

Molar Kesici Hipomineralizasyonundan Etkilenmiş Dişlerde Adeziv Materyallerin Başarısını Artırma Stratejileri

Strategies to Increase the Success of Using Adhesive Materials in Molar Incisor Hypomineralization-affected Teeth

Dt. Erenay ALPAYÇETİN

İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, İstanbul
Orcid ID: 0000-0002-6864-7543

Prof. Dr. Elif Bahar TUNA İNCE

İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, İstanbul
Orcid ID: 0000-0001-6450-6869

Geliş tarihi: 06.09.2022

Kabul tarihi: 09.01.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2024.48378

Yazışma adresi:

Dt. Erenay ALPAYÇETİN

Adres: İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti A.D. Süleymaniye, Prof. Dr. Cavit Orhan
Tütengil Sk. No:4 D:6, 34116 Fatih/İstanbul

Tel: 0545 292 26 47

E-posta: erenay97@yahoo.com.tr

ÖZET

Molar Kesici Hipomineralizasyonu (MIH), sürekli birinci büyük azı dişi ve sürekli kesici dişlerin etkilendiği gelişimsel bir mine defektidir. Etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte, genetik faktörlerin yanı sıra, doğum öncesinden doğum sonrası belirli bir döneme kadar geçen süre içerisinde, çocuğun karşılaştığı çeşitli sistemik, tıbbi, çevresel faktörlerin de bu anomalinin oluşum nedenleri arasında yer alabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. MIH'den etkilenmiş dişlerde görülen hipomineralize alanlar kuronun okluzal ve bukkal yüzeylerinde sınırlı defektler şeklinde sağlam mine dokusundan belirgin bir sınırla ayrılmaktadır. Defektlerin boyutları ve renkleri değişkenlik gösterebilmektedir. MIH'den etkilenmiş sürekli birinci büyük azı dişlerinde çığneme kuvvetlerinin etkisi nedeniyle sürme sonrası posterüptif yıkım görülebilmektedir. MIH'li dişlerde yapılan mikroskobik incelemeler sonucu, artmış protein içeriği sebebiyle sağlam dişlere göre apatit kristallerinin daha gevşek düzenlenmiş olduğu ve prizma yapısının daha az yoğun olup, daha düşük seviyede mineral içerdiği bulunmuştur. Ayrıca laboratuvar çalışmaları MIH'li dişlerdeki artmış protein içeriği ve azalmış mineral yapısından dolayı sağlıklı mine ile karşılaştırıldığında bu dişlerde daha zayıf bağlantı kuvveti mevcut olduğunu ve fosforik asitin asitleme paterninin daha başarısız olduğunu göstermiştir. Restorasyon çevresindeki minenin kırılabilir olması nedeniyle tekrarlayan çürükler de restorasyonların başarısını düşürmektedir. Bu sebeplerden dolayı, MIH'li dişlere sahip olan çocuklar daha fazla tedavi ihtiyacı göstermekte ve sağlıklı dişlere göre 7-10 kat daha fazla restorasyon tekrarı gerekmektedir. Bu derlemede, MIH'den etkilenmiş dişlerdeki restorasyon başarısızlıklarının üstesinden gelmek amacıyla, adezyonu geliştirme stratejilerinin incelenmesi ve restorasyonların ömrünü ve klinik başarısını artırmak için literatürde yer alan önerilerin ve en iyi bağlantı protokollerinin tanıtılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diş minesini hipoplazisi, sodyum hipoklorit, diş yapıştırma.

ABSTRACT

Molar Incisor Hypomineralization (MIH) is a developmental enamel defect that affects first permanent molars and permanent incisors. Although the etiology of MIH is unclear, several etiological factors, such as the genetic and environmental factors and systemic disturbance during pre-, peri-, and post-natal period, can cause enamel defects and their occurrence. Hypomineralized areas observed in buccal and occlusal surface of MIH-affected teeth are demarcated by a significant border from solid enamel tissue. The size and colour of defects could vary. Posteruptive breakdown caused by the force of mastication could be observed in MIH-affected first permanent molars. As a result of microscopic examinations of MIH-affected teeth, it was found that they have less dense prism structure and significant reduced mineral density with

loosely arranged apatite crystal compared to sound enamel, possibly due to retained proteins. In addition, compared to sound enamel, laboratory studies highlighted the weaker bond strength of resin composite to MIH-affected enamel and the failure of phosphoric acid to create etching patterns due to increased protein content and reduced mineral structure. Also recurrent caries reduce the success of restorations because of the fragile enamel around restoration. MIH-affected children therefore have more treatment need and their repeated treatments are 7-10 fold greater compared to children with healthy teeth. The objective of this study is to prepare a review on bonding of adhesive materials to MIH-affected enamel, so to identify all the suggested methods to optimise the bonding to hypomineralized enamel and to determine the best bonding protocols.

Keywords: Dental enamel hypoplasia, sodium hypochlorite, dental bonding.

GİRİŞ

Molar Kesici Hipomineralizasyonu (Molar Incisor Hypomineralization, MIH), bir veya birden fazla sürekli birinci büyük azı dişinin ve genellikle sürekli kesici dişlerin de etkilenebildiği hipomineralizasyon olgusu olarak tanımlanmaktadır.¹

MIH'li dişler incelendiğinde, sağlam mine yapısına sahip dişlere göre apatit kristallerinin mikroskopik olarak daha gevşek düzenlenmiş olduğu ayrıca daha az yoğun prizma yapısına ve daha düşük mineral içeriğine sahip oldukları gözlemlenmiştir.^{2,3} Bunun sebebinin, mine olgunlaşması sırasında meydana gelen artmış protein retansiyonu olduğu belirtilmiştir. MIH'li dişlerdeki minenin organik yapısı normal mineye oranla artmıştır ve 8-21 kat fazla protein içermektedir. Dolayısıyla sağlıklı mine yapısıyla karşılaştırıldığında MIH'den etkilenmiş dişlerde minenin sertlik değeri ve elastik modülü daha düşük bulunmuştur.⁴

MIH'li dişlerde poröz mine yapısı ve defektli minenin sürmeyi takiben kısa sürede kırılıp kopması hipersensitiviteye ve/veya hızlı çürük oluşumuna yol açabilmektedir.^{5,6} Ayrıca laboratuvar çalışmaları; MIH'li dişlerdeki bağlantı kuvvetinin daha zayıf ve fosforik asitin asitleme paterninin daha başarısız olduğunu göstermiştir.^{7,8} Bu sebeplerden dolayı, MIH'li dişlere sahip olan çocuklarda 7-10 kat daha fazla restorasyon tekrarı gerekmektedir.⁹

MIH'li dişlerdeki düşük mineral içeriği, poröz yapı ve artmış protein retansiyonu sebebiyle meydana gelen restorasyon başarısızlıkları tekrarlanan tedavi deneyimleriyle sonuçlanmaktadır. Bu durum maliyet artışına sebep olduğu gibi çocuklarda davranış yönlendirme problemlerine yol açmaktadır. Bu derlemede, MIH'den etkilenmiş dişlerdeki restorasyon başarısızlıklarının üstesinden gel-

mek için adezyonu geliştirme stratejilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca restorasyonların ömrünün ve klinik başarısının artırılması ve en iyi bağlantı protokollerinin tanıtılması ile literatüre katkı yapması hedeflenmiştir.

MIH'nin Klinik Bulguları

MIH varlığını klinik muayenede belirlemek için sürekli birinci büyük azı dişleri ve kesici dişler detaylı şekilde değerlendirilmelidir. Değerlendirme, dişlerin temizlenmesi sonrasında kurutulmamış diş yüzeyi gözlenerek yapılmalıdır. Bu değerlendirme için 8 yaş en uygun zaman olarak bildirilmektedir.²

Klinik muayenede dikkat edilmesi gereken bulgular şu şekilde sıralanabilmektedir:

- *Sınırlı opasitenin varlığı veya yokluğu*

Etkilenen dişlerde görülen hipomineralize alanlar kuro-nun okluzal ve bukkal yüzeylerinde sınırlı defektler şeklinde sağlam mine dokusundan belirgin bir sınırla ayrılmaktadır. Defektlerin renkleri de beyaz-sarıdan kahverengiye kadar değişkenlik gösterebilmektedir. Defektli mine normal kalınlıktadır, mine yüzeyi düzdür.^{6,10}

- *Post-eruptif yıkım*

Mine yüzeyinin başlangıç formunu kaybetmesiyle oluşmaktadır.¹

- *Atipik restorasyonlar*

Hipomineralizasyon görülen dişlerin kırılması veya restorasyon ile diş arasındaki marjinal uyumun bozulması en sık karşılaşılan problemler arasındadır.^{1,10}

- *MIH nedeniyle yapılmış olabilecek çekimler*

Çekilmiş sürekli birinci büyük azı dişi/dişlerinin çekim nedenleri değerlendirilirken, diğer sürekli birinci büyük azı dişlerinde sınırlı mine opasitelerinin varlığı, diş/dişlerin MIH nedeniyle çekilmiş olabileceğini düşündürmelidir.¹

- *Ağrı veya hassasiyet*

Pulpa boynuzu ve subodontoblastik tabakada nöral yoğunluk MIH'li dişlerde daha fazla bulunmuştur. Periferik duyarlılık ve düşük nöral aktivasyon eşliği sebebiyle lokal anestezi istenen etkinlikte sağlanamamaktadır. Bu sebeplerden ötürü MIH'den etkilenen dişlerde farklı şiddetlerde spontan ve/veya provoke ağrılar görülebilmektedir.^{6,10}

MIH Olgularında Tedavi Yaklaşımları

1- *Hafif dereceli MIH olgularında tedavi yaklaşımı*

Minenin bütünlüğünü kaybetmediği ve hassasiyetin olmadığı vakalarda, fissür örtücü uygulaması ve florür uygulaması iyi bir tedavi seçeneğidir.⁹

2-Orta dereceli MIH olgularında tedavi yaklaşımı

Ön bölgede bulunan ve estetiği etkileyen opasiteler beyazlatma teknikleri, mikroabrazyon, rezin restorasyon ile ortadan kaldırılabilir. Arka bölgedeki dişlerdeki mine kaybı veya çürük lezyonu tüberkülü içine alabilecek kadar ilerlemiyorsa ve 1-2 duvarla sınırlıysa, izolasyon doğru bir şekilde sağlanabildiği takdirde rezin restorasyonu yapılabilir. Restorasyonların sınırları etkilenmemiş minede bitirilmelidir ancak sağlıklı minenin nerede başladığını ayırt etmek oldukça zordur. Sağlıklı mine dokusu sınırına ulaşmak için izlenen yöntemler, görünür defektli minenin kaldırılması ve frez ile sağlıklı mine arasındaki direnci hissedene kadar defektli minenin kaldırılmaya devam edilmesi şeklinde belirtilmiştir.⁹ İlk tedavi yönteminde dişin bütünlüğü bozulmakta ancak restorasyon başarısı daha yüksek olarak izlenmektedir. İkinci tedavi seçeneği ise, daha konservatiftir fakat postoperatif olarak marjinal kırıklarla karşılaşma riski daha yüksektir. Adeziv sistemlerinin hipomineralize mineye bağlantısının zayıf olmasından dolayı rezin kompozit materyaller kullanılacağı zaman bütün etkilenmiş minenin kaldırılmasının restorasyonunun başarısı açısından tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir.⁷

3-Şiddetli MIH olgularında tedavi yaklaşımı

Hipomineralizasyonun şiddetli olduğu vakalarda ilk tedavi tercihi paslanmaz çelik kuronlardır (PÇK). Şiddetli MIH görülen dişlerde aşırı kuron harabiyetine bağlı dişlerin restorasyonu mümkün değilse genellikle çekimi önerilmektedir.⁹

MIH'den Etkilenmiş Dişlerde Adeziv Materyallerin Başarısını Artırma Stratejileriyle İlgili Yapılan Çalışmaların İncelenmesi

Derlemeye dahil edilen çalışmaların seçiminde; öncelikle "Molar-incisor hypomineralization", "adhesive", "deproteinization" anahtar kelimeleri PubMed veritabanına yazılmıştır ve son 15 yılda yayınlanan makaleler listelenmiştir. Bu makalelerden; olgu sunumları, kontrolsüz vaka serileri ve hayvanlar üzerinde yapılmış olanlar çalışma dışı bırakılarak ve derlemeye dahil edilmemiştir. Resin kompozit, cam iyonomer, rezin infiltratif ve fissür örtücü gibi materyallerin MIH'den etkilenmiş mineye olan bağlantı kuvveti ile ilgili yapılmış laboratuvar ve klinik çalışmalar derlemeye dahil edilmiştir.

Ekambahram ve ark.¹¹ dental adezivin hipomineralize mineye bağlantısını artırmak amacıyla %5'lik NaOCl (sodyum hipoklorid) ile Papacarie (Papacarie Duo, F&A Pharmaceutical Laboratory Ltd, Sao Paulo, Brezilya) kullanımının etkinliğini karşılaştırmışlardır. Çekilmiş 27 adet hipomineralize sürekli birinci büyük azı dişi üzerinde çalışmışlardır. Bu dişler 6 gruba ayrılmıştır: Grup 1 - Normal mine (NM); deproteinizasyon yok; Grup 2 - NM + %5'lik

NaOCl (Henan Hairen Biotechnology Co. Ltd, Çin) kullanılarak deproteinizasyon; Grup 3 - NM + Papacarie jel kullanılarak deproteinizasyon; Grup 4 - Hipomineralize mine (HM) (5 Beyaz-krem defektli, 5 sarı-kahverengi defektli); deproteinizasyon yok; Grup 5 - HM (5 Beyaz-krem defektli, 5 sarı-kahverengi defektli) + %5'lik NaOCl kullanılarak deproteinizasyon; Grup 6 - HM (5 Beyaz-krem defektli, 5 sarı-kahverengi defektli) + Papacarie jel kullanılarak deproteinizasyon. Tüm örnekler hava ile kurutulduktan sonra üretici firmanın önerilerine göre bonding ve kompozit restorasyon (Filtek™ Z250 Universal Restorative kompozit rezin, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) yapılmıştır. Tüm dişler mikromakasama bağlanma kuvvet testine (MSBS) tabi tutulmuştur. İşlem öncesinde uygulanan deproteinizasyon ajanları hipomineralize mineye bağlantı kuvvetini artırırken normal minede etkili olmamıştır. Ayrıca iki deproteinizasyon ajanı arasında (NaOCl ve Papacarie) bağlantı kuvveti açısından farklılık gözlenmemiştir. Deproteinizasyonun kremi-beyaz defektlerde bağlantı kuvvetini artırdığı bulunmasına rağmen sarı-kahverengi defektlerde bir farklılık yaratmadığı ifade edilmiştir. Bu durumun hipomineralize dişlerdeki artmış protein içeriğinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Özellikle sürme sonrası yıkıma uğramış çürüklü genç sürekli dişlerde geniş pulpa odaları sebebiyle NaOCl kullanımının enflamasyona yol açabileceği belirtilmiştir. Ayrıca bu dişlerdeki artmış hassasiyet sebebiyle doğal bir ajan olan Papacarie kullanımının birçok bakımdan NaOCl'ye göre avantaj sağladığı vurgulanmıştır.

Sönmez ve ark.¹² MIH'den etkilenmiş dişlerde farklı kavite dizaynlarının ve deproteinizasyonun kompozit restorasyonların performansı üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Bu amaçla toplam 126 diş üzerinde çalışmışlardır. Bu dişlerden 95 tanesi MIH'den etkilenmişken, 31 tanesi ise MIH'li olmayan ancak iki yüzlü kompozit restorasyon gerektiren çürüklü dişlerden oluşmaktadır. MIH'li dişlerde oluşturulacak farklı iki kavite dizaynı şu şekilde tanımlanmıştır: Birinci kavite formunda (invaziv tedavi); kavite marjini sağlam minede sonlanana kadar tüm yumuşak çürük ve etrafındaki hipomineralize mine kaldırılmaktadır. İkinci kavite formu (non-invaziv tedavi); sadece yumuşak çürüğün ve poröz dokunun kaldırıldığı, freze iyi direnç gösteren dokunun kaldırılmadığı kavite şeklindedir. Araştırmacılar dişleri 4 deney grubuna ayırmıştır: Grup I: Randomize olarak seçilen MIH'den etkilenmiş 32 adet dişe birinci kavite şekli (invaziv tedavi) uygulanmıştır. Grup II: Randomize olarak seçilen MIH'den etkilenmiş 31 adet dişe ikinci kavite dizaynı (non-invaziv tedavi) uygulanmıştır. Grup III: Randomize olarak seçilen MIH'den etkilenmiş 32 adet dişe ikinci kavite dizaynı (non-invaziv tedavi) uygulanmış, kalan dokuya ise deproteinizasyon işlemi yapılmıştır. Grup IV (kontrol grubu): Çürüklü ancak MIH'li olmayan 31 adet dişe iki yüzlü kompozit res-

torasyon yapılmıştır. 2 yıllık takibin sonucunda anatomik form, kenar uyumu ve kenar renklenmesi açısından Grup 2'deki restorasyonların başarısızlığı diğer gruplara göre anlamlı olarak daha fazla bulunmuştur. Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Sekonder çürük gelişimi açısından ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Hipersensitivite, tedaviden sonraki 6. aya kadar Grup 1 ve Grup 3'teki dişlerde diğer gruptaki dişlere göre daha fazla bulunmuşken; 12. aydan sonra gruplar arasında farklılık bulunmamıştır. 2 yılın sonunda restorasyonun sağ kalım oranının en az Grup 2'deki dişlerde olduğu gözlemlenmiştir. Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ayrıca Grup 2'de meydana gelen kenar kırıkları diğer gruptaki dişlere göre daha fazla bulunmuştur. Sönmez ve ark. buldukları bu sonuçlardan yola çıkarak MIH'den etkilenmiş dişlerde kavite sınırlarının sonlanma yerinin kompozit restorasyonların başarısında önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Ayrıca etkilenmiş tüm mineyi kaldırmaktansa NaOCl ile asitlemenin daha konservatif bir yaklaşım olduğunu ve bu şekilde büyük madde kayıplarının önüne geçilebileceğini ifade etmişlerdir.

Souza ve ark.¹³ MIH'den etkilenmiş dişlerde iki farklı adeziv sisteminin klinik performansını 18 aylık dönem boyunca değerlendirmişlerdir. 41 adet şiddetli MIH'ye sahip sürekli birinci büyük azı dişi üzerinde çalışmışlardır. Bu dişlere asıl tedavileri yapılmadan önce 1 ay boyunca haftada bir olmak üzere 4 sefer florür vernik (Duraphat, Colgate-Palmolive, New York, NY, ABD) uygulanmış ve geçici cam iyonomer (Ketac Molar Easymix, 3M ESPE, St Paul, MN, ABD) restorasyon yapılmıştır. Geçici olarak yapılan cam iyonomer restorasyonun; çürük gelişimini önlemesi, hassasiyetin azaltılıp hijyenin sağlanması ve etkilenmiş minenin remineralizasyonuna katkıda bulunması açısından kompozit restorasyonların idamesinde önemli olduğu belirtilmiştir. Daha sonra bu dişler randomize olarak 2 gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki dişlerde self-etch adeziv (Clearfil SE Bond, Kuraray Medical, Tokyo, Japonya) kullanılırken ikinci gruptaki dişlerde etch-and-rinse sistem (Adper Scotchbond Multi-Purpose, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) kullanılmıştır. Restorasyonların başarısı 18 ay sonunda USPHS (United States Public Health Service) kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Self-etch adezivlerin kullanıldığı dişlerde sağ kalım oranı 1. ayda %100, 6. ayda %89, 12. ayda %73, 18. ayda ise %68 olarak bulunmuştur. Etch-and-rinse adezivlerin kullanıldığı dişlerde sağ kalım oranı ise 1. ayda %95, 6. ayda %72, 12. ayda %59, 18. ayda ise %54 olarak bulunmuştur. İki grup arasında USPHS kriterleri açısından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çalışmanın sonucunda MIH'den etkilenmiş büyük azı dişlerinin tedavisinde konservatif bir kavite preparasyonu ile, her iki adeziv sistemin de kullanılabilmesi ifade edilmiştir.

Krämer ve ark.¹⁴ yaptıkları çalışmada MIH'den etkilenmiş dişlerde kompozit materyallerin adezyonunu değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bunun için 53 tanesi MIH'li, 41 tanesi de sağlam olmak üzere toplam 94 diş üzerinde çalışmışlardır. 94 adet dişin 68'inin (35 tanesi MIH'li, 33 tanesi sağlam) mikrogerilim bağlanma dayanım testi (μ -TBS) ile, 26'sının ise (18 tanesi MIH'li, 8 tanesi sağlam) Taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak histolojik olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu gruplarda 3 farklı adeziv sistemi kullanılmıştır. Bunlar; OptiBond FL (Kerr, ABD) (3-aşamalı etch-and-rinse), Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (2-aşamalı etch-and-rinse) ve Clearfil SE Bond (2-aşamalı self-etch)'dir. Ayrıca OptiBond FL'nin kullanıldığı dişlere %5 NaOCl veya NaOCl+Icon (DMG, Hamburg, Almanya) uygulanmıştır. Çalışma grupları tablolarda yer almaktadır (Tablo 1 ve 2). Sağlam minedeki μ -TBS değerleri MIH'li mineye göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Ön-test başarısızlıklarının en fazla görüldüğü ve en düşük μ -TBS değerleri iki-aşamalı self-etch adeziv (Clearfil SE Bond) ve iki-aşamalı etch-and-rinse adezivlerin (Scotchbond Universal) kullanıldığı dişlerde bulunmuştur. MIH'den etkilenmiş dişlerde OptiBond FL, Clearfil SE Bond'a göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca MIH'li mineye uygulanan NaOCl veya NaOCl+Icon'un bağlantı kuvvetini artırmadığı görülmüştür. Ancak ön-test başarılıklarına daha az rastlanmıştır. Çatlamış örneklerde zayıf rezin-mine bağlantısı sebebiyle daha poröz bir yapı gözlemlenmiştir. Icon'un, bu porözitelerin doldurulmasında fayda sağlayabileceği ancak minenin bağlantı kuvvetinde etkili olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca NaOCl ile yapılan ön uygulamanın, OptiBond FL'nin homojen adaptasyonunu sağladığı ancak yüzey pürüzlülüğünü azalttığı görülmüştür.

Tablo 1: Krämer ve ark.'nın yaptıkları çalışmada MIH'den etkilenmiş dişlerde mine dokusunun tedavisi (E1-8)¹⁴

Grup	Diş Dokusu	Adeziv	1. Asitleme	2. Ön-işlem	3. Adeziv sistem uygulaması
E1	Mine, etkilenmemiş	OptiBond FL	30 saniye (sn) %37,5 fosforik asit ile asitleme, 15 sn su ile durulama ve hava ile kurutma	-	15 sn adeziv uygulaması, hava ile kurutma, 10 sn polimerizasyon
E2	Mine, etkilenmiş	OptiBond FL	30 saniye (sn) %37,5 fosforik asit ile asitleme, 15 sn su ile durulama ve hava ile kurutma	-	15 sn adeziv uygulaması, hava ile kurutma, 10 sn polimerizasyon
E3	Mine, etkilenmiş	OptiBond FL	2 dakika (dk) Icon asitleme, 15 sn su ile yıkama, hava ile kurutma	1 dk %5,25 NaOCl uygulaması, 30 sn su ile durulama, 30 sn Icon kurulumu, hava ile kurutma	15 sn adeziv uygulaması, hava ile kurutma, 10 sn polimerizasyon
E4	Mine, etkilenmiş	OptiBond FL	2 dakika (dk) Icon asitleme, 15 sn su ile yıkama, hava ile kurutma	1 dk %5,25 NaOCl uygulaması, 30 sn su ile durulama, 30 sn Icon kurulumu, 3 dk Icon Infiltrant, Polimerizasyon (40 sn), 1 dk Icon Infiltrant, Polimerizasyon (40 sn)	15 sn adeziv uygulaması, hava ile kurutma, 10 sn polimerizasyon
E5	Mine, etkilenmemiş	Scotchbond Universal	30 sn %35 fosforik asit ile asitleme, 15 sn su ile durulama ve hava ile kurutma	-	20 sn adeziv uygulaması, 5 sn hava ile kurutma, 10 sn polimerizasyon
E6	Mine, etkilenmiş	Scotchbond Universal	30 sn %35 fosforik asit ile asitleme, 15 sn su ile durulama ve hava ile kurutma	-	20 sn adeziv uygulaması, 5 sn hava ile kurutma, 10 sn polimerizasyon
E7	Mine, etkilenmemiş	Clearfil SE Bond	20 sn primer uygulaması ve hava ile kurutma	-	Adeziv uygulaması, hava ile kurutma, 10 sn polimerizasyon
E8	Mine, etkilenmiş	Clearfil SE Bond	20 sn primer uygulaması ve hava ile kurutma	-	Adeziv uygulaması, hava ile kurutma, 10 sn polimerizasyon

Tablo 2: Krämer ve ark.'nın yaptıkları çalışmada MIH'den etkilenmiş dişlerde dentin dokusunun tedavisi (D1-5)¹⁴

Grup	Diş Dokusu	Adeziv	1. Asitleme	2. Adeziv sistem uygulaması
D1	Dentin, etkilenmemiş	OptiBond FL	30 sn %37,5 fosforik asit ile asitleme, 15 saniye (sn) su ile durulama ve hava ile kurutma	15 sn primer uygulaması, hava ile kurutma
D2	Dentin, etkilenmiş	OptiBond FL	30 sn %37,5 fosforik asit ile asitleme, 15 saniye (sn) su ile durulama ve hava ile kurutma	15 sn adeziv uygulaması, 10 sn polimerizasyon
D3	Dentin, etkilenmemiş	Scotchbond Universal	15 sn %35 fosforik asit ile asitleme, 15 sn su ile durulama ve hava ile kurutma	20 sn adeziv uygulaması, 5 sn hava ile kurutma 10 sn polimerizasyon
D4	Dentin, etkilenmemiş	Clearfil SE Bond	20 sn primer uygulaması ve hava ile kurutma	Adeziv uygulaması ve 10 sn polimerizasyon
D5	Dentin, etkilenmiş	Clearfil SE Bond	20 sn primer uygulaması ve hava ile kurutma	Adeziv uygulaması ve 10 sn polimerizasyon

Gandhi ve ark.¹⁵ MIH'den etkilenmiş dişlerde fissür örtücü işleminden önce deproteinizasyon uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 31 adet MIH'li sürekli birinci büyük azı diş üzerinde çalışmışlardır. Her dişin oklüzal yüzeyi 3 bölgeye ayrılmış ve bu bölgelerin her birine; i) Asit (%35 Delton Phosphoric Acid, Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) +fissür örtücü (Delton Light Cure Fissure Sealant, Dentsply DeTrey) (kontrol grubu), ii) %5'lik NaOCl + asit + fissür örtücü (Tedavi 1), iii) %5'lik NaOCl + fissür örtücü uygulaması (Tedavi 2) yapılarak toplam 279 adet örnek elde edilmiştir. Her örnek "sealant tag" ve "mine kalitesi" açısından değerlendirilmiştir. Buna göre çalışmanın sonuçları şu şekildedir: Kontrol grubu ile 1. tedavi grubu kıyaslandığında; tag kalitesi açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Dolayısıyla NaOCl kullanımının etkili olmadığı ifade edilmiştir. Kontrol grubu ile 2. tedavi grubu arasında tag kalitesi açısından anlamlı farklılık bulunmuştur. Asitlemenin tedavinin başarısında önemli bir etkisi olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca tedavi protokolünden bağımsız olarak tüm örneklerdeki tag kalitesi zayıf bulunmuştur.

Crombie ve ark.¹⁶ yaptıkları çalışmada rezin infiltrantların MIH'li dişlere penetre olabilme kapasitesini araştırmışlardır. 21 dişe sırasıyla standart protokole göre (standart grup), asitleme öncesinde (ön-işlem grubu) veya sonrasında (ara-işlem grubu) NaOCl uygulanarak rezin infiltrant uygulanmıştır. Işık mikroskobu altındaki incelemeler sonunda MIH'den etkilenmiş minedeki birçok lezyonda rezin infiltrantın penetrasyonunun belirgin ancak dengesiz olduğu gözlemlenmiştir. Penetrasyon derinliğinin ve genişliğinin lezyonun tipi ve infiltrasyon prosedürleri ile ilişkili olmadığı bulunmuştur. Belirgin penetrasyon gösteren bölgelerde mikrosertlik değerlerinde artış bulunmuştur. Asitleme sonrasında uygulanan NaOCl'nin minenin sertlik değerini artırdığını ancak bu artışın anlamlı olmadığı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, MIH'den etkilenmiş dişlerde infiltrant materyallerinin penetrasyonu ile mine sertliğinin artırılabilirliği ancak bu penetrasyonun düzensiz olduğu ifade edilmiştir.

Fragelli ve ark.¹⁷ MIH'den etkilenen birinci büyük azı dişlerine uygulanan fissür örtücülerin klinik başarısını 18 ay boyunca takip etmişlerdir. 16 tanesi MIH'den etkilenme-

miş, 25 tanesi ise MIH'den hafif derecede etkilenmiş toplam 41 adet birinci büyük azı dişi üzerinde çalışmışlardır. Her iki gruba da fissür örtücü yapılmadan önce ayda 4 kez florür vernik (Duraphat) uygulanmıştır. Daha sonra dişlere rubber-dam altında fissür örtücü (Fluroshield, Dentsply/Caulk, Milford, DE, ABD) uygulanmıştır. Hastalar 1., 6., 12. ve 18. aylarda kontrol randevularına çağırılmıştır. Çalışma sonucunda MIH'den etkilenmiş dişler ile sağlam dişler arasında 18 aylık takibin sonunda başarı oranı açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durumun sebebinin fissür örtücü işleminden önce hastalara bir ay boyunca 4 defa florür vernik uygulanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü florür, minenin remineralizasyonuna katkı sağladığından dolayı adezyon kuvvetini artırmaktadır. Deney grubunda meydana gelen başarısızlıklar; retansiyon, sekonder çürük gelişimi, marjinal adaptasyon ve renk değişimi kriterlerinde saptanmıştır.

Chay ve ark.¹⁸ rezin infiltrasyon ve oksidatif ön tedavinin, kompozitlerin hipomineralize mineye olan mikromakaslama bağlantı kuvveti üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla her grupta 21 adet olacak şekilde toplam 105 adet mine örneği üzerinde çalışmışlardır. Bu örnekler 5 gruba ayrılmıştır: Grup 1- Normal mine; Grup 2- Hipomineralize mine; Grup 3- Resin infiltrasyon uygulanmış hipomineralize mine (Icon); Grup 4- %5,25'lik NaOCl ve ardından rezin infiltrasyon uygulanmış hipomineralize mine; Grup 5- %5,25'lik NaOCl uygulanmış hipomineralize mine. Her bir örneğe asitleme sonrası self-etch adeziv sistem (Clearfil SE Bond) uygulanmıştır. Daha sonra bu dişler MSBS testine tabi tutulmuştur. Çalışmanın sonucunda NaOCl uygulansın veya uygulanmasın rezin infiltrant uygulanmış dişlerde MSBS değerlerinde artış görülmüştür. Ancak en yüksek MSBS değerlerine NaOCl ile beraber rezin infiltrant uygulanmış örneklerde rastlanmıştır.

Konu ile İlgili Yapılan Çalışmaların Karşılaştırılması

Fragelli ve ark.'nın yaptıkları çalışma hariç tüm laboratuvar ve klinik çalışmalarında MIH'den etkilenmiş mineye olan bağlantı kuvvetinin, sağlam mineye göre anlamlı derecede daha az olduğu raporlanmıştır. Bu durumun sebebinin uygun olmayan asitleme, rezin tag sayısının azlığı, artmış protein içeriği veya nemden kaynaklandığı düşünülmektedir.^{7,11,12,17}

William ve ark. hangi adeziv materyal kullanılırsa kullanılsın hipomineralize minedeki kohesiv başarısızlıkların sağlam mineye oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.⁷ Benzer şekilde Chay ve Ekambahram da kohesiv başarısızlığın yalnızca MIH'den etkilenmiş dişlerde saptadıklarını ifade etmişlerdir.^{11,18}

Hipomineralizasyon derecesinin bağlantı kuvvetini etkilediği bilirse de Chay ve Ekambahram'ın çalışmalarında kompozitler için, Fragelli'nin çalışmasında ise fissür örtücüler için mine renginin bağlantı kuvvetine etkisi olmadı-

ğı belirtilmiştir.^{11,12,17}

Laboratuvar çalışmaları MIH'li dişlerde kohesiv başarısızlıkların, klinik çalışmalar ise restorasyon etrafındaki kenarlarda kırılmaların sıklıkla gerçekleştiğini göstermiştir. Yapılan çalışmalar lezyon özelliğinin yalnızca bağlantı gücünü etkilemediğini aynı zamanda kompozit restorasyonun ömrünü de etkilediğini göstermiştir.¹⁹

Hangi tip adeziv tercih edilmeli?

William ve ark.⁷ self-etch adezivler ile etch-and-rinse adezivler arasında bağlantı kuvveti açısından anlamlı bir farklılık bulmamışlardır. Souza ve ark.¹³ da 18 aylık takibin ardından benzer bir sonuç elde etmişlerdir. Ancak William ve ark.'ları⁷ iki aşamalı etch-and-rinse sistemlerin daha az kristaller arası porözite oluşturması ve asitleme sonucu daha fazla mineral kaybı yaratmasından dolayı yeterli sayıda mikro-tag oluşturmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca self-etch adezivlerde durulamanın olmamasının, artık suyun bond ile etkileşimini ortadan kaldırdığından bahsetmişlerdir. Buna karşılık Krämer ve ark.¹⁴ ise etch-and-rinse adezivlerin self-etch adezivlere göre daha iyi bağlantı sağladığını gözlemlemişlerdir. Araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar arasındaki farklılıklar birçok sebeple açıklanabilmektedir. Bunlardan ilki MIH'nin şiddetidir: William, sarı-kahve opasiteli dişler, Souza da şiddetli MIH olguları üzerinde çalışırken; Krämer hafif-orta şiddette MIH'ye sahip dişler üzerinde çalışmıştır.^{7,13,14} Ayrıca Souza kompozit restorasyonlardan önce bağlantıyı artırmak amacıyla dişlere florür uygulamış ve geçici cam iyonomer restorasyonlar yapmıştır.¹³ İkinci olarak; Krämer etch-and-rinse sistemler için %15, self-etch adezivler için %37'lik ön test başarısızlık oranı raporlamıştır ki bu durum sonuçlarda sapmalara yol açabilmektedir.¹⁴ Son olarak üç çalışmada da aynı self-etch adezivler kullanılmasına rağmen aynı etch-and-rinse sistemler kullanılmamıştır.¹⁹ Krämer; hidrofobik primer ile beraber üç aşamalı etch-and-rinse adeziv (Optibond FL) kullanmışken; William, hidrofilik monomer içeren iki aşamalı etch-and-rinse adeziv (Single Bond, 3M ESPE, St Paul, MN, ABD) kullanmıştır.^{7,14}

Yalnızca Krämer asitleme sonrasında universal adezivlerin kullanımını test etmiştir ve etch-and-rinse sistemlere göre daha zayıf bağlantı kuvveti sağladığını raporlamıştır.²⁰

Genel olarak özellikle su içeriği yüksek ve şiddetli hipomineralizasyona sahip MIH'li dişlerde self-etch adezivlerin kullanımı önerilmektedir. Self-etch adezivlerin daha az demineralizasyon ve postoperatif hassasiyet yaratması sebebiyle de MIH'li dişlerde kullanımının iyi olabileceği belirtilmektedir. Ancak bu hipotezin doğruluğu için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca farklı asiditeye sahip self-etch adezivler üzerinde de çalışmalar yapılması gerekmektedir.¹⁹

Bağlantı kuvvetini artırmada deproteinizasyon etkili midir?

MIH'den etkilemiş dişlerde artmış protein içeriği mikromekanik adezyonu azaltmaktadır. Bu sebeple adezyonu artırmak amacıyla fazla olan protein içeriği uzaklaştırılmaktadır.^{21,22}

Ekambahram ve ark.¹¹ deproteinizasyonun kremsi-beyaz defektlerde bağlantı direncini artırdığını bulmalarına rağmen sarı-kahverengi defektlerde bir farklılık yaratmadığını ifade etmişlerdir. Bunun tam tersine Krämer ve ark.¹⁴ etkilenmiş mineye tedavi öncesinde NaOCl uygulamasının minenin bağlantı direncini artırmadığını ancak ön test başarısızlıklarının azalmasını sağladığını raporlamışlardır. Benzer şekilde Gandhi ve ark.¹⁵ da asitleme öncesi NaOCl uygulamasının faydalı olmadığını söylemişlerdir. Sönmez ve ark.¹², NaOCl uygulanmış MIH'li dişlere yapılan kompozit restorasyonların 24 aylık ağız içi sağ kalım süresinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (%78,12 ve %58,06). Chay¹⁸, Ekambahram¹¹ ve Sönmez¹²'in çalışmalarında MIH'li dişlerde asitleme sonrası 60 sn NaOCl uygulamasının kompozitlerin başarı oranını ve bağlantı kuvvetini anlamlı olarak artırdığı raporlanmıştır. Buna karşılık Gandhi ve Krämer¹⁴ yaptıkları çalışmalarda mine bağlantısında artış gözlemlememişlerdir.

NaOCl uygulamasının asitleme öncesi veya sonrasında yapılması tartışmalıdır. Saroglü ve ark.²² NaOCl kullanımının protein degradasyonunu adezivin mine kristallerine geçişini kolaylaştırıp bağlantı kuvvetini artırdığını savunmaktadır. Ayrıca Crombie ve ark.¹⁶ asitleme sonrası NaOCl'nin %0,95'lik solüsyonunun Icon ile birlikte kullanımının minenin mikrosertliğini artırabildiğini raporlamıştır. Ancak Faria-e-Silva ve ark.²³ amelogenesis imperfektalı dişlerde asitleme öncesinde NaOCl uygulamasının bağlantı kuvvetini artırdığına dair bir sonuç bulamamışlardır.

Rezin infiltrasyon bağlantı kuvvetini artırmada etkili midir?

Rezin infiltrasyon kaviteleşmemiş çürük lezyonlarına penetre olup, mikroporöziteleri tıkayarak çürüğün ilerleyişini durdurmak amacıyla geliştirilen bir sistemdir. Bu sistemde yapılan asitlemeler fosforik asit veya hidroklorik asit (Icon-infiltrant) ile yapılmıştır.²⁴ Crombie ve ark.¹⁶, Icon'un MIH'li dişlerde dengesiz bir penetrasyon gösterdiğini raporlamışlardır. Krämer ve ark. da infiltrantın zayıf bir penetrasyon sergilediğini ve asitleme sonrası-infiltrasyon öncesi NaOCl uygulamasının bağlantı kuvveti ile başarısızlık paterni açısından belirgin bir farklılık yaratmadığını ifade etmişlerdir. Bunun tersine Chay ve ark.¹⁸ asitleme sonrası NaOCl uygulamasının, uygulanmamasına göre daha yüksek bağlantı kuvveti sağladığını ancak başarısızlık türünde farklılık yaratmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca rezin infiltrasyon kullanımının değişken penetrasyon oranları sebebiyle bağlantı kuvveti değerlerinde yüksek standart sapmalar ile birlikte büyük değişkenlik gösterdiğini bulmuşlardır. Bunun sebebinin özellikle fosforik asit

kullanıldığında sağlam minenin altındaki hipomineralize mine tabakasına infiltrantın yetersiz penetrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak şu ana kadar fosforik asit ve hidroklorik asit kullanımının bağlantı kuvveti üzerindeki etkisini karşılaştıran bir çalışma literatürde bulunmamaktadır.¹⁹

Bu önermelerin kombinasyonu bağlanma gücünü artırmada etkili midir?

Chay ve ark.¹⁸ rezin infiltrasyondan önce NaOCl uygulamasının sadece rezin infiltrasyon uygulamasına göre bağlantı kuvvetini önemli ölçüde artırdığını raporlamışlardır. Bu durumun MIH'li dişlerde proteinin uzaklaştırılmasının daha iyi penetrasyon sağlamasıyla ilgili olduğu ifade edilmiştir. Krämer ve ark.¹⁴ ise NaOCl ve rezin infiltrasyon kombinasyonunun sadece NaOCl uygulamasına göre bağlantı kuvvetinde anlamlı bir farklılık yaratmadığını ifade etmişlerdir. Ancak bu kombinasyonun etkinliği yalnızca rezin infiltrasyon uygulamasının yapıldığı dişlerle karşılaştırılmamıştır. Chay ve ark.¹⁸ ise bu karşılaştırmayı yapmışlardır ancak anlamlı bir farklılık bulamamışlardır.

SONUÇ

MIH'li dişlerin restorasyonları ile ilgili yapılan çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda, MIH'den etkilenmiş dişlerde bağlanma gücünün artırılmasına yönelik girişimlere ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Çalışmalarda kullanılan adezivin tipi, MIH'nin şiddeti, çalışılan örneklem sayısının değişkenlik göstermesi sebebiyle bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir. Çalışmalardaki limitasyonlarla birlikte restorasyonlarda self-etch veya etch-and-rinse sistemlerin kullanılmasının bağlantı kuvvetinde farklılık yaratmadığı bulunmuştur. Etch-and-rinse sistemlerde asitleme sonrası yapılan deproteinizasyonun bağlantı kuvvetini artırdığı saptığından, MIH'li dişlerde kompozit restorasyonların klinik başarısını artırmada klinik öneri olarak verilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Güner Ş, Salcıoğlu D. Current View on the Diagnosis and Treatment of Molar Incisor Hypomineralization. *Clin Exp Health Sci* 2016; 6(1): 28-34
2. Jälevik B, Dietz W, Noren JG. Scanning electron micrograph analysis of hypomineralized enamel in permanent first molars. *Int J Paediatr Dent* 2005; 15(4): 233-240.
3. Xie Z, Kilpatrick NM, Swain MV, Munroe PR, Hoffman M. Transmission electron microscope characterisation of molar-incisor-hypomineralisation. *J Mater Sci Mater Med* 2008; 19(10): 3187-3192.
4. Mahoney EK, Rohanzadeh R, Ismail FS, Kilpatrick NM, Swain MV. Mechanical properties and microstructure of hypomineralised enamel of permanent teeth. *Biomateri-*

als 2004; 25(20): 5091-5100.

5. Americano GC, Jacobsen PE, Soviero VM, Haubek D. A systematic review on the association between molar incisor hypomineralization and dental caries. *Int J Paediatr Dent* 2017; 27(1): 11-21.
6. Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B, Vierrou AM, Alaluu-sua 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.
7. William V, Massler LB, Burrow MF. Molar-incisor-hypomineralisation: Review and recommendations for clinical management. *Pediatr Dent* 2006; 28(3): 224-232.
8. Bozal CB, Kaplan A, Ortolani A, Cortese SG, Biondi AM. Ultrastructure of the surface of dental enamel with molar incisor hypomineralization (MIH) with and without acid etching. *Acta Odontol Latinoam* 2015; 28(2): 192-198.
9. Kotsanos N, Kaklamanos EG, Arapostathis K. Treatment management of first permanent molars in children with Molar-Incisor Hypomineralisation. *Eur J Paediatr Dent* 2005; 6(4): 179-184.
10. Santos MPA, Maia LC. Molar incisor hypomineralization: morphological, aetiological, epidemiological and clinical considerations. *Contemporary Approach to Dental Caries*. 1st ed. Rijeka: Intech; 2012.
11. Ekambaram M, Anthonappa RP, Govindool SR, Yiu CKY. Comparison of deproteinization agents on bonding to developmentally hypomineralized enamel. *J Dent* 2017; 67: 94-101.
12. Sönmez H, Saat S. A clinical evaluation of deproteinization and different cavity designs on resin restoration performance in MIH-affected molars: two-year results. *J Clin Pediatr Dent* 2017; 41(5): 336-342.
13. Souza JF, Fragelli CB, Jeremias F, Paschoal MAB, Santos-Pinto L, de Cássia Loiola Cordeiro R. Eighteen-month clinical performance of composite resin restorations with two different adhesive systems for molars affected by molar incisor hypomineralization. *Clin Oral Investig* 2017; 21(5): 1725-1733.
14. Krämer N, Bui Khac NN, Lücker S, Stachniss V, Frankenberger R. Bonding strategies for MIH-affected enamel and dentin. *Dent Mater* 2018; 34(2): 331-334.
15. Gandhi S, Crawford P, Shellis P. The use of a 'bleach-etch-seal' deproteinization technique on MIH affected enamel. *Int J Paediatr Dent* 2012; 22(6): 427-434.
16. Crombie F, Manton D, Palamara J, Reynolds E. Resin infiltration of developmentally hypomineralised enamel. *Int J Paediatr Dent* 2014; 24(1): 51-55.
17. Fragelli CMB, de Souza JF, Bussanelli DG, Jeremias F, Santos-Pinto LD, Cordeiro RCL. Survival of sealants in molars affected by molar-incisor hypomineralization: 18-month follow-up. *Braz Oral Res* 2017; 31: e30.
18. Chay PL, Manton DJ, Palamara JE. The effect of re-

sin infiltration and oxidative pre-treatment on microshear bond strength of resin composite to hypomineralised enamel. *Int J Paediatr Dent* 2014; 24(4): 252-267.

19. 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.

20. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, et al. Comparative study of adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004; 83(6): 454-458.

21. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* 2014; 216(6): 299-303.

22. Saroğlu I, Aras S, Oztaş D. Effect of deproteinization on composite bond strength in hypocalcified amelogenesis imperfecta. *Oral Dis* 2006; 12(3): 305-308.

23. Faria-e-Silva AL, De Moraes RR, Menezes MS, Capanema RR, De Moura AS, et al. Hardness and microshear bond strength to enamel and dentin of permanent teeth with hypocalcified amelogenesis imperfecta. *Int J Paediatr Dent* 2011; 21(4): 314-320.

24. Paris S, Meyer-Lueckel H. Infiltrants inhibit progression of natural caries lesions in vitro. *J Dent Res* 2010; 89(11): 1276-1280.