ve meme kanseri MRONJ'un gözleendiği en sık primer hastalıklardı (%21,7). Önceki çalışmalara benzer şekilde olguların çoğu IV formda bifosfonat kullanan kanser hastaları iken (%91,3), osteoporoz nedeniyle oral bifosfonat (%4,3) ve DMB (%4,3) kullanan hastaların oranı eşit ve görece çok düşüktü.

Dentoalveolar girişimsel tedaviler ve özellikle diş çekimi gibi cerrahi operasyonlar, MRONJ'a sebep olan en yaygın predispozan dental etkenlerdir. Çoğu çalışma, MRONJ gelişen hastalarda diş çekiminin %62-%82 arasında değişen oranlarda etken olduğunu bildirmektedir.^{15,24,25} Dental implant, endodontik ve periodontal tedavilerde MRONJ gelişme riski ise tam olarak bilinmemektedir.²⁶ Ancak, spesifik olarak DMB kullanan hastalara dental implant uygulandığında MRONJ gelişme riskinin %0,5 olduğu rapor edilmiştir.²⁷ Girişimsel operasyonlar dışında, bifosfonat kullanan kanser hastalarında dental protez kullanımının da MRONJ riskini arttırdığı bildirilmiştir.¹⁷ IV formda bifosfonat kullanan 1621 kanser hastasının incelendiği bir çalışmada, protez kullanıcıları arasında MRONJ riskinin iki kat arttığı bildirilmiştir.²⁸ Bu çalışmada, literatürle uyumlu şekilde, öne çıkan predispozan

dental etken, diş çekimiydi (%73,9). Genel olarak "protez vuruğu" olarak adlandırılan ve dental protezlerin alveolar kretlerde neden olduğu kronik travma ve ilişkili enfeksiyonun MRONJ'a neden olduğu olgu sayısı da azımsanmayacak seviyedeydi (%17,4). Dental implant uygulaması ve implant komplikasyonu ile ilişkili olgu sayısı ise en düşük orana sahipti (%8,7).

MRONJ'un mandibulada (%75) ortaya çıkma olasılığının maksilladan (%25) daha yüksek olduğu, her iki çenede de aynı anda (%4,5) ortaya çıkmasının ise çok nadir olduğu bildirilmiştir.^{15,24} Bu olgu serisinde literatürle uyumlu bir şekilde olguların %65,2'sinde sadece mandibulada, %21,7'sinde sadece maksillada ve %8,7'inde her iki çenede aynı anda MRONJ gözlemlendi. MRONJ baskın bir şekilde posterior bölgede gözlemlenirken (%92,0), anterior bölgede sadece maksillada (%8,0) gözlemlendi. Bunun nedeni, çenelerin farklı spongios kemik mimarisine ve kanlanmaya sahip olması gösterilmektedir.

Literatürde, MRONJ'un radyolojik bulgularının spesifik olmaması ve başka inflamatuvar veya tümöral lezyonlar ile benzerlik göstermesi nedeniyle karakteristik radyolojik özelliklerinin araştırıldığı ve tanımlandığı çok fazla çalışma yoktur. AAOMS tarafından önerilen MRONJ evreleme sistemi, hastaların klinik belirtilerin baz alındığı ancak radyolojik değerlendirmeyi içermeyen bir sistemdir.² Erken evredeki radyolojik bulgu olarak; merkezinde kötü sınırlı osteolitik alanların olduğu, çevresel kemikte ise skleroz ve destrüksiyonların izlendiği radyolüsent/radyopak (mikst) lezyon izlenir. İleri evrelerde kronik osteomyelitin klasik görünümü ile uyumlu olarak; lezyonun merkezinde radyopak sekestrum oluşumu, sekestrumun çevresinde kötü sınırlı radyolüsent alan, çevresel kemikte yaygın ve yoğun skleroz, kortikal kemikte destrüksiyon ve patolojik fraktür izlenir. Diffüz osteoskleroz, kortikal kemik destrüksiyonu, osteolizis, periost reaksiyonu ve kemik fistülleri lezyonun yaygınlığını ve ulaştığı bölgeleri gösteren bulgulardır.²⁹

KIBT ile gözlenebilen radyografik bulgular;³⁰

- Kronik periodontal hastalığa bağlanamayan alveolar kemik kaybı (osteolizis) ve çevresindeki kemik yoğunluğunun artması (osteoskleroz),
- Alveolar kretteki kortikal kemikte yıkım (destrüksiyon),
- Alveolar krette ve komşu kemiklere uzanabilen açıkta kalan nekrotik kemik (sekestrum),
- Patolojik fraktür,
- Mandibulada mental foramen ve mandibular kanal, maksillada maksiller sinüs ve nazal fossa (Oral-antral/oral-nazal ilişki) gibi vital yapıların tutulumu şeklinde sıralanabilir.

Bu olgu serisinde incelenen hastalara ait KIBT görüntülerin tümünde tespit edilen destrüksiyon, sekestrum ve os-

teolizis MRONJ için patognomik radyolojik bulgulardı. Mandibuladaki tüm MRONJ olgularında osteoskleroz gözlemlenirken, maksillada sadece 1 (%14,3) hastada gözlemlendi. Aradaki bu farkın mandibula ve maksillanın farklı kemik mimarisine sahip olması, maksillada trabekülasyonun daha seyrek ve kemik iliği boşluklarının daha geniş olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Hastaların yarısından çoğunda mandibular kanal (%55,6) ve maksiller sinüs (%57,1) gibi vital yapı tutulumu vardı. Patolojik fraktür sadece mandibulada ve hastaların %26,1'inde tespit edildi.

SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen bulgular, MRONJ tablosunun genelde kanser hastalarında, diş çekimi gibi travmatik bir dental operasyona sekonder ve mandibulada gözlemlendiğini ortaya koyarken, radyolojik olarak ise destrüksiyon, sekestrum ve osteolizisin tabloya her zaman eşlik eden bulgular olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1. Pozzi S, Vallet S, Mukherjee S, Cirstea D, Vaghela N, et al. High-dose zoledronic acid impacts bone remodeling with effects on osteoblastic lineage and bone mechanical properties. *Clin Cancer Res* 2009; 15: 5829-5839.
2. Ruggiero SL, Dodson TB, Fantasia J, Goodday R, Aghaloo T, et al. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons Position Paper on Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw-2014 Update. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72: 1938-1956.
3. Gossiel F, Paggiosi MA, Naylor KE, McCloskey EV, Walsh J, et al. The effect of bisphosphonates on bone turnover and bone balance in postmenopausal women with osteoporosis: The T-score bone marker approach in the TRIO study. *Bone* 2020; 131: 115158.
4. Delmas PD, Meunier PJ. The management of Paget's disease of bone. *N Engl J Med* 1997; 336: 558-566.
5. Letocha AD, Cintas HL, Troendle JF, Reynolds JC, Cann CE, et al. Controlled trial of pamidronate in children with types III and IV osteogenesis imperfecta confirms vertebral gains but not short-term functional improvement. *J Bone Miner Res* 2005; 20: 977-986.
6. Marx R, Ruggiero S, Merotra B, Rosenberg T, Engroff S. Osteonecrosis (ONJ). *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61: 1115-1118.
7. Cassoni A, Romeo U, Terenzi V, Della Monaca M, Rajabtorik Zadeh O, et al. Adalimumab: Another Medication Related to Osteonecrosis of the Jaws? *Case Rep Dent* 2016; 2016: 2856926.
8. Wongratwanich P, Shimabukuro K, Konishi M, Nagasaki T, Ohtsuka M, et al. Do various imaging modalities provide potential early detection and diagnosis of medi-

cation-related osteonecrosis of the jaw? A review. *Dentomaxillofac Radiol* 2021; 50: 20200417.

9. Barragan-Adjemian C, Lausten L, Ang D, Johnson M, Katz J, et al. Bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw: model and diagnosis with cone beam computerized tomography. *Cells Tissues Organs* 2009; 189: 284-288.

10. Stockmann P, Hinkmann FM, Lell MM, Fenner M, Vairaktaris E, et al. Panoramic radiograph, computed tomography or magnetic resonance imaging. Which imaging technique should be preferred in bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw? A prospective clinical study. *Clin Oral Invest* 2010; 14: 311-317.

11. Bianchi SD, Scoletta M, Cassione FB, Migliaretti G, Mozzati M. Computerized tomographic findings in bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw in patients with cancer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104: 249-258.

12. Barasch A, Cunha-Cruz J, Curro FA, Hujuel P, Sung AH, et al. Risk factors for osteonecrosis of the jaws: a case-control study from the CONDOR dental PBRN. *J Dent Res* 2011; 90: 439-444.

13. Vandone A, Donadio M, Mozzati M, Ardine M, Polimeni M, et al. Impact of dental care in the prevention of bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw: a single-center clinical experience. *Ann Oncol* 2012; 23: 193-200.

14. Sedghizadeh PP, Kumar SK, Gorur A, Schaudinn C, Shuler CF, et al. Microbial biofilms in osteomyelitis of the jaw and osteonecrosis of the jaw secondary to bisphosphonate therapy. *J Am Dent Assoc* 2009; 140: 1259-1265.

15. Saad F, Brown JE, Van Poznak C, Ibrahim T, Stemmer SM, et al. Incidence, risk factors, and outcomes of osteonecrosis of the jaw: integrated analysis from three blinded active-controlled phase III trials in cancer patients with bone metastases. *Ann Oncol* 2012; 23: 1341-1347.

16. Yamazaki T, Yamori M, Ishizaki T, Asai K, Goto K, et al. Increased incidence of osteonecrosis of the jaw after tooth extraction in patients treated with bisphosphonates: a cohort study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012; 41: 1397-1403.

17. Kyrgidis A, Vahtsevanos K, Koloutsos G, Andreadis C, Boukovinas I, et al. Bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws: a case-control study of risk factors in breast cancer patients. *J Clin Oncol* 2008; 26: 4634-4638.

18. Duarte NT, Rech BO, Martins IG, Franco JB, Ortega KL. Can children be affected by bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2020; 49: 183-191.

19. Lacey DL, Boyle WJ, Simonet WS, Kostenuik PJ, Dougall WC, et al. Bench to bedside: elucidation of the OPG-RANK-RANKL pathway and the development of denosumab. *Nat Rev Drug Discov* 2012; 11: 401-419.

20. Limones A, Saez-Alcaide LM, Diaz-Parreno SA, Helm

A, Bornstein MM, et al. Medication-related osteonecrosis of the jaws (MRONJ) in cancer patients treated with denosumab VS. zoledronic acid: A systematic review and meta-analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2020; 25: e326-e336.

21. Kawahara M, Kuroshima S, Sawase T. Clinical considerations for medication-related osteonecrosis of the jaw: a comprehensive literature review. *Int J Implant Dent* 2021; 7: 47.

22. Raje N, Terpos E, Willenbacher W, Shimizu K, Garcia-Sanz R, et al. Denosumab versus zoledronic acid in bone disease treatment of newly diagnosed multiple myeloma: an international, double-blind, double-dummy, randomised, controlled, phase 3 study. *Lancet Oncol* 2018; 19: 370-381.

23. Abu-Id MH, Warnke PH, Gottschalk J, Springer I, Wiltfang J, et al. "Bis-phossy jaws" - high and low risk factors for bisphosphonate-induced osteonecrosis of the jaw. *J Craniomaxillofac Surg* 2008; 36: 95-103.

24. Hallmer F, Andersson G, Gotrick B, Warfvinge G, Anderud J, et al. Prevalence, initiating factor, and treatment outcome of medication-related osteonecrosis of the jaw-a 4-year prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2018; 126: 477-485.

25. Aljohani S, Fliefel R, Ihbe J, Kuhnisch J, Ehrenfeld M, et al. What is the effect of anti-resorptive drugs (ARDs) on the development of medication-related osteonecrosis of the jaw (MRONJ) in osteoporosis patients: A systematic review. *J Craniomaxillofac Surg* 2017; 45: 1493-1502.

26. McGowan K, McGowan T, Ivanovski S. Risk factors for medication-related osteonecrosis of the jaws: A systematic review. *Oral Dis* 2018; 24: 527-536.

27. Watts NB, Grbic JT, Binkley N, Papapoulos S, Butler PW, et al. Invasive Oral Procedures and Events in Postmenopausal Women With Osteoporosis Treated With Denosumab for Up to 10 Years. *J Clin Endocrinol Metab* 2019; 104: 2443-2452.

28. Vahtsevanos K, Kyrgidis A, Verrou E, Katodritou E, Triaridis S, et al. Longitudinal cohort study of risk factors in cancer patients of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw. *J Clin Oncol* 2009; 27: 5356-5362.

29. Ruggiero SL, Dodson TB, Aghaloo T, Carlson ER, Ward BB, et al. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons' Position Paper on Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws-2022 Update. *J Oral Maxillofac Surg* 2022; 80: 920-943.

30. Berg BI, Mueller AA, Augello M, Berg S, Jaquiere C. Imaging in Patients with Bisphosphonate-Associated Osteonecrosis of the Jaws (MRONJ). *Dent J (Basel)* 2016; 4(3): 29.

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Bayram F, Şanivar Abbasgholizadeh Z, Göçmen G.

Temporomandibular Eklem Rahatsızlıklarında Konvansiyonel Yöntem ile Cerrahi Rehber Kılavuzluğunda Artrosentezin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi: Randomize Kontrollü Çalışma

Comparative Evaluation of Conventional Arthrocentesis versus Template-Guided Arthrocentesis for Temporomandibular Joint Disorders: A Randomized Controlled Trial

Arslan C, Dedeoğlu M, Eğlenen MN, Taşkın Hİ, Ormancı ZB, Germeç Çakan D.

Şeffaf Plak Tedavilerinde Manuel Interproksimal Redüksiyon Uygulamalarının Başarısının Değerlendirilmesi

Evaluation of the Success of Manual Interproximal Reduction Applications in Clear Aligner Treatments

Sağlanmak A.

Osseodensifikasyon Tekniğinin Düşük Yoğunluklu Kemiğe Yerleştirilen Dental İmplantların Primer Stabilitesi Üzerine Etkisi: Taze Sığır Kaburgasında Yapılan İn-Vitro Bir Çalışma

Effect of Densifying Drills on Primary Stability of Dental Implants Placed in Low-Density Bone: An In-Vitro Study in Fresh Bovine Crest

Güneş Y, Borahan O.

Maksilla ve Mandibulada Gözlenen Süpernümerer Dişlerin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Retrospektif Olarak Değerlendirilmesi

Retrospective Evaluation of Supernumerary Teeth Observed in the Maxilla and Mandible with Cone Beam Computed Tomography

Arslan E, Yeşil Duymuş Z.

Farklı Resin Simanlarla Simante Edilen İnley Restorasyonların Kenar Sızıntılarının İn-Vitro Olarak İncelenmesi

In-Vitro Examination of Micro Leakage of Inlay Restorations Cemented with Different Resin Cements

DERLEME

Ünsal M, Akgüngör G.

Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Cam Seramikler
Zirconia-Reinforced Lithium Silicate Glass Ceramics

Taşcı M, Abaklı İnci M.

Molar Keser Hipomineralizasyonunda Güncel Yaklaşımlar
Current Approaches in Molar Incisor Hypomineralization

OLGU RAPORU

Pamukçu U.

Hemato-Onkoloji Hastalarında Çenelerin İlaç ile İlişkili Osteonekrozunun (MRONJ) Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi: Olgu Serisi

Evaluation of Medication-Associated Osteonecrosis of the Jaws (MRONJ) with Cone-Beam Computed Tomography in Hemato-Oncology Patients: Case Series



YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Bağdat Caddesi No: 238 34728 Kadıköy-İstanbul
Tel: 0216 363 60 44 - Faks: 0216 363 62 11

www.7tepedis.com
www.yeditepedishastanesi.com