

Ortodontide Arayüz Aşındırması

Interproximal Reduction in Orthodontics

Dr. Öğr. Üyesi Ece Başaran

Altınbaş Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-4977-8134

Prof. Dr. Sabri İlhan Ramoğlu

Altınbaş Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-3475-1609

Geliş tarihi: 03.07.2023

Kabul tarihi: 10.06.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.58815

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Ece Başaran
Altınbaş Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul
Adres: Zuhuratbaba, İncirli Cd. No:11, 34147
Bakırköy/İstanbul
Tel: 0 538 298 90 20
E-posta: ece.basaran1@altinbas.edu.tr
basarann.ece@gmail.com

ÖZET

Ortodontide arayüz aşındırması, dişlerin arayüz temas alanlarından minenin bir kısmının dişlere zarar verilmeden çeşitli yöntemler ile aşındırılarak, dişlerin geri dönüşümsüz olarak meziodistal genişliğinin azaltılması olarak tanımlanmaktadır. Tarihsel gelişimde ilk kez anterior dişleri sıralarken, diş boyut uyumsuzluklarını düzeltmek için kullanılmış olup, günümüzde oldukça geniş uygulama alanı olan arayüz aşındırması, çeşitli yöntemler ve materyaller kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ancak yanlış uygulanması çevre yumuşak doku hasarına, aşırı duyarlılığa, pulpanın geri dönüşümsüz hasarına, artmış plak tutulumuna, periodontal hastalık riskine ve minenin fazla aşındırılmasına neden olabilmektedir. Bu derlemenin amacı, ortodonti pratiğinde arayüz aşındırmasının endikasyonları, kullanılan materyaller, uygulama yöntemleri ve meydana gelebilecek komplikasyonlar ve koruyucu uygulamalar hakkında bilgi vermektir.

Anahtar Kelimeler: Arayüz aşındırması, air-rotor stripping, diş minesi.

ABSTRACT

Interproximal reduction in orthodontics is defined as reducing the mesiodistal width of the teeth irreversibly by removing interproximal enamel of the teeth with various methods without damaging the teeth. It was used for the first time in the historical development to correct tooth size discrepancy while aligning anterior teeth. However, incorrect application can cause damage to the surrounding soft tissue, hypersensitivity, irreversible pulp damage, increased plaque uptake, risk of periodontal disease and excessive reduction of the enamel. The purpose of this review is to give information about the indications of interproximal reduction, materials and application methods, complications that may occur and protective applications in orthodontic practice.

Keywords: Interproximal reduction, air-rotor stripping, tooth enamel.

GİRİŞ

Dental arklar arasında iyi bir interdijitasyon ve kabul edilebilir overjet, overbite ve Sınıf I ilişkisinin sağlanabilmesi için alt ve üst dişler arasında bir oran olması gerekmektedir. Bu oranın normalden sapmış olması diş boyut uyumsuzluğu olarak tanımlanmaktadır.^{1,2}

Bolton³, diş boyut uyumsuzluklarını belirlemek amacıyla alt dişlerin üst dişlere göre meziodistal (MD) genişliklerine dayalı Bolton analizini geliştirmiş ve hastaların %30'unda diş boyut uyumsuzluğu olduğunu belirtmiştir. Alexander⁴ da çalışmalarında benzer yüzdeleri gözlemlemiştir. Bolton uyumsuzluğu kama lateral varlığı, diş eksikliği ve arkların birinde özellikle MD yönde büyük, küçük veya atipik dişler olduğunda daha muhtemeldir.² Sanin ve Savara,⁵ cinsiyete göre MD yönde

dar, ortalama ve geniş dişler için normlar belirlemiştir. Bu norm tablosu, arklar arası diş boyut uyumsuzluğu ile birlikte tek diş boyut uyumsuzluğunu da sağ ve sol bölgeler için değerlendirme fırsatı sunmaktadır. Peck ve Peck⁶⁷'in tanımladığı, alt kesici dişlerin MD genişlikleri ve fasiyolingual (FL) boyutları ile çapraşıklık miktarı arasındaki Peck İndeksi (PI)'ne göre iyi sıralanmış alt kesici dişlerin MD/FL oranı çapraşıklık bulunan alt kesici dişlere göre daha düşük bulunmuştur. Betteridge,⁷ alt anterior dişlerin MD genişlikleri toplamının mevcut yere oranı olarak tanımladığı bir indeks geliştirmiştir. Bu indekse göre, alt anterior segmentteki çapraşıklık derecesini ölçerek dişlerin MD genişliği ve çapraşıklık miktarı arasında bir ilişki bulunmuştur.⁸ Antropologlar, ilkel dental arklarda çoğunlukla çok az ya da hiç çapraşıklık olmadığını bulmuşlardır. Doğal dişlerde arayüzlerde meydana gelen abrazyon, Black⁹ tarafından tartışılmıştır. Eski çağlarda yiyeceklerin aşındırıcı özelliğinin daha çok olması nedeniyle zamanla ark uzunluğunda azalmaya neden olan, çapraşıklığı önleyen doğal bir atrizyonun olduğu gözlemlenmiştir. Aborjinler üzerinde yapılan araştırmalar, rafine olmayan diyetlerin bir sonucu olarak yaşam boyu 14-15 mm'ye kadar sert doku kaybı ile arayüz aşınması olduğu ve arklarda çapraşıklığın bulunmadığını göstermiştir.¹⁰ Ballard,¹¹ ölçüm yaptığı 500 modelden 448 tanesinde diş boyut uyumsuzluğu olduğunu belirterek, anterior segmentlerdeki dengesizliğin giderilmesi için 1944 yılında, literatürde ilk kez arayüz aşındırması (interproksimal redüksiyon (IPR)) uygulamasını önermiştir. Modern diyetlerle oklüzal ve arayüzde aşınma meydana gelmemekte ve sonuç olarak dental arklarda çapraşıklık artmaktadır. Bu teoriye göre, arayüzlerde meydana gelen atrizyonun doğal yollarla meydana gelmediği durumlarda, IPR uygulamasının yer elde etmek için uygulanabileceği savunulmaktadır.¹²

Arayüz Aşındırması

IPR, dişlerin arayüz temas alanlarından minenin bir kısmının dişlere zarar verilmeden çeşitli yöntemler ile aşındırılarak, dişlerin geri dönüşümsüz olarak MD genişliğinin azaltılması olarak tanımlanmaktadır.²

Arayüz Aşındırması Endikasyonları

IPR uygulaması ilk olarak anterior dişleri sıralarken, diş boyut uyumsuzluklarını düzeltmek için kullanılmıştır.^{11,13} Heusdens ve ark.,¹⁴ Bolton uyumsuzluğu bulunan durumlarda da kabul edilebilir bir oklüzyonun elde edilebileceğini bildirmesine karşın, birçok araştırmacı anterior diş ark uzunluğundaki uyumsuzlukların, alt anterior dişlere IPR uygulanarak düzeltilebileceğini belirtmiştir.^{3,11,15,16} Grauer ve ark.,¹ 2 mm'den büyük diş boyut uyumsuzlukları için IPR veya restorasyon yapılmasını önermiştir. Uyumsuzluğun lokalize olduğu durumlarda veya generalize MD boyutlarda yetersizlik varsa restorasyonla materyal eklenme-

si uygunken, komşu dişlerin oranları iyi ise ve lokalize bir uyumsuzluk bulunmuyorsa IPR yaklaşımının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.¹

Hastaların çekimsiz ortodontik tedavi talebinin artmasıyla IPR uygulaması daha yaygın bir hale gelmiştir.^{12,17,18} Sheridan^{19,20} ardışık iki makalesinde, hafif ila orta derecede çapraşıklık durumunda IPR'yi, çekim veya genişletme uygulamalarına bir alternatif olarak sunmuştur. Bununla birlikte Spee eğrisinin düzeltimi için yer sağlanması da bir başka uygulama alanı olarak belirtilmiştir.²¹ Zachrisson²² ise IPR'nin anterior estetiği geliştirmek için uygulanmasını önermiştir.

Günümüzde, şeffaf plak tedavilerinin yaygınlaşması ile birlikte IPR uygulamasının da klinik önemi artmıştır.^{23,24} IPR'nin çekimli tedaviye göre avantajı, yapılan IPR miktarı çapraşıklık miktarına tam olarak eşit olduğu için genel tedavi süresini kısaltması ve çekim sonrası boşluk kapatma zorluklarını minime indirerek ankraj kontrolünü kolaylaştırması olarak belirtilmiştir.^{12,25,26} Sheridan,¹⁹ çekim yapılmayan bir vakanın tedavisinde IPR yapılması ile, alt kesici dişlerin aşırı protrüzyonunun önlenilebileceğini ve diş arklarının aşırı genişletilmesinden kaçınılabileceğini belirtmiştir.

Peck ve Peck,⁶ IPR'nin alt keser dişlerin tedavi sonrası stabilitesini arttırmak için kullanılmasını önermiştir. Yapılan diğer çalışmalar ile IPR'nin stabiliteyi arttırdığı desteklenmiştir.^{13,27} Daha sonra PI, Peck ve Peck'in çalışmasında tedavi edilmemiş vakalardan oluşan bir örnek grubu aksine, tedavi edilen bir vaka örneğinde, retansiyondan 10 yıl sonra araştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, PI ve uzun dönem stabilite arasında zayıf bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.²⁸

Boese,²⁹ ortodontik tedavi sonrası 4 ila 9 yıl boyunca mandibular arklardaki stabilitenin artması için IPR uygulamasının sirkümfarensiyel suprakrestal fiberotomi (CSF) ile birlikte yapılmasını önermiştir. IPR uygulamasına ek olarak yapılan CSF ile, retansiyon yapılmaya bile alt kesicilerin uzun dönem stabilitesini artırabileceği sonucuna varılmıştır.

Alt çenede uzun dönem stabiliteyi arttırmak için interkanin genişliğin korunması önemli bir faktör olup, IPR'nin alt anterior bölgede yer kazanmak için kullanıldığı durumlarda interkanin genişliğinin korunma olasılığı daha yüksek bulunmuştur. Ortodontik tedaviden 10 yıl sonra ark formlarının tedavinin uzun dönem stabilitesi üzerine etkisi araştırıldığı bir çalışmada, tedavi öncesi ark formunun gelecekteki ark form stabilitesi için en iyi rehber olduğu bulunmuştur.³⁰

Rastogi ve Gupta,¹² çoklu diş rotasyonu bulunan hastalarda IPR'nin relaps ihtimalini azaltan geniş kontakt yüzeyleri sağlayabileceğini belirtmiştir. Buna karşılık Kelsten,³¹ IPR'nin seviyelemeyen sonra yapılmadığı durumlarda rotasyonlu dişlerde temas noktalarının yanlış tespit edilme-

sine neden olacağını savunmuştur.

IPR uygulamasının diğer alanları olarak diş formunu değiştirmek, siyah üçgenlerin eliminasyonu ve anterior diş estetiğini iyileştirmek belirtilmiştir. Bennet ve McLaughlin³²'a göre, dikdörtgen, üçgen ve fıçı şeklinde olmak üzere üç ana diş formu bulunmaktadır. Geniş kontakt alanları bulunan dikdörtgen formlu dişlerde gingival ve insizal boşluklar görülmezken, üçgen formlu dişlerde ise kontakt noktaları daha insizalde konumlandığından dolayı seviyelenmeden sonra gingival siyah üçgenler görülebilmektedir. Bu dişlerde, IPR'nin arayüz formunu değiştirmek için kullanılması faydalı olabilmektedir, ancak daha önce mevcut olmayan bir Bolton uyumsuzluğu oluşturmak mümkün olabileceğinden, IPR sadece bir arkta yapıldığında dikkatli olunması önerilmiştir. Bu gibi durumlarda, ortaya çıkan uyumsuzluğu dengelemek için karşıt arkta da IPR yapılmasının gerekli olabileceği bildirilmiştir.² Fıçı formlu dişlerde kontakt noktasından insizale doğru bir ayrılma görülmekte ve bu dişlerde IPR ve yeniden şekillendirme yapılarak insizal veya gingival boşlukların kapatılabileceği belirtilmektedir.³² Alveoler kret tepesi ile dişlerin temas noktası arasındaki mesafenin 5 mm veya daha az olması durumunda, papilladan yaklaşık %100, 6 mm ise %50 ve 7 mm ise %25 oranında dolum olduğu bildirilmiştir.²⁵ IPR işlemi ile temas yüzeylerinin uzatılması siyah üçgenlerin görülme sıklığını azaltmaktadır.^{22,33-35} Diş boyutu ve mevcut yer miktarına bağlı olarak, özellikle üst anterior dişlerde asimetrisi telafi etmek için IPR yapılabileceği önerilmiştir.¹²

Arayüz Aşındırması Kontrendikasyonları

Betteridge,³⁶ tedavi planlaması yaparken keserleri retrokline olan Sınıf II Bölüm 2 vakalarda IPR sonrası keserlerin daha da retrokline olabileceğinin göz önünde bulundurulmasını önermiştir.

IPR uygulamasının, mine kalınlığında azalma meydana geleceği için pulpa odasının daha dar olduğu yetişkin hastalarda hassasiyet gelişme riskinin az olması nedeniyle daha güvenli olduğu belirtilmiş, genç hastalarda ise geniş pulpa odası bulunduğu gerekçesiyle daha dikkatli uygulanması önerilmiştir.^{12,21}

Yüksek çürük riski bulunan ve ağız hijyeni kötü olan hastalarda çürük gelişimi riskini önlemek için IPR yapılmaması önerilmiştir.^{12,21} Diğer kontraendikasyonlar ise; arklarda 8 mm'den fazla çapraşıklık varlığı, aktif periodontal hastalıklar, mine hipoplazisi, soğuğa aşırı duyarlılık ve çoklu restorasyon bulunması, geniş kontakt yüzeyi bulunması nedeniyle dikdörtgen formlu dişler şeklinde sıralanabilmektedir.^{21,23}

Choudhary ve ark.,²¹ makrodontik dişlerde IPR'nin endike olduğunu savunurken, Rastogi ve Gupta¹² diş boyutu ile mine kalınlığı arasında ilişki olmadığından dolayı makrodontik dişlerin daha fazla miktarda aşındırılmaması gerek-

tiğini savunmuştur.

Dişlerdeki Mine Kalınlığı ve Önerilen Aşındırma Miktarları

IPR uygulaması yapılmadan önce minenin ne kadar aşındırılabilirliğini ölçmek amacıyla servikalden oklüzal düzleme dikme inilebilir çünkü dentin, servikalden düz bir hat şeklinde gözlemlenmektedir. Mine kalınlığını ölçmenin bir başka yolu ise özel ölçerler kullanmaktır. Ancak interdental mine kalınlığı ölçüldükten sonra, ne kadar mine aşındırması yapılabileceğine karar verilmesi gerekmektedir.^{11,21,37} Aşındırılacak mine miktarını belirlemek için kalibre edilmiş radyografik görüntülerin kullanılması da önerilse bile, bu yöntem rutin klinik uygulama için uygun değildir.^{38,39}

Mine kalınlığı temas noktalarında daha kalın olup, mine-sement sınırına doğru giderek azalmaktadır. Üst kanin ve alt ikinci premolarlarda farkın daha fazla olmasıyla birlikte; distalde, mezial yüzeylerden daha ince mine tabakası bulunduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda istisnai olarak, üst lateral dişte mine kalınlığı distalde daha kalın olarak belirtilmiştir.^{12,15} Stroud ve ark.³⁸ ise her iki cinsiyette de ikinci premolarlar hariç posterior dişlerde distaldeki mine kalınlığını mezialden daha kalın olarak bulmuş ve bu farkın dişlerdeki mesial kuvvet vektörü ve lateral hareketlere bağlı olduğunu savunmuştur. Molar dişlerdeki mine kalınlığının, premolar dişlerden anlamlı derecede daha kalın olduğu ve posterior dişlerdeki mine kalınlığı toplamının yaklaşık 10 mm olduğu rapor edilmiştir.³⁸

Hall ve ark.,⁴⁰ mandibular lateral dişlerin, santral dişlerden daha kalın mine tabakasına sahip olduğunu ve mandibular santral dişlerin mine kalınlığını distalde ortalama 0,77 mm ve mesialde ortalama 0,72 mm olarak belirlemiştir. Mandibular lateral dişler ise distalde ortalama 0,96 mm ve mesialde ortalama 0,80 mm olarak ölçülmüştür. Premolarlardaki mine kalınlığının 1 mm'nin üzerinde olabileceğini ifade etmiştir.⁴⁰

Hudson¹⁵ ise mandibular santral, lateral ve kanin dişlerinde mine kalınlığı araştırmış ve temas noktalarında mine kalınlığı santrallerde 0,59 mm, laterallerde 0,66 mm ve kaninlerde 0,89 mm olarak ölçmüştür. Genel olarak, MD yönde daha geniş dişlerde mine tabakasının daha kalın olduğunu belirtmiştir. Mandibular santral dişlerden 0,2 mm, lateral dişlerden 0,25 mm ve kaninlerden 0,3 mm IPR yapılarak anterior dişlerden 3 mm'ye kadar yer kazanılabileceği sonucuna ulaşmıştır.¹⁵ Betteridge⁷ ise alt anterior dişlerden 4 mm'ye kadar aşındırma yapılabileceğini savunmuştur. Barrer,⁴¹ alt kesici dişlerin 0,4 mm aşındırılabilirliğini, Paskow²⁷ ise 0,25 ile 0,37 mm arasında aşındırılabilirliğini önermiştir. Tuverson,¹⁶ alt keser dişlerin arayüzleri için 0,3 mm ve kaninlerin 0,4 mm olacak şekilde toplamda anterior grupta 4 mm'ye kadar IPR yapılmasını önermiştir.

Sheridan,^{19,20,42} yayınladığı makalelerde air-rotor stripping (ARS) ile 8 mm'ye kadar olan çapraşıklıkların IPR ile giderilebileceğini, daha sonraki bir çalışmada ise premolar ve molarların proksimal yüzeylerin her birinden 0,4 mm mine aşındırarak yalnızca bu bölgedeki IPR'den 6,4 mm'ye, toplamda 8,9 mm'ye kadar yer kazanılabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte Stroud ve ark.,³⁸ önerilen 6,4 mm'lik bir yer kazancının az bir miktar olduğunu ve bu teknikte posterior dişlerde 9,8 mm'lik yer kazanılabileceğini savunmuştur. Sheridan⁴² ile benzer şekilde posterior bölgede yapılan aşındırmalar ile Fillion,⁴³ üst kesici dişlerden 0,3 mm, üst posterior dişlerden 0,6 mm, alt kesici dişlerden 0,2 mm ve alt posterior dişlerin mesial yüzeyinden 0,6 mm'ye kadar aşındırma önermiş ve toplamda birinci molarların mezial yüzeyleri arasında maksillada 10,2 mm ve mandibulada 8,6 mm yer elde edilebileceğini belirtmiştir. IPR işlemi ikinci moları da içeriyorsa, birinci moların distal ve ikinci moların mesial yüzeyinden de ek 0,5 mm elde edilebileceğini savunmuştur. IPR planlanırken fizyolojik aşınma derecesi, önceden IPR uygulanıp uygulanmadığı ve normalden büyük kuron veya dolguların varlığının göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamıştır.⁴³ Chudasama ve Sheridan,⁴⁴ arayüz mine kalınlığının üst lateral dişler ve alt kesicilerde daha ince olduğunu, bu nedenle bu temas noktalarından sadece 0,5 mm'ye kadar aşındırma yapılması gerektiğini savunmuştur. Boese,²⁹ ise her dişin mine kalınlığının farklı olması gerekçesiyle, standart bir ölçümden bağımsız olarak mine kalınlığının yarısını aşındırmayı tavsiye etmiştir. Alexander⁴ ise tüm dişler için sadece 0,25 mm IPR yapılmasını önermiştir.

Arayüz Aşındırma Prosedürü

IPR, daimi dişlerin arayüzlerinin aşındırılması, anatomik yeniden şekillendirilmesini ve korunmasını içeren ancak geri dönüşümü olmayan klinik bir prosedürdür.^{27,35,36} Bazı yazarlar seviyelemenin ardından doğru oklüzyonun sağlanıp sağlanamayacağına karar vermenin kolaylaşacağını, bu nedenle IPR yapmadan önce arkların seviyelenmesi gerektiğini savunmuşlardır.^{15,35} Paskow²⁷ ise seviyelemenden önce yapılan IPR işleminin dişlerin spontan seviyelenmesine imkan tanıdığını savunmuştur.

Chudasama ve Sheridan,⁴⁴ posterior bölgeden başlayarak anterior bölgeye doğru sıralı aşındırma prosedürü önererek, tek seansta tüm dişlere IPR uygulanmaması gerektiğini bildirmişlerdir. IPR sırasında yumuşak dokular korunmalı, su veya hava soğutması yapılmalıdır. IPR öncesi dişler arasında boşluk oluşturmak için separatör kullanılması görüş alanını iyileştirmekte ve temas noktasına erişimi kolaylaştırmakta ve dişeti hasarı riskini en aza indirmektedir.^{12,15,21,39,45,46} Separasyon sonucu oluşan yer sebebiyle, uygulanan IPR miktarını ölçmek zor olacaktır, kalınlık ölçer doğru ve basit bir yol sağlamaktadır.^{12,21} Dişlerin anatomisi IPR sırasında değiştirilmektedir, bu ne-

denle temas noktasını doğru anatomik konuma yerleştirmek ve temas noktasının papil tepesi ile aynı dikey konumda olması önemli faktörlerden biri olarak belirtilmiştir. IPR için materyal seçimi yaparken, hangi materyal ve yumuşak doku koruyucularının kullanılması gerektiğine karar verilmelidir.^{21,47} Hekimin kendisine en uygun yöntemi bulması sürecinde üretici talimatlarına uygun olarak IPR uygulaması önerilmektedir. IPR sonrası pürüzlendirilmiş yüzeyler ve düzleştirilmiş temas alanlarının, diş anatomisine uygun olarak yeniden şekillendirilerek bitirilmesi ve cila yapılması gerekmektedir. Son aşama olarak remineralizasyon ajanları kullanılarak çürük riski minimuma indirilebilmektedir. IPR uygulanan dişler ve aşındırma miktarları not edilerek, kayıt altında tutulması sayesinde işlemin tekrarının gerekli olduğu durumlarda, IPR yapılan dişlerden tekrar aşındırma yapılması önlenmektedir.^{35,47}

Arayüz Aşındırma Yöntemleri

IPR işlemi yapılırken mekanik ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Kimyasal yöntemler çok tercih edilmemekle birlikte, mekanik yöntemler hem manuel olarak hem de döner aletler yardımıyla da uygulanabilmektedir.

Kimyasal Yöntemlerle Aşındırma

Kimyasal aşındırma ile mine aşındırılmasının, kendi kendini iyileştirmeye uygun bir yüzey ile sonuçlandığı görülmüştür.⁴⁸ Kimyasal aşındırma, %18'lik hidroklorik asit veya %37'lik fosforik asit ile yapılabilmektedir. %18 hidroklorik asit ile aşındırma sırasında rubber dam veya diğer izolasyon yöntemlerinin kullanımı önerilse de %37'lik fosforik asit kullanımı ile böyle bir önlem almanın gerekmediği belirtilmiştir. Fosforik asit kullanımının bir diğer avantajı olarak ise klinik ortamında kolay erişilebilir olması gösterilmiştir. Mekanik aşındırma ile kimyasal aşındırmanın birlikte kullanılması ile 6 ay içerisinde kendiliğinden remineralize olan ve daha pürüzsüz mine yüzeyi elde edildiği bildirilmiştir.⁴⁹

Mekanik Yöntemlerle Aşındırma

Manuel olarak metal aşındırıcı bantlar (abraziv stripler), anterior dişlerde uygulanabilmektedir. Aşındırıcı bantlar tek ya da çift taraflı, ince, orta ve kaba grenli olarak bulunmaktadır. Bantlar; elde, portegü ile veya aşındırıcı bantlara özel tutucular ile kullanılabilmektedir. Ancak posterior dişlerde kullanıldığında pratik olmayan, verimsiz ve zaman alıcı bir yöntem olabilmektedir. Disk kullanımının riskli olduğu rotasyonlu dişlerde kontaklardan geçişi sağlamakta ve IPR'den sonra dişlerin yeniden şekillendirilmesi için kullanılabilmektedir. Ek olarak hastaların, manuel olarak gerçekleştirilen işlemde, motorlu aletlere göre daha az endişe duydukları belirtilmiştir.^{8,12,21,50,51} Bu yöntem ile yapılan aşındırma miktarı az olmaktadır, bu nedenle daha fazla miktarda aşındırma yapılması gerekiyorsa döner

aletlerin kullanımı önerilmiştir.^{19,52}

Döner aletler ile, elmas diskler ve frezler, tungsten karbid frezler, salınım hareketi yapan aşındırma bantları (Ortho-strip), Elektrik-Rotor stripping (ERS) ve Sheridan'ın geliştirdiği ARS sistemleri kullanılabilir. ^{12,21,23,39}

Manuel aşındırma bantlarına benzer şekilde değişen kalınlık ve partikül boyutlarında elmas kaplı diskler tek veya çift taraflı kullanılmaktadırlar.¹² IPR sonrası cila uygulaması ile pürüzsüz mine yüzeyi sağlandığı, ancak disklerin düzgün kullanılmadığı takdirde mine üzerinde derin kesiler bırakabileceği ve yumuşak dokulara yakın çalışırken tehlikeli olabileceği belirtilmiştir.^{19,21} En ince diskin kullanılması, cila sonrası 0,2 mm'lik IPR'ye izin vermektedir. Tek taraflı disklerin kullanılması, ilk temas aralığını olabildiğince küçük tutmakta ve yalnızca tek dişin aşındırılmasını sağlamaktadır.⁵⁰

Ortho-strip sistemi, mikromotora takılan özel bir başlık ile birlikte kullanılan ince, yarı esnek aşındırıcı bantlardır. İleri ve geri titreşim hareketi ile aşındırma sağlamaktadır. Elmas kaplı olan bu aşındırma bantlarının elmas partikül büyüklüklerine göre farklı tipleri IPR, yeniden şekillendirme ve cila işlemlerinde kullanılabilmesine imkan vermektedir. Bu sistemin ARS'den daha fazla, manuel sistemlerden daha az zaman gerektirdiği, ancak elde edilen sonuçların daha öngörülebilir olduğu ve elde edilen mine yüzeyinin, frez kullanımından elde edilen yüzeyden daha pürüzsüz olduğu görülmüştür.^{21,23,35,53-55} Gazzani ve ark.,⁵⁵ manuel aşındırmaya göre daha hafif paralel çizgiler ile daha düzensiz bir yüzey oluşturduğu sonucunu raporlamıştır.

ARS, sınır vakalarda çekim ya da genişletmeye alternatif olarak ilk defa Sheridan¹⁹ tarafından tanımlanmıştır. ARS yaparken, dişlerin arayüzlerinde duvar çatlaklarını önlemek için, emniyet uçlu frezler kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu işlem, geleneksel frezler kullanılarak da yapılabilmektedir. ARS tekniğinin dezavantajı, IPR sonrası diğer yöntemlere göre daha pürüzlü yüzey bırakması olarak belirtilmiştir.²¹ Sheridan,¹⁹ ARS ile diğer yöntemlere göre daha fazla yer elde edilebileceği ve tedavinin herhangi aşamasında uygulanabilme avantajlarının yanında, dişlere anatomik kontur verilmesinin zorluğunu belirtmiştir. Bu yöntem uygulanırken su soğutması kullanılması önerilmiştir.

Oluşabilecek Komplikasyonlar ve Koruyucu Uygulamalar

IPR'nin yanlış uygulanması çevre yumuşak doku hasarına, aşırı duyarlılığa, pulpanın geri dönüşümsüz hasarına, artmış plak tutulumuna, periodontal hastalık riskine ve minenin fazla aşındırılmasına neden olabilmektedir.^{12,33,54} Kalemaj ve Levri,²⁶ özellikle alt kanin dişlerin distal yüzeylerinin hassasiyete daha yatkın olduğunu belirterek dikkatli IPR uygulamasını önermişlerdir.

Çevre Yumuşak Dokularda Hasar

Çapraşıklık olan durumlarda çevre yumuşak dokuların sağlığını korumak için oral hijyen önemli bir faktördür.³⁶ Paskow,²⁷ alt anterior bölgede yapılan IPR sonrası sağlıklı periodontal dokuların sağlandığını gözlemlemiştir. Zachrisson³³ ise IPR yapılan dişlerin köklerinin yaklaşmasının periodontal dokulara zarar vermediğini ve kontakt yüzeyini genişletmenin periodontal dokulara etkisinin bilinmediğini ancak tehlikeli olmadığını düşündüğünü belirtmiştir. Aynı yazar daha sonraki çalışmasında, yüzey başına maksimum 0,5 mm IPR uygulamasından 10 yıl sonra inceleme yaptığı hastalarda dişeti yıkımı ve alveolar kemik kaybı görülmeyişi belirtmiştir.²² Florman ve ark.,^{50,51} diş yüzeyi başına 0,3 mm veya daha az aşındırma yapıldığında periodontal ligament üzerinde radyografik ve klinik bir etki görülmeyişi fikrini ardışık iki yayınında savunmuştur.

Keim,³⁴ alveolar kemik kaybı olacak kadar ilerlemiş periodontal hastalık varlığında tekrar papil oluşturma mümkün olmadığını ve IPR'nin siyah üçgenleri azaltmada bir tedavi seçeneği olduğunu belirtmiştir. Chee ve ark.,⁵⁶ IPR sonrası plak tutulumunun artacağını ancak dişeti inflamasyonu bulunmadığı durumda kemik kaybına neden olmayacağını savunmuşlardır. Bir vaka raporunda da dikkatli bir uygulama ile IPR sonrası çevre yumuşak dokularda hasar meydana gelmediği ve güvenli bir yöntem olarak uygulanabileceği belirtilmiştir.⁵⁷

Zhong ve ark.,⁴⁵ temas noktasından ilerleyen diskin minör papiller kesiler yapması dışında yumuşak doku hasarı görülmeyişi ve koruyucu uygulamaya gerek olmadığını belirtmiştir. Zachrisson,^{22,33} dişetinin iyileşme potansiyelinin çok yüksek olması sebebiyle IPR esnasında herhangi bir önlem almadığını ancak kama veya separatör kullanımı ile yumuşak doku hasarının önlenilebileceğini belirtmiştir. Çevre yumuşak dokuların korunması için bir başka önlem olarak rubber dam kullanılması önerilmiştir.⁵⁸ Bakteriye mi riski bulunan hastalarda IPR uygulaması öncesinde anti-septik gargara kullanımını önerilen bir çalışma bulunmaktadır.⁵⁹ Prabhat ve ark.⁶⁰ ise dişetini korumak için 0,14" paslanmaz çelik telden bükümler yaparak her diş için FL yönde bir indikatör kullanımını önermişlerdir.

Yüzey Pürüzlülüğü ve Çürük Riski

Dişlerin arayüz mine tabakasındaki iatrojenik yaralanmalarının yüzey pürüzlülüğünü arttırması, çürük riski için predispozan faktör olabilmektedir ancak çürük oluşumu karmaşık bir süreçtir. Bu nedenle, plak birikimini çürük oluşumu ile ilişkilendirebilmek için tükürük sekresyonu, hastanın beslenme düzeni ve mineral takviyesi gibi birçok faktör birlikte değerlendirilmelidir.⁶¹

IPR sonrası çürük riski oluşumu açısından iki hipotez öne sürülmüştür. İlki daha yüksek flor konsantrasyonuna sahip diş mine tabakasının aşındırılması sonucu demineralizasyona daha az dirençli yüzey oluşması, ikincisi ise IPR son-

rası minenin pürüzlü hale gelmesinin bakteri adezyonunu arttırabileceğidir.^{25,53,62-67}

IPR ile çürük riski arasında ilişki bulunmadığını belirten bazı çalışmalar, IPR sonrası mine pürüzlülüğünün artmasının in vivo koşullar ile dengelenmesi nedeniyle çürük ile sonuçlanmadığını savunmuştur.^{27,45,57,61,69,70} Zachrisson,²² hava soğutması altında IPR yapılmasının daha pürüzsüz ve kendi kendini temizleyebilen yüzeyler sağlamasına yardımcı olduğunu savunmuştur ve %97 oranında çürük oluşmadığını bildirmiştir. Aynı yazar, elmas disk ile hava soğutması altında alt anterior dişlerde IPR uygulamasından 10 yıl sonra yeni çürük oluşmadığını bildirmiştir.⁷¹ Daha sonraki çalışmasında ise IPR yapılan premolar ve molar dişleri 4-6 yıl sonra incelediğinde IPR'in posterior dişlerde çürük riskini arttırmadığı sonucuna ulaşmıştır.⁷² Radlanski ve ark.,³⁷ in vitro ve in vivo olarak mine pürüzlülüğünü ve plak birikimini araştırmış ve elmas frez ve diskler kullanılması sonucu oluşan çentiklerin plak birikimine neden olduğu ve diş ipi kullanımı ile bile önlenemediğini belirtmiştir. Bazı çalışmalarda da IPR yapılan yüzeylerde çentik derinliğinin fazla olduğu ve dişlerin demineralizasyona duyarlı hale geldiği savunulmuştur.^{62,73,74} Jarjoura ve ark.,²⁵ ARS sonrası uzun dönemde çürük riski açısından değerlendirme yaptığında çürük, çekilmiş ve restorasyonlu diş ve yüzey (DMFT ve DMFS) değerlerinin arttığını belirtmiştir.

Cila uygulamasına rağmen pürüzlü yüzeylerin tamamen elimine edilemeyeceğini savunan çalışmalar ile birlikte, cila uygulaması sonucu tedavi edilmemiş mineden daha pürüzsüz yüzey elde edildiğini savunan çalışmalar da bulunmaktadır.^{45,58,64-68,75} Ancak, IPR sonrası cila uygulamasının pürüzlü yüzeyleri azalttığı çoğu çalışmanın ortak sonucu olarak belirtilmiştir.^{53,63,76,77} Cilalama süresi arttıkça diş yüzeyinin daha pürüzsüz hale geldiği savunulmuştur.^{78,79}

IPR uygulamasında ince grenli alet kullanımının ve manuel uygulamaların daha pürüzsüz yüzey sağladığı birçok çalışma ile desteklenmiştir.^{67,77,80} Çalışmaların büyük çoğunluğu tungsten karbid frez ile IPR ve Sof-Lex disk ile cila yapıldığında en pürüzsüz yüzeyin elde edildiğini rapor ederken, bazı çalışmalarda elmas disk ile IPR ve sonrasında Sof-Lex disk ile cila yapıldığında, bir çalışmada da Ortho-strip sonrası ve Sof-Lex disk kullanımıyla daha başarılı sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir.^{45,63-65,67-69,75}

Pürüzsüz yüzey elde etmek ve iatrojenik lezyonları önlemek için bazı koruyucu uygulamalar zaman içinde geliştirilmiştir. Joseph ve ark.,⁴⁸ iyi çevresel koşullar sağlamanın remineralizasyon ve plak kontrolünde etkili olduğunu ve %37 fosforik asit ile kimyasal aşındırma uygulamasının daha pürüzsüz yüzey elde etmede etkili olduğunu belirtmiştir.

Cila uygulaması sonrası, topikal flor uygulamasının koruyucu etkisi bir çok çalışmada kanıtlanmıştır.^{48,62,64,75}

Twesme ve ark.,⁶² florlu macun ve flor jelinin etkisini incelemiş ve flor tedavisinin bakteriyel penetrasyonu anlamlı derecede azalttığını ancak tedavi edilmemiş mineye göre lezyon derinliğinin daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Bazı çalışmalar, flor, resin infiltrasyonun ve flor vernik uygulamasının IPR sonrası minede kalsiyum kaybını önlediği ve asit atağına karşı mekanik bir koruma sağladığını savunmuşlardır.^{81,82}

Kim ve ark.,⁶⁸ asidüle fosfat florid (APF) jelin, IPR sonrası ilk 24 saatte 4 kez 5'er dakika uygulanmasını takiben sealant tatbikinin demineralizasyona direnç sağladığını bildirmiştir. Daha güncel çalışmalarda ise IPR sonrası koruyucu uygulama olarak kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) uygulamasını öneren çalışmalar öne çıkmaktadır. Bayram ve ark.,⁴⁶ CPP-ACP etkisini in vivo olarak araştırdığı çalışmanın sonucu olarak serbest kalsiyum ve fosfat çökmesini sağlayarak remineralizasyona neden olduğunu gözlemlemiştir. Giulio ve ark.,⁷³ CPP-ACP'nin 8 gün boyunca günde 3 kere kullanımını önermiştir. Uysal ve ark.,⁸³ ise CPP-ACP ile flor uygulaması arasında demineralizasyonu önleme açısından anlamlı bir fark bulunmadığını gözlemlemiştir. Paganelli ve ark.,⁸⁴ ise IPR sonrası 30 gün boyunca günde 2 kez, 2 dakika CPP-ACP uygulamış, tükürük ve CPP-ACP maruziyetinin diş morfolojisinde bir değişikliğe neden olmadığını gözlemlemişlerdir.

Alessandri Bonetti ve ark.,⁷⁸ IPR sonrası çinko-karbonat hidroksi apatitli (Zn-CHA) macun uygulamasının demineralizasyona karşı 1400 ppm flor içeren diş macunlarına göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Chee ve ark.,⁵⁶ IPR sonrası koruyucu uygulamalar olarak; %8 stanes florid'in 4 dakika uygulanması, 45 gün boyunca florid gargara, günde 1 kez %0,05 nötral sodyum florid, günde 4 dakika %1,23 APF, CPP-ACP ve fissür koruyucu uygulamasını önermişlerdir.

Pulpa Odasında Sıcaklık Artışı

Dental prosedürlerde meydana gelen sıcaklık artışı, pulpa dokusunun termal değişimlerden etkilenen yüksek vasküler bir doku olması nedeniyle dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.⁸⁵ Sıcaklık değişimlerine karşı aşırı duyarlılık; uygulanan termal uyarının yoğunluğu ve süresi, hastanın yaşı, patolojik diş aşınması, tedavi öncesi aşırı duyarlılık varlığı ve aşındırılan mine miktarı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.^{12,38,86} Zach ve Cohen⁸⁷ tarafından, sıcaklığın 5,5°C artışının tolere edilebilecek kritik değer olduğu, daha yüksek sıcaklık artışının ise pulpanın inflamasyonuna veya nekrozuna yol açabileceği bildirilmiştir. Sıcaklık değişimine neden olan bir uygulama olması sonucu IPR'nin de olası bir komplikasyonu olarak sıcaklık artışına bağlı pulpa hasarı belirtilmiştir. Pereira ve ark.,⁸⁸ in vitro olarak, keser, premolar ve molar dişlerde metal aşındırıcı bantların manuel kullanımı ve disk uygulaması sonucu oluşan sıcaklık değişimini incelemişlerdir. Disk

ile 0,5 mm IPR uygulanan grupta sıcaklık artışı daha fazla bulunmakla birlikte kritik seviyeyi aşmamaktadır. Sehgal ve ark.⁸⁹ ise metal aşındırma bantları ve elmas frez ile IPR uyguladığı çalışmada kritik seviyeyi aşmayan sıcaklık artışları meydana geldiğini gözlemlemiştir. Omer ve Al Sanea,⁹⁰ ise elmas frez, elmas disk, elmas kaplı aşındırma bantları ve manuel aşındırma bantları ile yaptığı çalışmada frez ve disk ile yapılan IPR sırasında daha yüksek seviyede sıcaklık artışı meydana gelmesine rağmen tüm yöntemlerde 5,5°C'nin altında değerler elde edilmiştir. Banga ve ark.⁹¹ yaptığı çalışmada ise tungsten karbid frez, manuel aşındırma bantları ve Ortho-strip sistemi çekilmiş premolar dişlerde uygulanmış olup, üç yöntemde de oluşan sıcaklık artışı güvenli sınırlar içerisinde kalmıştır.

Buna rağmen, Baysal ve ark.⁹², mandibular keser, kanin ve premolar dişlerde farklı IPR metodları uygulaması sonucu, mandibular keserlerde tungsten karbid frez ile kritik seviyeyi aşan sıcaklık değişimleri tespit etmişlerdir. Premolar dişlerde metal aşındırıcı bant kullanımı ise en güvenli yöntem olarak bulunmuştur. Amuk ve ark.⁹³, maksiller lateral, mandibular keser ve kanin dişlerde elmas frez, tungsten karbid frez ve perfore disk ile IPR sonucu oluşan sıcaklık artışını ve hava veya su soğutmasının sıcaklık artışına etkisini incelemiştir. Tüm dişlerde su soğutması altında uygulanan IPR sonrası en düşük sıcaklık artışına sebep olmuştur. Mandibular kesici dişlerde kritik değeri aşan sıcaklık değişimi gözlenirken, en düşük artış mandibular kanin dişlerde tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda su soğutmasının sıcaklık artışını önlemede etkili olduğunu belirtilmiştir.^{17,89,92,93}

SONUÇ

Arayüz aşındırması; yer kazanmak, diş boyut uyumsuzluğunu gidermek, diş ve diş eti estetiğini iyileştirmek ve tedavi sonrası stabiliteyi korumak için etkili bir ortodontik tedavi yaklaşımıdır. Buna karşın meydana gelebilecek komplikasyon risklerine karşı dikkatli planlama ve uygulama ile uygun koruyucu yöntemlerin seçilmesi başarılı tedavi sonuçları sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Grauer D, Heymann GC, Swift EJ Jr. Clinical management of tooth size discrepancies. *J Esthet Restor Dent* 2012; 24(3): 155-159.
2. Meredith L. The influence of interproximal reduction on enamel roughness and bacterial adhesion. (Doctoral dissertation) University of Otago, New Zealand 2015.
3. Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1958; 28: 113-130.
4. Alexander RG. The Alexander discipline contemporary concepts and philosophies. *Angel GA* 1986.
5. Sanin C, Savara BS. An analysis of permanent mesiodistal crown size. *Am J Orthod* 1971; 59(5): 488-500.
6. Peck H, Peck S. An index for assessing tooth shape deviations as applied to the mandibular incisors. *Am J Orthod* 1972; 61: 384-401.
7. Betteridge MA. Index for measurement for lower labial segment crowding. *Br J Orthod* 1976; 3: 113-116.
8. Betteridge MA. A method of treatment for incisor crowding. *Br J Orthod* 1979; 6(1): 43-48.
9. Black GV. Descriptive anatomy of the human teeth. *SS White Dental* 1897; 4.
10. Begg PR. Stone age man's dentition: with reference to anatomically correct occlusion, the etiology of malocclusion, and a technique for its treatment. *Am J Orthod* 1954; 40(4): 298-312.
11. Ballard ML. Asymmetry in tooth size: A factor in the etiology, diagnosis, and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1944; 14: 67-71.
12. Rastogi S, Gupta A. Interproximal Reduction in Orthodontics: A Literature Review. *Int J Dent Oral Health* 2018; 4:9, 157-165
13. Gioka C, Eliades T. Interproximal enamel reduction (stripping): indications and enamel surface effects. *Hellenic Orthodontic Review* 2002; 5(1).
14. Heusdens M, Dermout L, Verbeeck R. The effect of tooth size discrepancy on occlusion: An experimental study. *Am J Orthod* 2000; 117(2): 184-191.
15. Hudson AL. A study of the effects of mesio-distal reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod* 1956; 42: 615-24.
16. Tuversen DL. Anterior interocclusal relations. Part I. *Am J Orthod* 1980; 78: 361-370.
17. Uysal T, Eldeniz AU, Usumez S, Usumez A. Thermal changes in the pulp chamber during different adhesive clean-up procedures. *Angle Orthod* 2005; 75(2): 220-225.
18. Nassif N, Gholmieh MN, Sfeir E, Mourad A. In vitro macro-qualitative comparison of three enamel stripping procedures: what is the best shape we can get? *Int J Clin Pediatr Dent* 2017; 10(4): 358.
19. Sheridan JJ. Air-rotor stripping. *J Clin Orthod* 1985; 19: 43-59.
20. Sheridan JJ. Air-rotor stripping update. *J Clin Orthod* 1987; 21: 781-788.
21. Choudhary A, Gautam AK, Chouksey A, Bhusan M, Nigam M, et al. Interproximal enamel reduction in orthodontic treatment. *Int J Appl Dent Sci* 2015; 1,3.
22. Zachrisson, BU. Actual damage to teeth and periodontal tissues with mesiodistal enamel reduction ("stripping"). *World J Orthod* 2004; 5(2): 178.
23. Goldbecher, H. Interproximal reduction using modified oscillating strips. *JAO* 2021; 5(4): 289-295.
24. 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: 1-7.

25. Jarjoura K, Gagnon G, Nieberg L. Caries risk after interproximal enamel reduction. *Am J Orthod* 2006; 130(1): 26-30.
26. Kalemaj Z, Levrini L. Quantitative evaluation of implemented interproximal enamel reduction during aligner therapy: a prospective observational study. *Angle Orthod* 2021; 91(1): 61-66.
27. Paskow, H. Self-alignment following interproximal stripping. *Am J Orthod* 1970; 58(3): 240-249.
28. Gilmore CA, Little RM. Mandibular incisor dimensions and crowding. *Am J Orthod* 1984; 86(6): 493-502.
29. Boese LR. Fiberotomy and reproximation without lower retention, nine years in retrospect: part II. *Angle Orthod* 1980; 50: 88-97.
30. Sampson P, Little RM, Årtun J, Shapiro, PA. Long-term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. *Am J Orthod* 1995; 107(5): 518-530.
31. Kelsten LB. A technique for realignment and stripping of crowded lower incisors. *J Prac Orthod* 1969; 3(2): 82-84.
32. Bennett JC, McLaughlin RP. Consideraciones sobre la forma de la corona de los incisivos en el tratamiento ortodóncico. *Rev Esp Ortod* 1997; 27: 359-369.
33. Zachrisson, BU. Dr. Bjorn U. Zachrisson on excellence in finishing. Part 1. *J Clin Orthod* 1986; 20(7): 460.
34. Keim RG. Aesthetics in clinical orthodontic-periodontic interactions. *Periodontology* 2000; 27(1): 59-71.
35. Lapenaite E, Lopatiene K. Interproximal enamel reduction as a part of orthodontic treatment. *Stomatologija* 2014; 16(1): 19-24.
36. Betteridge MA. The effects of interdental stripping on the labial segments evaluated one year out of retention. *Br J Orthod* 1981; 8(4): 193-197.
37. Radlanski RJ, Jäger A, Schwestka R, Bertzbach F. Plaque accumulations caused by interdental stripping. *Am J Orthod* 1988; 94(5): 416-420.
38. Stroud JL, English J, Buschang PH. Enamel thickness of the posterior dentition: its implications for nonextraction treatment. *Angle Orthod* 1998; 68(2): 141-146.
39. Livas C, Jongsma AC, Ren Y. Enamel reduction techniques in orthodontics: a literature review. *Open Dent J* 2013; 7: 146.
40. Hall NE, Lindauer SJ, Tufekci E. General Session and Exhibition 2006.
41. Barrer HG. Protecting the integrity of mandibular incisor position through keystone procedure and spring retainer appliance. *J Clin Orthod* 1975; 9(8): 486-494.
42. Sheridan JJ. Air-rotor stripping and proximal sealants. *J Clin Orthod* 1989; 23: 790-794.
43. Fillion D. Apport de la sculpture amélaire interproximale à l'ortodontie de l'adulte (troisième partie). *Rev Orthop Dento Faciale* 1993; 27: 353-367.
44. Chudasama D, Sheridan JJ. Guidelines for contemporary air-rotor stripping. *J Clin Orthod* 2007; 41(6): 315.
45. Zhong M, Jost-Brinkmann PG, Zellmann M, Zellmann S, Radlanski RJ. Clinical evaluation of a new technique for interdental enamel reduction. *J Orofac Orthop* 2000; 61(6): 432-439.
46. Bayram M, Kusgoz A, Yesilyurt C, Nur M. Effects of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate application after interproximal stripping on enamel surface: An in-vivo study. *Am J Orthod* 2017; 151(1): 167-173.
47. Goodman J. Interproximal Reduction (IPR) for Dummies. *Int J Dent Oral Health* 2015; 22.
48. Joseph VP, Rossouw PE, Basson NJ. Orthodontic microabrasive reproximation. *Am J Orthod* 1992; 102(4): 351-359.
49. Bishara SE, Denehy GE, Goepferd SJ. A conservative postorthodontic treatment of enamel stains. *Am J Orthod* 1987; 92(1): 2-7.
50. Florman M, Lobiondo PE, Partovi M. Mastering interproximal reduction. *RDH* 2006; 26(12): 33.
51. Florman M, Lobiondo PE, Partovi M. Creating space with interproximal reduction. *A Peer-Reviewed Publication* 2010.
52. Germec D, Taner T. Ortodontide interproximal mine aşındırılması. *Türk Ortodonti Dergisi* 2008; 21: 67-79.
53. Danesh G, Hellak A, Lippold C, Ziebur T, Schafer E. Enamel surfaces following interproximal reduction with different methods. *Angle Orthod* 2007; 77(6): 1004-1010.
54. Katsigialou N, Sifakakis I, Zinelis S, Papageorgiou SN, Eliades T. Manual and mechanical stripping-induced enamel roughness and elemental composition in vivo. *Eur J Orthod* 2023; 45(3): 250-257.
55. Gazzani F, Lione R, Pavoni C, Mampieri G, Cozza P. Comparison of the abrasive properties of two different systems for interproximal enamel reduction: Oscillating versus manual strips. *BMC Oral Health* 2019; 19(1), 247.
56. Chee D, Ren C, Yang Y. An overview on interproximal enamel reduction. *Dent Open J* 2014; 1(1): 14-18.
57. Bamashmous MS. Veneer or Interproximal Enamel Reduction?. *J Contemp Dent* 2018; 19(6): 749-751.
58. Rossouw PE, Tortorella A. A pilot investigation of enamel reduction procedures. *J Can Dent Assoc* 2003; 69(6): 384-388.
59. Yagci A, Uysal T, Demirsoy KK, Percin D. Relationship between odontogenic bacteremia and orthodontic stripping. *Am J Orthod* 2013; 144(1): 73-77.
60. Prabhat KC, Maheshwari S, Verma SK, Bharti K. A simple wire design to protect the gums during interproximal stripping. *Dent Hypotheses* 2013; 4(1): 26-28.
61. Koretsi V, Chatzigianni A, Sidiropoulou S. Enamel roughness and incidence of caries after interproximal enamel reduction: a systematic review. *Orthod Craniofac Research* 2014; 17(1): 1-13.
62. Twesme DA, Firestone AR, Heaven TJ, Feagin FF, Ja-

cobson A. Air-rotor stripping and enamel demineralization in vitro. *Am J Orthod* 1994; 105(2): 142-152

63. Piacentini C, Sfondrini G. A scanning electron microscopy comparison of enamel polishing methods after air-rotor stripping. *Am J Orthod* 1996; 109(1): 57-63.

64. Arman A, Cehreli SB, Ozel E, Arhun N, Çetinşahin A, et al. Qualitative and quantitative evaluation of enamel after various stripping methods. *Am J Orthod* 2006; 130(2): 131-e7.

65. Costa MF, Pereira PB. Optical microtopographic inspection of the surface of tooth subjected to stripping reduction. In *International Conference on Applications of Optics and Photonics*. International Society for Optics and Photonics 2011; 8001: 796-800.

66. Baumgartner S, Iliadi A, Eliades T, Eliades G. An in vitro study on the effect of an oscillating stripping method on enamel roughness. *Progress Orthod* 2015; 16(1): 1.

67. Meredith L, Farella M, Lowrey S, Cannon RD, Mei L. Atomic force microscopy analysis of enamel nanotopography after interproximal reduction. *Am J Orthod* 2017; 151(4): 750-757.

68. Kim KN, Yoon YJ, Kim KW. A study on the enamel surface texture and caries susceptibility in interdentally stripped teeth. *대한치과교정학회지* 2001; 31(6): 567-578.

69. Lucchese A, Mergati L, Manuelli M. Safety of Interproximal Enamel Reduction. *VJO* 2004; 6: 2-12.

70. Kanoupakis PM, Peneva MD, Moutaftchiev VY. Qualitative evaluation of changes in vivo after interproximal enamel reduction. *Oral Health Dent Manage* 2011; 10: 158-167.

71. Zachrisson BU, Nyøygård L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod* 2007; 131(2): 162-169.

72. Zachrisson BU, Minster L, Øgaard B, Birkhed D. Dental health assessed after interproximal enamel reduction: caries risk in posterior teeth. *Am J Orthod* 2011; 139(1): 90-98.

73. Giulio AB, Matteo Z, Serena IP, Silvia M, Luigi C. In vitro evaluation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) effect on stripped enamel surfaces. A SEM investigation. *J Dent* 2009; 37(3): 228-232.

74. Hellak AF, Riepe EM, Seubert A, Korbmacher-Steiner HM. Enamel demineralization after different methods of interproximal polishing. *Clin Oral Invest* 2015; 19(8): 1965-1972.

75. Mikulewicz M, Szymkowski J, Matthews-Brzozowska T. SEM and profilometric evaluation of enamel surface after air rotor stripping-an in vitro study. *Acta Bioeng Biomech* 2007; 9(1): 11.

76. Grippaudo C, Cancellieri D, Grecolini ME, Deli R. Comparison between different interdental stripping methods and evaluation of abrasive strips: SEM analysis. *Progress*

Orthod 2010; 11(2): 127-137.

77. Mopper KW. Contouring, Finishing, and Polishing Anterior Composites. *Inside Dentistry* 2011; 62-70.

78. Alessandri Bonetti G, Pazzi E, Zanarini M, Marchionni S, Checchi L. The effect of zinc-carbonate hydroxyapatite versus fluoride on enamel surfaces after interproximal reduction. *Scanning: Scanning Microsc* 2014; 36(3): 356-361.

79. Shah L. Manual vs. air rotor stripping "Just do it with care"-SEM evaluation. *International Journal of Innovative Research Development* 2014; 453-458.

80. Zingler S, Sommer A, Sen S, Saure D, Langer J, et al. Efficiency of powered systems for interproximal enamel reduction (IER) and enamel roughness before and after polishing—an in vitro study. *Clin Oral Investig* 2016; 20(5): 933-942.

81. Peng Y, Qian Z, Ting Z, Jie F, Xiaomei X, et al. The effect of resin infiltration vs. fluoride varnish in enhancing enamel surface conditions after interproximal reduction. *Dent Mat J* 2016; 35(5): 756-761.

82. Vicente A, Ruiz AJO, Paz BMG, López JG, Bravo-González LA. Efficacy of fluoride varnishes for preventing enamel demineralization after interproximal enamel reduction. Qualitative and quantitative evaluation. *PloS one* 2017; 12(4): e0176389.

83. Uysal T, Amasyali M, Koyuturk AE, Ozcan S. Effects of different topical agents on enamel demineralization around orthodontic brackets: an in vivo and in vitro study. *Aus Dent J* 2010; 55(3): 268-274.

84. Paganelli C, Zanarini M, Pazzi E, Marchionni S, Visconti L, et al. Interproximal enamel reduction: an in vivo study. *Scanning* 2015; 37(1): 73-81.

85. Kazan Gürlü B. Farklı interproksimal mine aşındırma yöntemlerinin pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu altındaki pulpa ısı ve mine yüzeyi üzerine olan etkilerinin incelenmesi. *Doktora Tezi Denizli, Türkiye* 2018.

86. Kodonas K, Gogos C, Tziafas D. Effect of simulated pulpal microcirculation on intrapulpal temperature changes following application of heat on tooth surfaces. *Int Endodon J* 2009; 42(3): 247-252.

87. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965; 19: 515-530.

88. Pereira JCDO, Weissheimer A, de Menezes LM, de Lima EMS, Mezomo M. Change in the pulp chamber temperature with different stripping techniques. *Progress Orthod* 2014; 15(1): 55.

89. Sehgal M, Sharma P, Juneja A, Kumar P, Verma A, et al. Effect of different stripping techniques on pulpal temperature: in vitro study. *Dent Press J Orthod* 2019; 24: 39-43.

90. Omer ABAH, Al Sanea J. A comparison of thermal changes among four different interproximal reduction systems in orthodontics. *J Contemp Dent Pract* 2019; 20(6): 738-742.

- 91.** Banga K, Arora N, Kannan S, Singh AK, Malhotra A. Evaluation of temperature rise in the pulp during various IPR techniques—an in vivo study. *Progress Orthod* 2020; 21(1): 1-9.
- 92.** Baysal A, Uysal T, Usumez S. Temperature rise in the pulp chamber during different stripping procedures: An in vitro study. *Angle Orthod* 2007; 77(3): 478-482.
- 93.** Amuk NG, Kurt G, Cakmak G, Er O. Evaluation of time-dependent temperature changes during different interdental stripping procedures by thermal imaging: An in vitro study. *Oral Health Preventive Dent* 2019; 17(6): 591-598.