

Diş Hekimliği Bilimlerinde GÜNCEL TARTIŞMALAR

2

Ali BİLGİLİ
Başak HANEDAN



Bütün Yayın Hakları Saklıdır

Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

ISBN:

1.Baskı

25 Haziran 2023

Diş Hekimliği Bilimlerinde Güncel Tartışmalar 2

Türkçe ve İngilizce yayın hakları Bilgin Kültür Sanat Yayın Dağıtım Pazarlama Ltd. Şti.'e aittir. Fikir ve sanat eserleri yasası gereğince yazılı izin alınmadan kısmen ya da tamamen alıntı yapılamaz, hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

Editörler

Ali BİLGİLİ

Başak HANEDAN

Yayınlayan

Engin DEVREZ

Bilgin Kültür Sanat Yayınları

Sertifika No: 20193

Selanik Cd. No: 68/10 06640 Kızılay / Ankara

Telefon: 0 (312) 419 85 67 – Fax: 0 (312) 419 85 68

<https://www.bilginyayinevi.com>



İçindekiler

Ortodontik Tedavilerde Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanımı	5
Batuhan KULELİ	5
İskeletsel Malokluzyonların Faringeal Havayolu İle İlişkisi.....	14
Batuhan KULELİ	14
Bir Çocuk Hastada Palatinal Yerleşimli Oral Piyojenik Granülomun Tedavisi: Olgu Sunumu	20
Burcu GÜÇYETMEZ TOPAL.....	20
Melike TIRAŞ	20
Onur ŞAHAR	20
Beslenme İle Ağız Ve Diş Sağlığı Arasındaki İlişki: Bir Derleme	28
Nergiz SEVİNÇ.....	28
Zeliha CEYHAN.....	28
Gömülü Maksiller Kanin Dişin Ortodontik Tedavisi	41
Büşra Seda İMAMOĞLU.....	41
Ortodontik Tedavilerde Şeffaf Plaklar	56
Çağla UYGUR GÜLDEREN	56
Yetişkinlerde Ortodontik Tedavi	62
Çağla UYGUR GÜLDEREN	62
Duygu AKTAŞ ÜLKER.....	62
Oral Ve Maksillofasial Cerrahi Pratiğinde Lazer Kullanımının Yeri	67
Gizem ÇALIŞKAN.....	67
Görkem TEKİN	67
Mandibular Osteotomi Teknikleri	76
Gizem ÇALIŞKAN.....	76
Görkem TEKİN	76
Dental Uygulamalarda Silan Adezyon Mekanizması Ve Yüzey İşlemleri	87
Huriye ÇİFCİ	87
Işıl KARAOKUTAN	87
Zirkonya Seramiklere Uygulanan Yüzey İşlemleri	100
İpek BALEVİ AKKESE.....	100
Amiloidozis ve Diş Hekimliği Açısından Önemi	112
Enes YILDIRIM.....	112
Güldane MAĞAT.....	112
Mehmet AKYÜZ	112
Direkt Pulpa Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar.....	124
Naime Selen OZDEMİR	124
Basak KIZILTAN ELIACIK	124

Beyazlatma Uygulamasının Mine Dokusu Üzerindeki Olası Zayıflatıcı Etkilerinin Remineralizasyon Ajanları İle İyileştirilmesine İlişkin Güncelleme	148
Başak YAZKAN	148
Aslıhan ERTEMÜR.....	148
Çocuk Diş Hekimliğinde Kuronlar	168
Nur Irmak ERAKMAN YEL.....	168
Günseli GÜVEN POLAT	168

Ortodontik Tedavilerde Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanımı

Batuhan KULELİ

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), 2001 yılında Amerika Birleşik Devletleri diş hekimliği pazarına tanıtılan bir radyografik tekniktir. Bir asırdan daha uzun bir süre önce X ışınlarının keşfinden bu yana, diğer birkaç tanısız görüntüleme modeli diş hekimliğini KIBT kadar etkilemedi. KIBT'in tanıtılmasından bu yana, yüz çene uygulamalarında kaydedilen ilerleme dikkat çekicidir. KIBT teknolojisinde, koni şeklinde bir iyonlaştırıcı radyasyon kaynağı ve iki boyutlu bir dedektör kullanır.(De Vos, Casselman, & Swennen, 2009)

Tanı ve tedavi planlaması için çok boyutlu ve boyutsal olarak doğru görüntüler sağlar. Bu görüntüler izotropik vokseller (hacim ögeleri) içerir, öyle ki her bir hacim ögesi, her üç düzlemde de eşit boyutlara sahiptir ve uygulayıcı tarafından istenen herhangi bir yönde çok düzlemli doğru görüntülere izin verir. Hastaları için tanı ve tedaviyi geliştirmek isteyen hekimlerden KIBT, büyük ilgi gördü.(Leonardi, 2019)

Ortodontide KIBT endikasyonları belgelenmiştir. Ancak, KIBT'in riskleri ve sınırlamaları araştırılmalı ve her durumda faydalarına karşı kıyaslanmalıdır.

Ortodontide KIBT'in Radyasyon Dozu

Teorik olarak, herhangi bir miktarda iyonlaştırıcı radyasyon, ne kadar küçük olursa olsun, zararlı bir etkiye neden olma potansiyeline sahiptir.(Hall & Giaccia, 2006) Ortodontik tedavi gören hastaların çoğu çocuklardır ve ortodontik yaştaki çocuklar radyasyona duyarlıdır(Buttke & Proffit, 1999) ve iyonlaştırıcı radyasyonun istenmeyen etkilerine karşı hassastır, oysa yetişkinler daha dirençlidir.(Kleinerman, 2006)

Çocukların iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma riski iki nedenden dolayı daha yüksektir; yetişkinlere göre radyasyona karşı daha yüksek hücre ve doku duyarlılığına sahiptirler ve radyasyona bağlı değişikliklerin ortaya çıkabileceği yetişkinlere göre daha uzun bir ömre sahiptirler.(Bulas, Goske, Applegate, & Wood, 2009)

Radyasyon karsinogenezinin stokastik bir etkisi vardır; bu, artan dozla kanser olasılığının arttığı, ancak kanserin ciddiyetinin dozla ilişkili olmadığı anlamına gelir.(Hall & Giaccia, 2006)

Genel olarak, çocukların düşük radyasyon dozlarına maruz kalmaları, yaşamları boyunca gelişebilecek ölümcül kanser riskinde küçük ama önemsiz bir artış etkisine sahiptir.(Brenner, Elliston, Hall, & Berdon, 2001) Yaş faktörüne ek olarak radyasyondan kaynaklanan kanser riski cinsiyete, maruz kalma şekline (akut veya kronik) ve radyasyon tipine göre değişmektedir. Örneğin, kadın hastalar erkek hastalara göre daha fazla radyosensitifdir.(Abdelkarim, 2019)

Başka bir deyişle, farklı şekillerde radyasyona maruz kalma aynı etkiye sahip değildir. Dental ve tıbbi radyografik görüntüleme arasında farklılıklar vardır. Tıp alanında, tıbbi bilgisayarlı tomografi (BT) taramaları en yüksek riski taşır ve risk değerlendirmesi, bu

taramaların genel nüfus için gelecekteki risklerin önde gelen kaynağı haline geldiğini göstermiştir.(Hoffman, Kocher, & Apostoaei, 2011)

İyonlaştırıcı radyasyon riskini tahmin etmek için etkili doz kavramı kullanılır. Etkili dozu hesaplamak için dokular tarafından absorbe edilen toplam doz miktarı doku ağırlık faktörleri ile çarpılır.(McCollough & Schueler, 2000) KIBT'in etkili dozları, tıbbi BT'den daha küçüktür.(Mozzo, Procacci, Tacconi, Tinazzi Martini, & Bergamo Andreis, 1998)

Bununla birlikte, farklı KIBT cihazlarında bulunan çok çeşitli etkili dozlar vardır. Bu geniş etkili doz aralığı, görüş alanının boyutu (FOV) ile ilişkilidir.(Pauwels et al., 2012) KIBT'in FOV'u artarsa, etkili doz da artar.(Ludlow, Davies-Ludlow, Brooks, & Howerton, 2006) Bu nedenle, FOV boyutunu küçültmek, etkili radyasyon dozunu azaltmanın en büyük ve en kolay yollarından biridir. Ayrıca tarama süresinin, projeksiyon sayısının ve mAs'ın (miliamper-saniye) azaltılması da dozun azaltılmasında ek bir role sahiptir.(Mah & Danforth, 2018) Aslında, pozlama parametrelerindeki küçük ve stratejik ayarlamalar, görüntü kalitesinden önemli ölçüde ödün vermeden etkin dozda önemli bir azalmaya neden olabilir.(Pauwels, Jacobs, Bogaerts, Bosmans, & Panmekiate, 2017) Bununla birlikte, etkili dozun önemli ölçüde azaltılmasını amaçlayan bu parametrelerde yapılan önemli değişiklikler görüntü kalitesini düşürebilir.(Ludlow & Walker, 2013) Bu nedenle, tanısal ve kaliteli görüntüler elde edebilmek için doz azaltma kararı klinik şartlara göre verilmelidir. Alınan doz alan boyutuyla güçlü bir şekilde ilişkili olduğundan, KIBT'le bakılması istenen ilgili bölge için küçük bir FOV seçilebilir.(Kapila, Conley, & Harrell Jr, 2011)

KIBT kullanımını optimize etmek için FOV gerekçelendirilebilir, hastaya özel ve endikasyon odaklı olmalıdır.(Oenning et al., 2018) Örneğin, gömülü kanin için büyük hacimli bir KIBT taraması gerekmez. 40×40'lık küçük bir KIBT hacmi, hastaya özel ve endikasyona yönelik olabilir. Daha küçük hacimlerin kullanılması, etkin dozu azaltabileceğinden hastaya yarar sağlar.(Jacobs et al., 2018)Ek olarak, küçük KIBT hacimleri çoğu diş hekiminin yorumlaması zor olan alanları içermediğinden pratisyene fayda sağlar ve böylece radyografik yorumlama için harcanan zamanı azaltır.(Newaz, Barghan, Katkar, Bennett, & Nair, 2015)

KIBT'in etkili dozları tıbbi BT'den daha az olmasına rağmen, genellikle panoramik ve sefalometrik görüntülemenin etkili dozlarından daha yüksektir. Dijital 26 panoramik radyografin etkili dozu 6–38 microsievert (μSv)(Gijbels et al., 2005) aralığındadır ve bir sefalometrik radyografin etkili dozu 2–10 μSv aralığındadır.(Gijbels et al., 2004) Öte yandan, KIBT'in etkili doz aralığı çok geniştir ve FOV'un boyutuna, spesifik teknik faktörlere ve makinenin kendisine bağlı olarak 5.3-1025 μSv olduğu bildirilmiştir.(Bornstein, Scarfe, Vaughn, & Jacobs, 2014)

Mevcut KIBT dozajlarının çoğunun rapor edilen aralığın alt yarısında olduğu ve farklı KIBT tarayıcılarını standardize etmek, KIBT dozajlarını panoramik ve sefalometrik değerlere yakın olacak şekilde daha da azaltmak için önemli çabalar sarf edildiğini belirtmek gerekir. Bazı KIBT makineleri, optimal görüntü detayını ve kalitesini korurken farklı hasta boyutları için radyasyon dozu miktarını azaltma yeteneğine sahiptir. Çocuklar ve yetişkinler arasındaki yaş farkı, çocuklarda radyosensitif organların (örneğin tiroid bezi) FOV'a daha yakın olmasına neden olur ve bu da çocuklar için daha büyük etkili dozla sonuçlanır.(Theodorakou et al., 2012) Bu nedenle, çocuklarda birim radyasyon dozu başına kanser riski yetişkinlere göre daha yüksektir.(White et al., 2014)

Ortodontide KIBT Kullanımıyla İlişkili Sınırlamalar

İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmanın yanı sıra, KIBT kullanımı başka limitasyonlar da içerir. Örneğin, KIBT tarayıcıları, geleneksel radyografik görüntüleme teknikleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek maliyete ve sınırlı erişilebilirliğe sahiptir. Ek olarak, KIBT dişlerin ve kemiğin görüntülenebilmesi için yeterlidir, ancak yumuşak dokuların veya yumuşak doku lezyonlarının iç yapısını yüksek doğrulukla tespit edemez.(Kamburoğlu, 2015) Işın kümelenmesi KIBT görüntülerinde karşılaşılabileceğimiz doğal artefaktlardır.(Hsieh, Molthen, Dawson, & Johnson, 2000)

Genel olarak, metallerin etrafında KIBT görüntülerinde metal artefaktları gözlemlenir.(Pauwels et al., 2013) Ortodontide bu artefaktlar (saçılma) ortodontik braket ve bantların etrafındaki görüntülerde oluşabilir.(Hirschinger, Hanke, Hirschfelder, & Hofmann, 2015) Ayrıca, KIBT görüntülerinde saçılma görülebilir. Ortodontik tedavi sırasında KIBT alınabilir, ancak görüntülerde ortodontik apareylerin etrafında ışın kümelenmesi ve saçılması olabilir. Diğer sınırlamalar, özellikle KIBT taramaları sırasında hareket etme olasılığı daha yüksek olan genç ortodontik hastalarda hareket artefaktlarını içerebilir.(Coşkun & Kaya, 2018)

KIBT'e özgü bu sınırlamalar, görüntü kalitesini etkileyebilecekleri için dikkate alınmalıdır. KIBT görüntüleri lineer ölçümler açısından doğru ve güvenilir olarak kabul edilirken,(Mischkowski et al., 2007) bazen yanlış pozitifler ve yanlış negatifler sunabilir. Örneğin, KIBT görüntüleri ince bir kortikal kemiğin güvenilir görüntülenmesinisaglamayabilir.(Razavi, Palmer, Davies, Wilson, & Palmer, 2010)

KIBT görüntülerinin yanlış yorumlanması ortodontik karar vermeyi etkileyebilir. Ayrıca, bir artefakt patolojinin varlığı ile karıştırılabilir ve bu nedenle yanlış tanıya yol açabilir. KIBT görüntülemeye özgü bu risklerin ve sınırlamaların birçoğu azaltıldığında veya ortadan kaldırıldığında, ortodontik tanı ve tedavi planlamasını geliştirmek için mükemmel bir araç haline gelmektedir.(Curley & Hatcher, 2009)

Ortodontide KIBT Kullanımının Sebepleri

Ortodontide, tüm hastalar için rutin olarak aynı radyograf tekniği uygulanmamalıdır.(Bruks et al., 1999) Ortodontistler, panoramik ve sefalometrik radyografiyi çoğu başlangıç, ara ve son kayıt için yeterli bulmaktadır.(Abdelkarim & Jerrold, 2018)

Bununla birlikte, KIBT bazı klinik durumlarda daha avantajlıdır. En büyük avantajı, çoklu ortogonal düzlemlerde (yani koronal, sagittal, aksenel) çeşitli dental, oral ve maksillofasiyal yapıların görüntülerini sağlamasıdır. Ayrıca değişken kalınlıkta kavisli veya düz dilimler sağlayabilir. Ortodontistler ve diş hekimleri herhangi bir radyografik muayeneyi istemeden önce dikkatlice değerlendirmelidir. Bu işleme görüntü seçimi veya seçim kriterlerinin(Xue, Wong, & Rabie, 2010) kullanılması denir. Genel olarak KIBT seçimi, hastanın sunumuna ve bir tedavinin sonucunu teşhis etme, izleme veya değerlendirme ihtiyacına dayanır.(Affairs, 2012)

Her durumda, ortodontist KIBT kullanımını haklı gösterebilmelidir. Panoramik ve sefalometrik radyograflar gibi geleneksel görüntüleme teknikleri doğru tanı sağlayamıyorsa veya KIBT tedavi seçenekleri veya tedavi optimizasyonu üzerinde olumlu bir etkiye sahipse KIBT'in doğru seçim olduğunu gösterilebilir.(Chinem et al., 2016)

Seçilmiş vakalarda KIBT'in sağlam gerekçelendirilmesine rağmen, bazı yazarlar, KIBT kullanıldığında geleneksel görüntülemeye kıyasla tedavi planlama kararlarında önemsiz farklılıklar bulmuşlardır.(Alqerban et al., 2014) Başka araştırmacılar, KIBT tedavi planlamasını

ortodontik tedavi sonucu değiştirebilse de, kesin iyileştirmediğini belirtmişlerdir.(Halazonetis, 2012)

Ortodontik tedavi sonucunu değiştirme açısından KIBT'in tam değerini değerlendirmek zordur, çünkü KIBT etkinliği ve tanı değeri hakkındaki kanıtlar randomize kontrollü çalışmalardan değil, çoğunlukla gözlemsel çalışmalardan veya değişken kanıt hiyerarşisi olan çalışmalardan elde edilir.(van Vlijmen et al., 2012)

KIBT'in Ortodontide Yararları ve Endikasyonları

KIBT, ortodontide spesifik ve benzersiz tanısal faydalar sağlar.(Merrett, Drage, & Durning, 2009) Ortodontide en yaygın endikasyonu, gömülü dişler ve ektopik dişler gibi diş pozisyonundaki anomalilerin 3B değerlendirmesidir.(De Grauwe et al., 2019)

Gömülü ve komşu dişlerin köklerinin değerlendirilmesinin yanı sıra, gömülü dişlerin üç boyutlu olarak görüntülenmesini sağlar. Gömülü maksiller kaninlerin olduğu vakalarda tedavi planlama kararlarını(Nakasima, Ichinose, & Nakata, 1986) değiştirebileceği ne sürülmüştür.(Waugh, 2014) Bunun nedeni, geleneksel panoramik veya ağız içi radyografinin komşu dişlerin kök durumunun iyi bir değerlendirmesini sağlayamamasıdır, ancak KIBT ile bu etkili bir şekilde yapılabilir. Bu, özellikle gömülü ve komşu dişlerin doğru bir şekilde değerlendirilmesinin gerekli olduğu gömülü dişin şiddetli yer değiştirmesi durumlarında geçerlidir.(Alqerban, Jacobs, Fieuws, & Willems, 2015)

KIBT'in tanı ve tedavi planlamasına önemli değer kattığı düşünüldüğünde, bu vakalarda kullanım gerekçesi artmaktadır. Dental pozisyonundaki anomalilerin değerlendirilmesine ek olarak, diş gelişiminin aşaması ve diş veya folikülün konumu, boyutu hakkında bilgi sağlar.(Walker, Enciso, & Mah, 2005)

Ayrıca herhangi bir süpernümerer dişin değerlendirilmesi ve tespiti için harika bir araçtır. Dentofasiyal anormallikleri ve deformiteleri olan hastalar KIBT'den yararlanabilir. Örneğin; yüz asimetrisi, yarık damak veya obstrüktif uyku apnesi olan hastalara reçete edilebilir.(Scarfe, Azevedo, Toghyani, & Farman, 2017)

Yarık damak ve orofaringeal hava yolu gibi yapılar üç boyutlu olduğundan, bu yapıların değerlendirilmesinde kullanılması avantajlıdır.(Scarfe et al., 2017) Ayrıca alveolar sınır, kraniyofasiyal anatomi ve maksiller üç boyutlu değerlendirmelerde olanak sağlar. KIBT, maksiller genişleme, yarıkların değerlendirilmesi, iskelet ve yumuşak dokuların etkilerinin tüm boyutlarıyla değerlendirilebildiği kraniyofasiyal ortodontide kullanılabilir.(Gandedkar & Liou, 2018)

Panoramik radyografi gibi 2B görüntüleme yoluyla keşfedilen rastgele bulgular veya patolojiler KIBT ile daha iyi gözlemlenebilir. Bu, özellikle ortodontist patolojiyi üç boyutlu olarak ve dişlerle ilişkisini değerlendirmek istiyorsa değerlidir. Ortodontik tedavi öncesinde veya sırasında mini implantlar veya mini plaklar gibi geçici ankraj aygıtları planlanırsa, yerleştirme için önerilen yeri veya yerleştirmeden sonra geçici ankraj aygıtının durumunu değerlendirmelerde yardımcı olabilir.(Kim et al., 2007)

Temporomandibular eklemlerin (TME) değerlendirilmesi gerekiyorsa, kemik yapısı hakkında bilgi sağlama potansiyeline sahiptir. Panoramik radyografi ile karşılaştırıldığında TME kondillerinin şekli ve hacminin daha iyi değerlendirilmesini sağlar. Ancak eklem diski ve kaslar iyi şekilde görüntülenememektedir. Bu yapılar, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) ile iyi görüntülenir. Geleneksel sefalometrik radyografi tarafından sağlanan 2B görüntülerin aksine, KIBT, 3B görüntüler sunar ve daha iyi bir tedavi değerlendirmesi sağlayabilir.(Lucia HS Cevidanes, Styner, & Proffit, 2006)

Ortognatik cerrahinin değerlendirilmesi bu görüntüler üzerinden yapılabilir.(Tucker et al., 2010) Ayrıca ortognatik cerrahi vakalarında yüzdeki yumuşak doku değişikliklerinin değerlendirilmesi yapılabilir.(Lucia HC Cevidanes, Motta, Proffit, Ackerman, & Styner, 2010) KIBT ortodontik cerrahi vakalarının değerlendirilmesi için kullanılabilirken, bu vakalarda kullanımı tedavi sonucunu değiştirmez.(Weiss & Read-Fuller, 2019)

KIBT'in en büyük özelliklerinden biri, dişlerin ve komşu yapıların panoramik ve sefalometrik görüntü gibi farklı başka görüntüler oluşturma yeteneğidir. Bu nedenle eğer büyük hacimli görüntü alınırsa bu genellikle ek 2B panoramik ve sefalometrik radyografiler alınmadan yapılabilir. Bazı alışmalar, KIBT'den elde edilen sefalometrik görüntülerin, geleneksel sefalometrik radyografiye eşdeğer olduğunu doğrulamaktadır.(Van Vlijmen et al., 2009)

Geleneksel panoramik görüntülemeden farklı olarak KIBT'den alınmiş panoramik görüntüler, büyütmeyi, hayalet görüntüleri, bozulmayı ve örtüşmeleri ortadan kaldırma avantajına sahiptir. Ancak, düzgün ve güvenilir bir görüntü elde etmek için KIBT'den panoramik bir görüntü oluşturulması dikkatli yapılmalıdır.(Nasseh, Jensen, & Noujeim, 2017)

Kaynaklar

- Abdelkarim, A. (2019). Cone-beam computed tomography in orthodontics. *Dentistry journal*, 7(3), 89.
- Abdelkarim, A., & Jerrold, L. (2018). Clinical considerations and potential liability associated with the use of ionizing radiation in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 154(1), 15-25.
- Affairs, A. D. A. C. o. S. (2012). The use of cone-beam computed tomography in dentistry: an advisory statement from the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*, 143(8), 899-902.
- Algerban, A., Jacobs, R., Fieuws, S., & Willems, G. (2015). Radiographic predictors for maxillary canine impaction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 147(3), 345-354.
- Algerban, A., Willems, G., Bernaerts, C., Vangastel, J., Politis, C., & Jacobs, R. (2014). Orthodontic treatment planning for impacted maxillary canines using conventional records versus 3D CBCT. *European journal of orthodontics*, 36(6), 698-707.
- Bornstein, M. M., Scarfe, W. C., Vaughn, V. M., & Jacobs, R. (2014). Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *International journal of oral & maxillofacial implants*, 29.
- Brenner, D. J., Elliston, C. D., Hall, E. J., & Berdon, W. E. (2001). Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *American Journal of Roentgenology*, 176(2), 289-296.
- Bruks, A., Enberg, K., Nordqvist, I., Hansson, A., Jansson, L., & Svenson, B. (1999). Radiographic examinations as an aid to orthodontic diagnosis and treatment planning. *Swedish dental journal*, 23(2-3), 77-85.
- Bulas, D. I., Goske, M. J., Applegate, K. E., & Wood, B. P. (2009). Image Gently: why we should talk to parents about CT in children. *American Journal of Roentgenology*, 192(5), 1176-1178.
- Buttke, T. M., & Proffit, W. R. (1999). Referring adult patients for orthodontic treatment. *The Journal of the American Dental Association*, 130(1), 73-79.
- Cevidanes, L. H., Motta, A., Proffit, W. R., Ackerman, J. L., & Styner, M. (2010). Cranial base superimposition for 3-dimensional evaluation of soft-tissue changes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(4), S120-S129.
- Cevidanes, L. H., Styner, M. A., & Proffit, W. R. (2006). Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(5), 611-618.
- Chinem, L. A. S., Vilella, B. d. S., Maurício, C. L. d. P., Canevaro, L. V., Deluiz, L. F., & Vilella, O. d. V. (2016). Digital orthodontic radiographic set versus cone-beam computed tomography: an evaluation of the effective dose. *Dental press journal of orthodontics*, 21, 66-72.
- Coşkun, İ., & Kaya, B. (2018). Cone beam computed tomography in orthodontics. *Turkish journal of orthodontics*, 31(2), 55.

Curley, A., & Hatcher, D. C. (2009). Cone Beam Computed Tomography—Anatomic Assessment and Legal Issues: The New Standards of Care. *Journal of the California Dental Association*, 37(9), 653-662.

De Grauwe, A., Ayaz, I., Shujaat, S., Dimitrov, S., Gbadegbegnon, L., Vande Vannet, B., & Jacobs, R. (2019). CBCT in orthodontics: a systematic review on justification of CBCT in a paediatric population prior to orthodontic treatment. *European journal of orthodontics*, 41(4), 381-389.

De Vos, W., Casselman, J., & Swennen, G. (2009). Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 38(6), 609-625.

Gandedkar, N. H., & Liou, E. J.-W. (2018). The immediate effect of alternate rapid maxillary expansions and constrictions on the alveolus: a retrospective cone beam computed tomography study. *Progress in Orthodontics*, 19(1), 1-7.

Gijbels, F., Jacobs, R., Bogaerts, R., Debaveye, D., Verlinden, S., & Sanderink, G. (2005). Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: Patient exposure. *Dentomaxillofacial Radiology*, 34(3), 145-149.

Gijbels, F., Sanderink, G., Wyatt, J., Van Dam, J., Nowak, B., & Jacobs, R. (2004). Radiation doses of indirect and direct digital cephalometric radiography. *British dental journal*, 197(3), 149-152.

Halazonetis, D. J. (2012). Cone-beam computed tomography is not the imaging technique of choice for comprehensive orthodontic assessment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 141(4), 405.

Hall, E. J., & Giaccia, A. J. (2006). *Radiobiology for the Radiologist* (Vol. 6): Philadelphia.

Hirschinger, V., Hanke, S., Hirschfelder, U., & Hofmann, E. (2015). Artifacts in orthodontic bracket systems in cone-beam computed tomography and multislice computed tomography Artefaktdarstellung kieferorthopädischer Brackets in der dentalen Volumentomographie und. *J Orofac Orthop*, 76, 152-163.

Hoffman, F. O., Kocher, D. C., & Apostoaiei, A. I. (2011). Beyond dose assessment: using risk with full disclosure of uncertainty in public and scientific communication. *Health Physics*, 101(5), 591-600.

Hsieh, J., Molthen, R. C., Dawson, C. A., & Johnson, R. H. (2000). An iterative approach to the beam hardening correction in cone beam CT. *Medical physics*, 27(1), 23-29.

Jacobs, R., Pauwels, R., Scarfe, W. C., De Cock, C., Dula, K., Willems, G., . . . Politis, C. (2018). Pediatric cleft palate patients show a 3-to 5-fold increase in cumulative radiation exposure from dental radiology compared with an age-and gender-matched population: a retrospective cohort study. *Clinical Oral Investigations*, 22, 1783-1793.

Kamburoğlu, K. (2015). Use of dentomaxillofacial cone beam computed tomography in dentistry. *World journal of radiology*, 7(6), 128.

Kapila, S., Conley, R., & Harrell Jr, W. (2011). The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofacial Radiology*, 40(1), 24-34.

Kim, S.-H., Choi, Y.-S., Hwang, E.-H., Chung, K.-R., Kook, Y.-A., & Nelson, G. (2007). Surgical positioning of orthodontic mini-implants with guides fabricated on models replicated

with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(4), S82-S89.

Kleinerman, R. A. (2006). Cancer risks following diagnostic and therapeutic radiation exposure in children. *Pediatric radiology*, 36(Suppl 2), 121-125.

Leonardi, R. (2019). Cone-beam computed tomography and three-dimensional orthodontics. Where we are and future perspectives. *Journal of orthodontics*, 46(1_suppl), 45-48.

Ludlow, J. B., Davies-Ludlow, L., Brooks, S., & Howerton, W. (2006). Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 35(4), 219-226.

Ludlow, J. B., & Walker, C. (2013). Assessment of phantom dosimetry and image quality of i-CAT FLX cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(6), 802-817.

Mah, J. K., & Danforth, R. A. (2018). Comparative direct dosimetry of cone-beam computed tomography using reduced basis projections. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 52(3), 173-179.

McCullough, C. H., & Schueler, B. A. (2000). Calculation of effective dose. *Medical physics*, 27(5), 828-837.

Merrett, S. J., Drage, N. A., & Durning, P. (2009). Cone beam computed tomography: a useful tool in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Journal of orthodontics*, 36(3), 202-210.

Mischkowski, R. A., Pulsfort, R., Ritter, L., Neugebauer, J., Brochhagen, H. G., Keeve, E., & Zöllner, J. E. (2007). Geometric accuracy of a newly developed cone-beam device for maxillofacial imaging. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(4), 551-559.

Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Tinazzi Martini, P., & Bergamo Andreis, I. (1998). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European radiology*, 8, 1558-1564.

Nakasima, A., Ichinose, M., & Nakata, S. (1986). Genetic and environmental factors in the development of so-called pseudo-and true mesiocclusions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 90(2), 106-116.

Nasseh, I., Jensen, D., & Noujeim, M. (2017). Suppl-1, M2: Comparison of Mesiodistal Root Angulation Measured from Conventional and CBCT Derived Panoramic Radiographs in Orthodontic Patients. *The Open Dentistry Journal*, 11, 338.

Newaz, Z. A., Barghan, S., Katkar, R. A., Bennett, J. A., & Nair, M. K. (2015). Incidental findings of skull-base abnormalities in cone-beam computed tomography scans with consultation by maxillofacial radiologists. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 147(1), 127-131.

Oenning, A. C., Jacobs, R., Pauwels, R., Stratis, A., Hedesiu, M., Salmon, B., & DIMITRA Research Group, h. w. d. b. (2018). Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. *Pediatric radiology*, 48, 308-316.

Pauwels, R., Beinsberger, J., Collaert, B., Theodorakou, C., Rogers, J., Walker, A., . . . Bogaerts, R. (2012). Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *European journal of radiology*, 81(2), 267-271.

Pauwels, R., Jacobs, R., Bogaerts, R., Bosmans, H., & Panmekiate, S. (2017). Determination of size-specific exposure settings in dental cone-beam CT. *European radiology*, 27, 279-285.

Pauwels, R., Stamatakis, H., Bosmans, H., Bogaerts, R., Jacobs, R., Horner, K., . . . Consortium, S. P. (2013). Quantification of metal artifacts on cone beam computed tomography images. *Clinical oral implants research*, 24, 94-99.

Razavi, T., Palmer, R. M., Davies, J., Wilson, R., & Palmer, P. J. (2010). Accuracy of measuring the cortical bone thickness adjacent to dental implants using cone beam computed tomography. *Clinical oral implants research*, 21(7), 718-725.

Scarfe, W., Azevedo, B., Toghiani, S., & Farman, A. (2017). Cone beam computed tomographic imaging in orthodontics. *Australian dental journal*, 62, 33-50.

Theodorakou, C., Walker, A., Horner, K., Pauwels, R., Bogaerts, R., Jacobs Dds, R., & Consortium, S. P. (2012). Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms. *The British journal of radiology*, 85(1010), 153-160.

Tucker, S., Cevidanes, L. H. S., Styner, M., Kim, H., Reyes, M., Proffit, W., & Turvey, T. (2010). Comparison of actual surgical outcomes and 3-dimensional surgical simulations. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68(10), 2412-2421.

Van Vlijmen, O. J., Bergé, S. J., Swennen, G. R., Bronkhorst, E. M., Katsaros, C., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2009). Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(1), 92-97.

van Vlijmen, O. J., Kuijpers, M. A., Berge, S. J., Schols, J. G., Maal, T. J., Breuning, H., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2012). Evidence supporting the use of cone-beam computed tomography in orthodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 143(3), 241-252.

Walker, L., Enciso, R., & Mah, J. (2005). Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(4), 418-423.

Waugh, R. L. (2014). Use of Cone Beam Computerized Tomography (CBCT) in orthodontic diagnosis and treatment planning in the presence of a palatally-impacted canine. *L'Orthodontie Française*, 85(4), 355-361.

Weiss, R., & Read-Fuller, A. (2019). Cone beam computed tomography in oral and maxillofacial surgery: an evidence-based review. *Dentistry journal*, 7(2), 52.

White, S. C., Scarfe, W. C., Schulze, R. K., Lurie, A. G., Douglass, J. M., Farman, A. G., . . . Valachovic, R. W. (2014). The Image Gently in Dentistry campaign: promotion of responsible use of maxillofacial radiology in dentistry for children. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 118(3), 257-261.

Xue, F., Wong, R., & Rabie, A. (2010). Genes, genetics, and Class III malocclusion. *Orthodontics & craniofacial research*, 13(2), 69-74.

İskeletsel Malokluzyonların Faringeal Havayolu İle İlişkisi

Batuhan KULELİ

1. Havayolu

Havayolu, bireyin soluduğu havanın vücuda ilk giriş yaptığı bölgeden alt solunum yollarına kadar katettiği yol şeklinde belirtilmiştir. İlk olarak doğum esnasında başlayan yaşam için önemli bir bileşen olan solunumun sekteye uğramadan, sorunsuz biçimde ilerlemesi havayolunun kısıtlanmaması ve istenilen genişlikte olması sayesinde devam edebilir. Üst havayolu çoğunlukla kraniyofasiyal dokuların parçasıdır. Bu yüzden ortodonti bölümüne başvuran hastaların klinik ve radyolojik muayeneleri sırasında üst havayolunun değerlendirilmesi gerekmektedir.(Graber&Vanarsdall&Vig&Huang, 2017)

Burun yollarındaki problemler sonucu burun solunumu yapılamaz ise ağız solunumu devreye girmek zorunda kalır. Ama yapılan bu ağız solunumu bazı normal gereksinimler dışında sürekli hale gelirse yanında bazı sorunlarda getirir. Büyüme gelişimi henüz sona ermemiş bireylerde, ağız yolu ile yapılan solunumun alt çenenin aşağıda, dilin daha önde konumlanmasına ve başın geride konumlanmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Kraniofasial dokuların büyümesi bütün bu değişikliklerden etkilenerek çeşitli maloklüzyonların oluşabileceği iddia edilmiştir.(Diouf&Ngom&Sonko&Diop-Bâ&Badiane&Diagne, 2015)

Üst dudaktaki tonus kaybı ve istirahatte ağızını kapatamamasının tükürükteki etki azalması ile diş çürük riskinin artmasına sebep verdiği belirtilmiştir. (Graber&Vanarsdall&Vig&Huang, 2017) Ayrıca, dişetlerinin ıslaklığının stabilize olmaması, keratinizasyonun yeterli olmamasına sebep olarak dişeti iltihabı ihtimalini artırdığı; ağızdan geçen hava burundaki gibi ısıtılıp, nemlendirilip, filtrelenemediğinden akciğerlerin elastikiyeti korunması nasal dirençteki kadar mümkün olmayacaktır. Uyku kalitesindeki bozukluklar, dikkat kaybı ve hiperaktivite ile ağız solunumu arasında ilişki bulunmuştur.(Sano&Sano&Oka&Yoshino&Kato,2013)

Ortodonti hastalarında teşhis ve tedavi planlamasında havayolu hiçbir zaman göz ardı edilmemelidir. Ortodontik tedaviler ya havayolu kısıtlı olan hastalarda havayolunu genişletmeli ya da yeterli havayolu olan hastaların havayolunu daraltmamalıdır.

1.1. Faringeal Havayolu Anatomisi

Havayolu üst ve alt havayolu şeklinde kabaca ikiye ayrılmıştır. Üst havayolunda burun, farens ve larenks bulunurken, alt havayolunda trake, bronşlar ve akciğerler bulunmaktadır.(Graber&Vanarsdall&Vig&Huang, 2017) Bir sınıflamaya göre(Ayappa&Rapoport, 2003) üst havayolunun farengeal bölümü; nazofarenks, velofarenks (retropalatal orofarenks), orofarenks ve hipofarenks olarak alt gruplara ayrılmıştır:

Nazofarenks: Sert damak ile burun arka bölgesi (choanae) arasında kalan bölge

Velofarenks*: Yumuşak damak ile sert damak arasında kalan bölge

Orofarenks: Epiglottis ile yumuşak damak arasında kalan bölge

Hipofarenks: Larenks ile epiglottis arasında kalan bölge

*Çoğunlukla radyografik anatomide velofarenks bölgesi orofarenks bölgesinin sınırları içinde kabul edilmektedir.

Havayolunun üst bölümünün sınırlarını oluşturan yumuşak dokular; lateral faringeal duvarlar, yumuşak damak, tonsiller, dil ve uvula şeklinde söylenebilir. Bu yumuşak dokuları destekleyen ve kasların bağlantı yaptığı önemli kemik yapılar ise hyoid kemik ve alt çene kemiğidir.(Lyberg&Krogstad&Djupesland, 1989)

Tonsiller

Farengial bölgede bulunan lenfoid dokular 1884 yılında Waldeyer'in halkası olarak tanımlanmıştır. (Volavšek, 2016) Lokasyonlarına göre başlıca üç temel tonsil vardır:

Lingual tonsil, Palatinal tonsiller ve Faringeal tonsil (adenoid) . Dağınık şekilde bulunan ve daha küçük boyutta olan lenfoid foliküller, farenksin duvarları boyunca yer alarak ve tubal tonsilla ve lateral faringeal bantları oluşturmaktadır.(Hellings&Jorissen&Ceuppens, 2000)

Anatomik açıdan incelendiğinde **orofarenks bölgesinde** bulunan tonsiller:

Palatinal Tonsiller: Yumuşak damağın her iki yanında, oral kavite ile orofarenksin birleşim bölgesinde, tonsiller fossada, palatofarengial ve palatoglossal eğimlerin arasında yer alan lenfoepitelyal yapılardır.

Lingual Tonsil: Mukozanın altında, dilin arka üçlüsünde ve dil kökünde yer almaktadır.

Nazofarenkste yer alan tonsiller:

Farengial Tonsil: Adenoid ismiyle anılan faringeal tonsiller nazofarengial bölgenin arka duvarında üst orta hatta bulunmaktadır.

Tubal Tonsiller: Nazofaringeal bölgenin lateral duvarında iki yanda bulunan tubal tonsiller östaki borusunun açıldığı yerin çevresinde konumlanır.

Lateral Farengial Bantlar: Faringeal havayolunda nazofaringeal bölgenin lateral duvarın her iki yanında bulunmaktadır.(Hellings&Jorissen&Ceuppens, 2000)

Kaslar

Faringeal havayolunun daralmasına ve genişlemesine yardımcı olan kaslar vardır. Bu kasları; dört grupta inceleyebiliriz:

Dil ile ilgili olanlar: Geniohyoid, hyoglossus, genioglossus styloglossus

Yumuşak damak ile ilgili olanlar: Tensör palatini, levatör palatini, Alai nasi

Posterolateral farengial duvarlar ile ilgili olanlar: Farengial konstriktörler, palatoglossus

Hyoid ile ilgili olanlar: Genioglossus, digastrik, hyoglossus, sternohyoid , geniohyoid(Thach, 1992)

1.2. Havayolu ile İlgili Fonksiyonlar

Üst havayolu alınan havanın iletiminin yanı sıra yutma ve yutkunma, konuşma gibi fonksiyonlarla da ilişkilidir.(Nishino&Hiraga, 1991) Havayolu yutmanın farengial evresinde korunmalıdır. Bu hayati bir önem taşır. Yutma esnasında, yumuşak damağın arka kısmını yukarı kaldıran kas olan levatör veli palatini kasının kasılması ile besinlerin buruna kaçması engellenirken, epiglottisin de kapanması besinlerin aspirasyonunu engellemiş olur.

Ağızdan alınan besinler dilin itmesi ve konstriktör farengial kasların sırayla kasılmaları sonucu özofagusun başlangıcına ulaşırlar. Üst özofageal sfinkter normalde kasılı şekilde

kapalıdır ama suprahyoid kasların larenksi çekmesi ile gevşer. Özofagusun üst kısmındaki sfinkter hyoid üstü kasların larenks kıkırdağını yukarı çekmesi ile gevşer ve sonra tekrar kasılır. Faringeal fazın sona ermesi ile konuşma ve solunum yapılabilir. (Ertekin&Kiylioglu&Tarlaci&Turman&Secil&Aydogdu, 2001)

Akciğerler sürekli ve sabit bir hava akımı sağlayarak konuşmanın gerçekleşmesine yardımcı olur. Bu sayede larenkse iletilen basınç sayesinde ses tellerinin titreşimi sağlanır. Tellerin titreşimi sayesinde oluşan dudak hareketleri, dil ve dalgalar, faringeal konstriksiyonlar ve nasal kavitedeki akustik ile bir araya gelerek bir bütün oluşturur.(Redford, 2015)

1.3. Havayolu Açıklığının Azalması Sonucu Görülebilen Adaptasyonlar

Nazofaringeal bölgedeki dokular, büyük oranda sabit olduğu için havayolundaki değişikliklere uygun adaptasyonların, orofarenks seviyesinde ortaya çıktığı düşünülmüştür. Bu bölgede bulunan hyoid kemik, dil ve posterior faringeal duvarların hareketli dokular olduğu, bundan dolayı değişimlere adapte olmalarının daha kolay olduğu vurgulanmıştır.(Brodie, 1971) Örneğin; havayolunu daraltan en sık sebeplerden biri olarak gösterilen adenoid büyümesinin,(Björk&Skieller, 1983) uzun yüzlü çocuklarda, nazofaringeal yüksekliği daha az olduğundan daha kolay bir biçimde tıkanmaya sebep olduğu gösterilmiştir.(Subtelny, 1954; Kerr, 1985; Ricketts, 1958) Bu şartlarda ağız solunumu gereksinimi ortaya çıkararak dilin ve hyoid kemiğin adaptasyonları görülecektir. Büyüme gelişim döneminde hyoid kemiğin ön-arka yöndeki konumunun sabit olarak korunduğu gözlenmiştir. İnfracoroid kasların kasılması ve stylohyoid ligamentin bulunması bu sabit konumun korunması açısından önemlidir.(Cuozzo&Bowman, 1975) Hyoid kemiğin ve dilin çene ucunun geriye gitmesi ile aynı senkronizasyonu göstermemesinin, havayolunun azalması yönünde bir etki olmaması için ortaya çıkan bir adaptasyon olduğu düşünülmüştür.(Tourné, 1991)

1.4. Üst Havayolu ile Farklı İskeletsel Paternler Arasındaki İlişki

Faringeal havayolu ile farklı iskeletsel paternler arasındaki ilişki çeşitli görüntüleme yöntemleri incelenerek pek çok çalışma yapılmıştır.

Zheng ve ark.nın KIBT çalışmasında, havayolu morfolojisi ile sagittal yöndeki iskeletsel malokluzyonlar arasındaki birliktelik incelenmiştir. İskeletsel sınıf II anomaliye sahip kişilerin üst havayolu volümünün sınıf I ile sınıf III anomaliye sahip bireylere göre çok daha düşük olduğu bildirilmiştir.(Zheng&Yamaguchi&Kurihara&Li&Maki, 2014)

Oh ve ark. KIBT verileri ile, sagittal eksenindeki iskeletsel malokluzyon şekilleri düşünülerek üç sınıfta sıraladıkları 60 bireyde üst havayolu volümü ve yönelimlerini değerlendirmişlerdir. İskeletsel sınıf II anomaliye sahip bireylerde üst havayolunun daha geride pozisyonlandığı ve daha düşük bir hacimde olduğu bulunmuştur.(Oh&Hong&Kim&Cevidanes&Park, 2011)

Muto ve ark. kafa kaidesine göre retrognatik mandibula, normal mandibula, prognatik mandibula olmak üzere mandibulanın pozisyonununa göre bireyleri üç sınıfa ayırmışlardır. Lateral sefalogramlar incelenerek faringeal bölgenin posterior duvarı ile uvula arasındaki en kısa mesafe ve posterior faringeal duvar ve dil kökü arasındaki en kısa mesafe ölçülmüştür. Bu ölçümler istatistiksel açıdan anlamlı olacak biçimde retrognatik alt çene grubunda en dar, prognatik alt çene grubunda en geniş olarak tespit edilmiştir.(Muto&Yamazaki&Takeda, 2008)

Ceylan ve Oktay'ın sefalometrik filmleri üzerinde yaptıkları araştırmada ANB açıları kullanılarak üç gruba (sınıf I, II, III) ayırdıkları hastaların nazofaringeal alan ve orofaringeal alan ölçümü yapılmıştır; orofaringeal alan ile ANB açısı arasında ters orantı bulunmuştur.(Ceylan&Oktay, 1995)

Alves ve ark. 8-10 yaş grubu çocukları sınıf I ve sınıf II olarak gruplandırıp, havayolu ile ilişkili parametreleri incelemişler; alt çene gelişim geriliği olan çocukların havayolu alanı, havayolu hacminin diğer çocuklara göre dezavantajlı olduğunu tespit etmişlerdir.(Alves&Franzotti&Baratieri&Nunes&Nojima&Ruellas, 2012)

Iwasaki ve ark. iskeletsel sınıf I ve sınıf III şeklinde gruplandırılan çocuklar üç boyutlu tomografi görüntüleriyle havayolunu inceledikleri çalışmalarında; orofaringeal havayolunun sınıf I'lere göre sınıf III çocuklarda daha geniş olduğunu ve havayolunun genişliğinin, sınıf III anomalinin şiddetiyle doğru orantılı ilişkilendirilmiştir. (Iwasaki&Hayasaki&Takemoto&Kanomi&Yamasaki, 2009)

Uçar ve ark. yaşları değişken sınıf I maloklüzyona sahip çocukları, farklı büyüme paternlerine göre düşük profil, normal ve yüksek profil olarak ayırmışlar ve havayolu boyutlarını lateral sefalogramlar incelenerek değerlendirmişlerdir. Buna göre, düşük profile sahip sınıf I olan kişilerde nazofaringeal havayolu alanı yüksek profile sahip bireylere göre daha fazla bulunmuştur.(Ucar&Uysal, 2011)

Tarkar ve ark. sınıf I iskeletsel yapıdaki, 18-32 yaş aralığındaki 90 kişiyi, büyüme modellerine göre horizontal, normal ve vertikal olarak gruplara ayırmışlar. Lateral sefalometrik filmler üzerinde; faringeal havayolu genişliği, dil ve hyoid kemiğin pozisyonunu değerlendirmişlerdir. Vertikal büyüme modeline sahip bireylerde üst faringeal havayolu genişliği daha az, dil daha yüksekte; horizontal büyüme modeline sahip bireylerde ise hyoid kemiğin daha geride ve aşağıda pozisyonlandığı bulunmuştur.(Tarkar&Parashar&Gupta, 2016)

Bütün bu çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde bazı farklılıklar görülmüştür bu durumun sebepleri; faringeal havayolunun radyografik olarak görüntülenmesi sırasında hastanın pozisyon farklılıkları, hastaların yaşları, görüntüleme şeklinin farklı olması, kullanılan noktalarının değişkenliği sayılabilir. Çalışmalar arasında farklılıklar olsa da havayolu hacmi ve minimal kesit alan arasındaki yüksek korelasyon birçok çalışmanın ortak sonucudur.(Graber&Vanarsdall&Vig&Huang, 2017)

Sonuç olarak, çenelerin sagittal yöndeki ilişkileri açısından alt çene geriliği olan kişilerin havayolları incelenirken ve tedavileri planlanırken çok daha özenli olunmasının daha doğru olacağı vurgulanmıştır.

Kaynaklar

Alves Jr M, Franzotti E, Baratieri C, Nunes L, Nojima L, Ruellas A. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41:814-819.

Ayappa I, Rapoport DM. The upper airway in sleep: physiology of the pharynx. *Sleep Med Rev* 2003;7:9-33.

Björk A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod* 1983;5:1-46.

Brodie AG. Emerging concepts of facial growth. *Angle Orthod* 1971;41:103-118.

Ceylan Is, Oktay H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:69-75.

Cuozzo GS, Bowman DC. Hyoid positioning during deglutition following forced positioning of the tongue. *Am J Orthod* 1975;68:564-570.

Diouf JS, Ngom PI, Sonko O, Diop-Bâ K, Badiane A, Diagne F. Influence of tonsillar grade on the dental arch measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147:214-220.

Ertekin C, Kiylioglu N, Tarlaci S, Turman AB, Secil Y, Aydogdu I. Voluntary and reflex influences on the initiation of swallowing reflex in man. *Dysphagia*. 2001;16:40-47.

Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KW, Huang GJ. Upper Airway, Cranial Morphology, and Sleep Apnea. *Orthodontics. Current Principles and Techniques*. 6th ed. St. Louis, Missouri. Elsevier Health Sciences; 2017.p.319-352.

Hellings P, Jorissen M, Ceuppens J. The Waldeyer's ring. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 2000;54:237-241.

Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:318.

Kerr WJS. The nasopharynx, face height, and overbite. *Angle Orthod* 1985;55:31-36.

King EW. A roentgenographic study of pharyngeal growth. *Angle Orthod* 1952;22:23-37.

Lyberg T, Krogstad O, Djupesland G. Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnoea syndrome.: I. Skeletal Morphology. *J Laryngol Otol* 1989;103:287-292.

Muto T, Yamazaki A, Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:228-231.

Nishino T, Hiraga K. Coordination of swallowing and respiration in unconscious subjects. *J Appl Physiol* 1991;70:988-993.

Oh K-M, Hong J-S, Kim Y-J, Cevidanes LS, Park Y-H. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway form in children with anteroposterior facial patterns. *Angle Orthod* 2011;81:1075-1082.

Redford MA. Mechanism of Voice Production. *The handbook of speech production*. 1st ed. John Wiley & Sons; 2015.p.34-58.

Ricketts RM. Respiratory obstructions and their relation to tongue posture. *Cleft Palate Bull.* 1958;8:4-5.

Sano M, Sano S, Oka N, Yoshino K, Kato T. Increased oxygen load in the prefrontal cortex from mouth breathing: a vector-based near-infrared spectroscopy study. *Neuroreport.* 2013;24:935.

Subtelny JD. The significance of adenoid tissue in orthodontia. *Angle Orthod* 1954;24:59-69.

Tarkar JS, Parashar S, Gupta G, et al. An evaluation of upper and lower pharyngeal airway width, tongue posture and hyoid bone position in subjects with different growth patterns. *J Clin Diagn Res* 2016;10:ZC79.

Thach BT. Neuromuscular control of upper airway patency. *Clin Perinatol* 1992;19:773-788.

Tourné LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:129-139.

Ucar FI, Uysal T. Orofacial airway dimensions in subjects with Class I malocclusion and different growth patterns. *Angle Orthod* 2011;81:460-468.

Volavšek M. Waldeyer's Ring. *Head and Neck Pathology: Switzerland: Springer International Publishing; 2016.p.503.*

Zheng Z, Yamaguchi T, Kurihara A, Li H, Maki K. Three-dimensional evaluation of upper airway in patients with different anteroposterior skeletal patterns. *Orthod Craniofac Res* 2014;17:38-48.

Bir Çocuk Hastada Palatinal Yerleşimli Oral Piyojenik Granülomun Tedavisi: Olgu Sunumu

Burcu GÜÇYETMEZ TOPAL¹
Melike TIRAŞ²
Onur ŞAHAR³

Giriş

Piyojenik granülom (PG), deri ve müköz membranın benign, reaktif inflamatuvar tümör benzeri bir lezyonudur (Jafarzadeh vd., 2006). Piyojenik granülom, oral kavite lezyonlarının %3,2-%7'sini oluştururken (Avelar vd., 2008; Gordón-Núñez vd., 2010; Lawoyin vd., 1997) ; bu oran çocuk hastalarda %1,9-%11,4 arasında değişmektedir (Da Silveira Lima vd., 2008; Das & Das, 1993.; Dhanuthai vd., 2007; Gültekin vd., 2003; Lawoyin, 2000; Sousa vd., 2002). Lezyonlar, özellikle 11-40 yaş aralığında her iki cinsiyette de ortaya çıkabilmektedir ancak, kadınlarda erkeklere göre iki kat daha fazla görülmektedir. Piyojenik granülomun etiolojisinde devamlı ve düşük seviyeli lokal irritasyonlar, yetersiz oral hijyen (plak, diştaşı varlığı), taşkın restorasyonlar gibi faktörlerin bulunduğu bilinmektedir (Al-Khateeb & Ababneh, 2003).

Klinik olarak birkaç mm'den 2-3 cm'ye kadar değişik büyüklüklerde ortaya çıkabilen piyojenik granülomlar, ağrısız, düz yüzeyle, saplı veya geniş tabanlı, lobüler veya nodüler görünümde olabilirler. Bunun yanında, lezyon yüzeyi sıklıkla ülser ve beyaz-sarımsı renkte fibrinöz membran ile örtülüdür. Rengi pembeden koyu kırmızıya, kahverengi ve mora kadar değişebilen bu lezyonlar yumuşak kıvamda olup spontan veya irritasyon sonucu kolay bir şekilde kanayabilir (Ariyoshi & Shimahara, 1966; Sills vd., 1996). Oral piyojenik granülomlar lokalizasyon olarak en fazla diş etinde görülürken; dudaklar, dil ve bukkal mukoza piyojenik granülomların sık görülebildiği bölgelerdir. Palatinal mukozada ise piyojenik granülom nadir olarak yerleşim göstermektedir (Jafarzadeh vd., 2006). Bu çalışmanın amacı, bir çocuk hastada palatinal yerleşimli oral piyojenik granülomun tedavisi ve takibinin değerlendirilmesidir.

Olgu

On dört yaşında çocuk hasta, maksiller kesici dişlerin palatinalinde lokalize, ağrısız bir şişlik şikayetiyle Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne başvurdu. Yapılan muayenede, maksiller anterior bölgede orta hatta lokalize, anterior dişlerin palatinal yüzeylerini kaplayan, ağrısız, saplı yüzeyi beyaz-sarımsı fibrinöz membran ile örtülü lezyonun olduğu tespit edildi (Şekil 1). Aynı zamanda, hastanın dişlerini kapattığında, ilgili lezyona temasının olduğu ve lezyon üzerinde mandibular kesici dişlerin insizallerinin izinin olduğu görüldü (Şekil 2).

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Orcid ID: 0000-0002-9932-9169

² Arş.Gör., Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Orcid ID: 0000-0001-7723-1155

³ Arş.Gör., Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Orcid ID: 0009-0000-5105-5093



Şekil 1. Maksilla anterior bölgede yer alan piyojenik granülom



Şekil 2. Üzeri fibrinotik bir membran ile kaplı lezyon



Şekil 3. Oral hijyen yetersizliği ve maksiller darlığı bulunan hastanın ağız içi görüntüsü

Ebeveynden alınan anamnezde, hastanın herhangi bir sistemik hastalığının olmadığı, lezyonun yaklaşık olarak 1 aydır bulunduğu ve hızlı bir şekilde büyüdüğü öğrenildi. Hastanın oral hijyen yetersizliği mevcut olup, üst çenede darlık ve maksiller dişlerin yer darlığı sebebiyle maksiller kanin dişlerin arkta bulunmadığı ve çenenin bukkal yüzeyinde konumlu olduğu tespit edildi (Şekil 3).

Muayeneyi takiben mevcut lezyonun cerrahi olarak eksizyonu planlandı. Lokal anestezi (Ultracain DS Fort® 40mg/mL+12mcg/mL) altında eksizyonu yapılan 2,5x2,5x0,8cm boyutlarındaki biyopsi örneği, histolojik olarak incelenmesi açısından patolojik değerlendirmeye yönlendirildi (Şekil 4).



Şekil 4. Eksize edilen biyopsi örneği

Tıbbi Patoloji tarafından yapılan histolojik incelemede lezyonun piyojenik granülom ile uyumlu bulgular gösterdiği, yoğun reaktif epitelyal değişikliklerin görüldüğü, stromada kalsifikasyon ve ossifikasyon bulgularının olduğu tespit edildi. Hastanın Faz 1 periodontal tedavisi yapılmış olup oral hijyen eğitimi verildi. İlgili tedaviyi takiben, mevcut ortodontik problemler için hasta Ortodonti Anabilim Dalı'na yönlendirildi. Hastanın 1, 3 ve 6. Ay kontrollerinde nüks görülmemiş olup, takip seansları devam etmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Hastanın 6.ay kontrol seansında ağız içi görüntüsü

Tartışma

Oral kavitenin yaygın lezyonlarından biri olan piyojenik granülom, bağ dokunun minör travmalar ya da irritasyona karşı göstermiş olduğu yanıt sonucu gelişen mukozal vasküler bir hiperplazidir (Mathur vd., 2010). Piyojenik granülom, farklı yaş gruplarında görülebmesine rağmen, en çok 11-40 yaşlar arasında ve kadınlarda erkeklere göre iki kat daha fazla görülme insidansına sahiptir(Leyden, 1973). Aynı zamanda bu lezyonlar yetişkinlerde çocuklara göre daha sık görülmektedir (Fowler vd., 1996; Lawoyin vd., 1997; Papageorge & Doku, 1992). Olgumuz, 14 yaşında erkek hasta olup, piyojenik granülomun sık görüldüğü yaş aralığındadır.

Pyojenik granülomun etiolojisinde minör travma ya da irritasyona yol açabilecek çiğneme, kötü oral hijyen, plak birikimi, taşkın restorasyonlar ve hormonal değişiklikler bulunmaktadır. İritasyona bağlı olarak bağ dokusunun hiperplastik hale gelmesiyle piyojenik granülom oluşumuna neden olan granülasyon dokusu oluşmaktadır (Al-Khateeb & Ababneh, 2003; Ariyoshi & Shimahara, 1966). Lezyonların uzaklaştırılmadan ağız içerisinde kalma süreleri arttıkça lezyonlar kollajen yapı kazanma eğilimindedir. Kollajen yapı kazanmasıyla beraber, ağız içerisinde uzun süre kalmış olan lezyonlar daha pembe görünümlü olup, üzeri fibrinotik bir membran ile kaplı olabilir (Neville vd., 2002). Hastamızda görülen lezyon ise, maksiller anterior bölgede orta hatta lokalize, anterior dişlerin palatinal yüzeylerini kaplayan,

ağrısız, saplı yüzeyi beyaz-sarımsı fibrinöz membran ile örtülüdür. Hastamızın aynı zamanda, puberte döneminde bulunması ve hormonal değişikliklere sahip olması nedeniyle, maksilla anteriorda dişsel çapraşıklıkların ve maksillada darlıklar birlikte yetersiz oral hijyen alışkanlıklarının bulunmasının plak birikimine yol açarak piyojenik granülom oluşumuna sebep olduğunu düşünmekteyiz.

Pyojenik granülom, maksillada mandibulaya göre, anteriorda ise posterior bölgeye göre daha sık görülmektedir (Da Silveira Lima vd., 2008; Jafarzadeh vd., 2006). Ağız içerisinde en çok diş etinde görülmesiyle birlikte, dudak, dil, oral mukoza, sert damakta da görülebilir. Lezyonlar diş etinde ise bukkal yüzeyde lingual yüzeye göre daha fazla görülme oranına sahiptir (Graham, 1996). Gordón-Núñez ve ark. (2010)' nın değerlendirdiği 293 olguda, piyojenik granülomun %83'ünün diş etinde özellikle maksillada, %5.3'ünün dudak, %5.2'ünün dilde, %4.2'si palatinal kemikte, %0.8'i yanak mukozası, % 0.4'ü ağız tabanında geliştiği tespit edilmiştir. Hastamızda gelişen piyojenik granülom ise, maksilla anteriorda palatinal kemikte ve kesici dişlerin palatinal yüzey komşuluğunda gelişmiştir.

Piyojenik granülomun ayırıcı tanısında periferik dev hücreli granülom, periferik ossifying fibrom, hiperplastik diş eti büyümesi, anjiyosarkom, hemanjiyom gibi patolojiler bulunmaktadır (Sills vd., 1996). Piyojenik granülomun tanısı, histopatolojik incelemeler sonucu koyulmaktadır. Bununla birlikte, klinik ve radyografik bulgular da piyojenik granülomun tanısını desteklemekte rol oynamaktadır.

Piyojenik granülomun benign karakterde olması nedeniyle, tedavi seçeneği olarak cerrahi eksizyon ile tamamen çıkarılması yer almaktadır (Graham, 1996; Wandera & Walker, 1994). Eksizyonel biyopsi, işlemin belirgin deformiteye neden olacağı durumlar dışında, piyojenik granülom için tercih edilen yöntemdir (Aguilo, 2002). Lezyonun yüzeysel olarak uzaklaştırıldığı durumlarda nüks gelişebileceği göz önünde bulundurularak, eksizyon lezyonun tüm sınırlarını içermelidir (Jafarzadeh vd., 2006). Krishnapillai ve ark. (2012)' nın piyojenik granülom görülen 215 hastayı incelediği çalışmada, piyojenik granülomun rekürrens oranı %14,88 olarak bildirilmiştir. Erişilebilir mevcut literatürde tekrarlayan lezyonların post-operatif dönemde sıklıkla hangi aylarda görüldüğüne dair bir bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle post-operatif dönemde hasta takibinin düzenli olarak yapılması ve rekürrens ihtimalini azaltmak için hastanın etiyolojik faktörlerinin ortadan kaldırılması önemlidir. Hastamızın 1,3 ve 6. Ay kontrollerinde lezyonun tekrar gelişmediği görülmüş olup, multidisipliner olarak tedavi ve kontrol seansları devam etmektedir.

Sonuç

Oral piyojenik granülom, yetersiz oral hijyen, puberte döneminde görülen hormonal değişiklikler gibi sebeplerle, nadir de olsa palatinal yerleşimli gelişebilmektedir. Piyojenik granülomların hızlı gelişim gösterebileceği ve tedavi sonrası nüks ihtimalinde oral hijyenin sürdürülebilirliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynak

- Aguilo, L. (2002). Pyogenic granuloma subsequent to injury of a primary tooth. A case report. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 12(6), 438–441.
- Al-Khateeb, T., & Ababneh, K. (2003). Oral pyogenic granuloma in Jordanians: a retrospective analysis of 108 cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 61(11), 1285–1288.
- Ariyoshi, Y., & Shimahara, M. (1966). Pyogenic granuloma-Clinical features, incidence, history, and result of treatment : Report of 242 cases. *J Oral Surg*, 24(1), 391–398.
- Avelar, R. L., Antunes, A. A., Carvalho, R. W. F. de, Santos, T. de S., Oliveira Neto, P. J. de, & Andrade, E. S. de S. (2008). Granuloma piogênico oral: um estudo epidemiológico de 191 casos. *RGO (Porto Alegre)*, 56(2), 131–136.
- Da Silveira Lima, G., Fontes, S. T., De Araújo, L. M. A., Etges, A., Tarquinio, S. B. C., & Gomes, A. P. N. (2008). A survey of oral and maxillofacial biopsies in children: a single-center retrospective study of 20 years in Pelotas-Brazil. *Journal of Applied Oral Science*, 16(6), 397–402.
- Das, S., & Das, A. K. (1993). A review of pediatric oral biopsies from a surgical pathology service in a dental school. *Pediatric Dentistry*, 15, 208-208.
- Dhanuthai, K., Banrai, M., & Limpanaputtajak, S. (2007). A retrospective study of paediatric oral lesions from Thailand.
- Fowler, E. B., Cuenin, M. F., Thompson, S. H., Kudryk, V. L., & Billman, M. A. (1996). Pyogenic granuloma associated with guided tissue regeneration: a case report. *Journal of Periodontology*, 67(10), 1011–1015.
- Gordón-Núñez, M. A., De Vasconcelos Carvalho, M., Benevenuto, T. G., Lopes, M. F. F., Silva, L. M. M., & Galvão, H. C. (2010). Oral pyogenic granuloma: A retrospective analysis of 293 cases in a Brazilian population. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68(9), 2185–2188.
- Graham, R. M. (1996). Pyogenic granuloma: an unusual presentation. *Dental Update*, 23(6), 240–241.
- Gültelkin, S. E., Tokman, B., & Türkseven, M. R. (2003). A review of paediatric oral biopsies in Turkey. *International Dental Journal*, 53(1), 26–32.
- Jafarzadeh, H., Sanatkhani, M., & Mohtasham, N. (2006). Oral pyogenic granuloma: a review. *Journal of Oral Science*, 48(4), 167–175.
- Lawoyin, J. O. (2000). Paediatric oral surgical pathology service in an African population group: a 10 year review. *Tropical Dental Journal*, 23(89), 27–30.
- Lawoyin, J. O., Arotiba, J. T., & Dosumu, O. O. (1997). Oral pyogenic granuloma: a review of 38 cases from Ibadan, Nigeria. *The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 35(3), 185–189.
- Leyden, J. J. (1973). Oral cavity pyogenic granuloma. *Archives of Dermatology*, 108(2), 226–228.
- Mathur, L. K., Bhalodi, A. P., Manohar, B., Bhatia, A., Rai, N., & Mathur, A. (2010). Focal fibrous hyperplasia: A Case Report. *International Journal of Dental Clinics*, 4, 56–57.

Papageorge, M. B., & Doku, H. C. (1992). An exaggerated response of intra-oral pyogenic granuloma during puberty. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 16(3), 213–216.

Sills, E. S., Zegarelli, D. J., Hoschander, M. M., & Strider, W. E. (1996). Clinical diagnosis and management of hormonally responsive oral pregnancy tumor (pyogenic granuloma). *The Journal of Reproductive Medicine*, 41(7), 467–470.

Sousa, F. B., Etges, A., Corrêa, L., Mesquita, R. A., & de Araújo, N. S. (2002). Pediatric oral lesions: a 15-year review from São Paulo, Brazil. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 26(4), 413–418.

Wandera, A., & Walker, P. O. (1994). Bilateral pyogenic granuloma of the tongue in graft-versus-host disease: report of case. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 61(5–6), 401–403.

Şekil Dizini ve Yazıları



Şekil 1. Maksilla anterior bölgede yer alan piyojenik granülom



Şekil 2. Üzeri fibrinotik bir membran ile kaplı lezyon



Şekil 3. Oral hijyen yetersizliği ve maksiller darlığı bulunan hastanın ağız içi görüntüsü



Şekil 4. Eksize edilen biyopsi örneği



Şekil 5. Hastanın 6.ay kontrol seansında ağız içi görüntüsü

Beslenme İle Ağız Ve Diş Sağlığı Arasındaki İlişki: Bir Derleme

Nergiz SEVİNÇ
Zeliha CEYHAN

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün hazırladığı “Küresel Ağız Sağlığı Durum Raporu: 2030 Yılına kadar Ağız Sağlığı için Evrensel Sağlık Kapsamına Doğru” raporuna göre; ağız hastalıkları, genellikle toplum tarafından bu şekilde kabul edilmese de, dünya çapındaki ülkeler ve popülasyonlar için önemli bir halk sağlığı sorunudur. Küresel olarak, bu hastalıklar yaklaşık 3,5 milyar insanı etkiliyor ve orta gelirli ülkelerde yaşayan dört kişiden üçü etkileniyor. Ağız hastalıkları, kendi etiyolojileri ve yüklerinin yanı sıra farklı önleme, bakım ve rehabilitasyon seçenekleri olan bir grup farklı hastalık varlığıdır. En fazla yükü temsil eden ağız hastalıkları ve durumları (burada topluca ağız hastalıkları olarak anılacaktır) arasında tedavi edilmemiş süt (primer) ve daimi diş çürükleri, şiddetli periodontal hastalık, dişsizlik (toplam diş kaybı) ve dudak ve ağız boşluğu kanseri yer alır [1].

Diyet ve beslenme, ağız sağlığının önemli etkenleridir ve ağız hastalıklarının yanı sıra çürük, periodontal hastalık, erozyon ve diğerleri gibi durumların gelişimini ve ilerlemesini etkileyebilir. İki kavram, vücudun diyet gereksinimleriyle ilgili oldukları için mikro- (vitaminler ve mineraller) ve makro- (karbonhidratlar, protein ve yağ) besinler olarak kabul edilen, farklı ama çok iyi bağlantılı beslenmedir ve diyet, tüketilen belirli gıdaları ifade eder. Makro ve mikro besinler, vitaminler, pH özellikleri ve bunların tüketimiyle ilişkili davranışlar dahil olmak üzere çeşitli diyet faktörlerinin ağız boşluğunu etkilediği varsayılmaktadır. Ek olarak, gelişim aşaması, özel tıbbi durumlar ve sosyoekonomik durum gibi faktörler, belirli diyet ve beslenme hususlarını gösterebilir. Bazı gıdalar ve gıda kombinasyonları, hastalığa neden olan bakterilerin artan seviyesini etkiler. Modern uygarlığın en yaygın ağız hastalıkları olan çürük ve periodontitis diyet kullanılarak önlenmektedir. Bu hastalıklar, dişler ve ağız boşluğunun diğer bileşenleri bakterilerin asidik ürünleri tarafından tahrip edildiğinde ortaya çıkar. Yetersiz beslenme doğrudan periodontal hastalığa neden olmasa bile, araştırmacılar, diyetleri gerekli besinleri sağlamayan hastalarda hastalığın daha hızlı ilerlediğine ve kötüleştiğine inanıyor [2].

1. DİŞ SAĞLIĞI İÇİN DOĞRU BESLENME

Çoğu ağız sağlığı durumu büyük ölçüde önlenabilir ve erken aşamalarında tedavi edilebilir. Diyet ve beslenmenin ağız sağlığı ile olan ilişkisi çift yönlüdür, çünkü ağız boşluğunun bütünlüğünden ödün verilmesi bireyin fonksiyonel yeme yeteneğini de etkileyebilir. Makro ve mikro besinler, vitaminler, pH özellikleri ve bunların tüketimiyle ilişkili davranışlar dahil olmak üzere çeşitli diyet faktörlerinin ağız boşluğunu etkilediği varsayılmaktadır. Ek olarak, gelişim aşaması, özel tıbbi durumlar ve sosyoekonomik durum gibi faktörler, belirli diyet ve beslenme hususlarını gösterebilir. Örneğin yaşlı hastalarda diş kaybı, çiğneme yeteneğinde azalma ve iştahta azalma görülebilir, bu da beslenme durumlarını etkileyebilir [2].

Çeşitli makro besinler ve mikro besinler periodontal sağlık üzerinde etkili olabilir. İşlenmemiş kompleks karbonhidratlar, bitkisel proteinler, omega-3 yağ asitleri, mineraller ve vitaminlerin dengeli alımı periodontal inflamasyonu olumlu etkiler. Öte yandan rafine karbonhidratlar, bitkisel olmayan proteinler, proinflamatuvar doymuş yağ asitleri ve dengesiz vitamin ve mineral kaynağı periodontal inflamasyonu artırabilir [3].

Probiyotikler, yeterli miktarda uygulandığında konakçının sağlığına fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanır. Probiyotikler için, yapışma, pıhtılaşma, rekabetçi inhibisyon, organik asitlerin üretimi, bakteriyosin benzeri bileşikler ve immün modülasyonu içeren çeşitli kombine lokal ve sistemik etkiler dahil olmak üzere çeşitli etki mekanizmaları önerilmiştir. Bu mekanizmalar ayrıca spesifik olmayan hücresel ve humoral tepkileri de uyurabilir. İnsan sağlığı üzerindeki yararlı etkileri nedeniyle, uygulama aracı olarak kabul edilen çeşitli gıdalara probiyotik bakteriler eklenmiştir. Bu bağlamda, süt ürünleri, kazein, kalsiyum ve fosfat gibi temel besin maddelerinin varlığı ve tüketim için güvenli olmaları nedeniyle ilgili probiyotik gıdalar olarak kabul edilebilir [4].

Probiyotiklerin düzenli tüketildiğinde diş çürüğü, periodontitis, ağız kokusu, kandida enfeksiyonları ve diş eti iltihabı gibi ağız hastalıklarının önlenmesinde ve tedavisinde hayati bir rol oynadığı öne sürülmüştür. Son yıllarda probiyotiklerin ekolojik dengenin sürdürülmesindeki rolü ve oral mikrobiyotanın normalleştirilmesindeki etkinliği yoğun bir araştırma konusu olmuştur. Mikroflora kompozisyonunun düzenlenmesi, mukozal ve sistemik bağışıklığın gelişimini etkileme imkanı sunar. Probiyotikler, ağız boşluğunu doğal olarak kolonize ederek patojenik mikroorganizmaların zararlı özelliklerini azaltır. Enfekte bölgenin gerçek bileşimini, sitokin açısından zengin bir enflamatuvar ortamdan, yararlı organizmaların yaşadığı daha iyi huylu bir ortama değiştirmek, bir bütün olarak sistemik sağlığa katkıda bulunur. Oral probiyotik preparatlarda en sık kullanılan türler *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. helveticus*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium* ve *Saccharomyces*'dir. Son birkaç yılda probiyotiklerin yalnızca yardımcı diş bakımı olarak kullanımında daha sağlam bir rutin tedavi stratejisine doğru bir geçiş olmuştur. Probiyotiklerin istenmeyen mikroorganizmaların yapışmasını engelleyerek ses protez cihazlarının ömrünü uzattığı gösterilmiştir. Ağız hastalıklarının önlenmesinde probiyotiklerin rolü, uzun vadeli çalışmalara özel önem verilerek daha fazla araştırılmalıdır [5], [6].

Büyüme ve gelişme döneminde doğru beslenme, ağız yapılarının inşasını ve bakımını belirler. Ağız sağlığı, diyet ve beslenme durumu ile genel sağlık arasındaki bağlantılar, birbiriyle ilişkili birçok faktörle karmaşıktır. Yanlış beslenme, diş çürüğü, periodontal hastalık, ağız hastalığı ve anemi dahil olmak üzere ağız sağlığını etkileyebilir. Bozulmuş ağız sağlığı, gıda seçimlerini değiştirebilir ve gıda alımını olumsuz etkileyerek yetersiz beslenme durumuna yol açabilir ve bu da kronik sistemik hastalıklara yol açabilir. Farklı gıdaların kombinasyonları vardır ve bunların belirli etkileri vardır: çiğneme fonksiyonunu, kendi kendini temizlemeyi, tükürük akışını artırmak için gıdaların bir kombinasyonu vardır; süt ürünleri ve karbonhidratlı yiyeceklerin bir kombinasyonu; çiğ ve pişmiş gıdaların kombinasyonu. İyi ağız hijyeni için önemli kurallar: dişlerin düzenli olarak temizlenmesi, diş yüzeylerinin uygun mekanik ve kimyasal bakımı, diş ipi ve dil temizliği. Dilin hijyeni için özel bakıma ihtiyacı vardır. Ağız boşluğundaki birçok hastalık, dilin yetersiz hijyeninden kaynaklanır [7].

2.BESLENMENİN DİŞ ÇÜRÜKLERİ VE EROZYONU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Yaygın olarak boşluklar olarak bilinen diş çürüğü, etkilenen bölgeyi kaplayan bir biyofilmde (diş plağı) metabolik olaylardan kaynaklanan diş yüzeyinin lokalize kimyasal çözünmesi olarak tanımlanabilir. Hasar, diş ağrısı, diş hassasiyeti, dişte lekelenme vb.

semptomlara yol açan hayati pulpa dokusunun iltihaplanması ve ölümüne kadar ilerleyen diş sert dokusu ile ilişkilidir. Küresel Ağız Sağlığı Veri Bankasına göre, çürük prevalansı dünya çapında %49 ila %83 arasında değişmektedir [5].

Diş çürüğü, biyofilmin aracılık ettiği, diyetle modüle edilen ve bulaşıcı olmayan, çürüğün biyolojik, davranışsal, psikososyal ve çevresel faktörleri tarafından belirlenen dinamik ve çok faktörlü bir hastalıktır. Bazı ülkelerde 3 ila 5 yaş arasındaki çocukların %90'ından fazlasında rapor edilen en yaygın önlenemez hastalıklardan biridir.[8]

Fermente olabilen karbonhidratların varlığında, bu bakteriler tarafından üretilen asit, yüzey minesini veya dişlerin en dış tabakasını demineralize ederek çürük lezyonunu başlatır. Bununla birlikte, biyofilm tek başına diş çürüğüne neden olamaz, ancak diyet şekerlerine maruz kalma ve bireyin karyojenik zorlukların üstesinden gelme yeteneği, oluşumu için belirleyici faktörlerdir.[8]

Bu nedenle çürük beslenme ile ilgili bir hastalıktır. Diş çürüğüne katkıda bulunan diğer faktörler tükürük akış hızı, tamponlama kapasitesi, yani tükürüğün asitleri nötralize etme ve pH'ını koruma yeteneği ve tükürükte bazı enzimlerin ve koruyucu moleküllerin mevcudiyetidir. Hastalığın erken evrelerinde, kavitasyondan önce, esas olarak serbest şeker tüketimini azaltarak ve remineralizasyon süreçlerini destekleyen davranış değişikliklerini teşvik ederek çürük yaranmasının ilerlemesi durdurulabilir ve hatta tersine çevrilebilir[8].

Diyet faktörleri, diş erozyonunun üretiminde yer alan en yaygın etiyolojik faktördür. Diş erozyonunun normal dışsal diyet tetikleyicileri, yüksek sitrik asit konsantrasyonlarına sahip sebzeler, meyve suları ve şekerler, sitrik ve fosforik asitlerin bulunduğu gazlı içeceklerdir. Küreselleşmenin değişen dünyasında meşrubat tüketimi potansiyel bir sorun olarak görülmüştür. Farklı yazarlar, tükürük tamponlama yeteneğinin azalmasının veya kaybının, mine erozyonu sürecine, bu bağlamda diş erozyonunun sıklığına ve gelişimine yol açacağına işaret etmişlerdir. Bir asit yüklemesi, tükürük tuzlarının (kalsiyum, fosfat) doygunluk altında olmasına neden olur ve diş minesinin yumuşamasıyla diş demineralizasyonu meydana gelir. Aşınmaya bağlı erozyona yol açan tüm bu faktörler, diş erozyonu olan hastaların rehabilitasyonuna yönelik uygun multidisipliner yaklaşımla önleyici tedbirler ve dentin hassasiyeti, diş fonksiyonu ve estetiğin derhal tedavisini gerektirir [9].

Ağız asitleri üç ana bazdan türetilir: asidojenik bakteriler, dışsal asit ve içsel asitler. Diş yüzeylerindeki diş ve iç asitlerle uzun süreli temas, diş erozyonuna neden olabilir. İçecekler, alkolsüz içecekler ve gazlı içecekler, meyve suları, sporcu içecekleri ve şarap asidik pH'ı 4'ün altında olan diş erozyonlarına neden olabilir. C vitamini açısından zengin meyveler, küçük meyveler ve aspirin gibi bazı ilaçların da diş erozyonlarına yol açabilen dışsal asitleri arttırdığı bilinmektedir. Mide içeriğinin özofagus yoluyla geri akışı nedeniyle ağız boşluğunda oldukça asidik mide suyunun varlığı veya gastrointestinal hastalık diş erozyonuna neden olabilir [9].

Diyet ve oral mikroflora, tükürük bileşimi ve akışı gibi konakçı faktörlerle birlikte çürüğe bağlıdır. Gıdanın potansiyel olarak karyojenik etkiye sahip tek bileşeni fermente olabilen karbonhidrat sukrozdur. Sükroz genellikle en karyojenik diyet faktörü olarak kabul edilir ve sükroz tüketimi insanlarda diş çürüğü sıklığı ile ilişkilidir. Tükürük, ağız fizyolojisi için önemli olan biyolojik bir ortamdır. Temizleme ve koruma mekanik fonksiyonlarını çeşitli fiziksel ve biyokimyasal mekanizmalarla gerçekleştirir. Bikarbonatlar, fosfatlar ve proteinler tükürük ortamında tampon görevi görür. Bu gruptaki profilaktik tampon görevi gören diğer bileşikler veya enzimler üre, tükürük amilazları ve florürlerdir [10].

Diş çürüğü, besinlerle alınan şekerlerin anaerobik metabolizması ile diş plağındaki bakterilerin oluşturduğu organik asitlerin dişlerin sert dokularının demineralizasyonu sonucu ortaya çıkan çok faktörlü bir hastalıktır. Kalsiyum diş yüzeyinden kaybolur ve

demineralizasyon yalnızca şekerler veya diğer fermente olabilen karbonhidratlar alındığında meydana gelir, bu da diş sert dokularında kalsiyum hidroksiapatitin çözünürlüğünü artıran organik asitlerin neden olduğu diş plağı pH'ında düşüşe neden olur [10].

Diyet faktörlerine atfedilebilen çürük riski, hem gıda seçimlerinden hem de yeme davranışlarından etkilenir. Bir bireyin diyetiyle ilişkili çürük riskini belirlemek için üç faktör etkileşim halindedir: şeker alımı, tüketim sıklığı ve beslenme süresi. Bu nedenle, tatlandırılmış yiyecek ve içeceklerin erken tedarik edilmesi, potansiyel olarak gelecekteki karyojenik diyet modellerinin veya ağız boşluğunda disbiyozun temellerini atarak önemli diş sonuçlarına sahip olabilir[8].

3.DİŞ SAĞLIĞI İÇİN ÖNEMLİ BESİNLER

Çürük görünümüne karşı koruyucu rolü olan beslenme faktörleri de vardır. Peynirlerin kariyostatik potansiyeli, hem deneysel hem de klinik gözlemlerde veya çeşitli diş tedavileri tarafından sağlanan birçok çalışmada zaten gösterilmiştir. Sütün kariyostatik doğası ise sayısız hayvan ve insan araştırması tarafından kanıtlanmıştır. Süt, önemli miktarda kalsiyum, fosfor ve kazein içerir ve bu trofinlerin tümü diş çürümelerini önlemede önemli bir rol oynar. Orman fıncığı gibi tam tahıllar, çiğneme üzerindeki uyarıcı etkisiyle tükürük akışını artırarak onlara anti-karyojenik koruyucu bir rol verir. Hayvan araştırmaları, rafine edilmemiş bitkisel gıdalarda bulunan organik ve inorganik fosfatların kariyostatik rolünü ortaya çıkarmıştır, bu tür çalışmalardan elde edilen veriler insanlarda ikna edici değildir. Siyah çay için (polifenoller ve antioksidanlar içeren) koruyucu bir etki anlatılmaktadır. tüketimi diş plağındaki florür konsantrasyonunu artırır ve sakarinden zengin diyetin karyojenik karakterine karşı koymada rol oynar. Bebeğin genel sağlığına sağladığı genel yararlı yönün yanı sıra, okul öncesi çocuklarda yapılan epidemiyolojik çalışmalar, emzirilen çocuklarda az sayıda diş çürüğü varlığı, emzirirken emzirilmesi ile gösterilen emzirme için özel bir dikkat gösterilmesi gerekmektedir. Biberon, geçici dişlenme için artmış karyojenik potansiyel ile ilişkilidir [2], [11].

Ağız hastalıklarını azaltmak isteyen çeşitli gıdaların alımını sunar. Çürük önleme için beslenme önerileri [7]:

- Diyet
- Besin piramidi ile dengeli ve tutarlı olması
- Ebeveynler ve çocuklar, karyojenik yiyeceklerden kaçınmayı öğrenmesi
- Temel besinler olan protein, karbonhidrat, yağ, mineral ve vitaminler ağız sağlığı için son derece önemlidir. Besin piramidi besinleri beş gruba ayırır [7]:
- Temelde tam tahıllı gıdalar - pirinç, ekmek, buğday ve makarna. Karbonhidrat ve mineral kaynağıdır. Orijinal piramit, günde altı ila on bir alım gösteriyordu. Sık beslenme yerel bir karyojenik durum oluşturduğundan, çürük önleme açısından bu kabul edilemez. Bu gıda maddelerinin üç ana öğünden herhangi birinde tüketilebileceği kabul edilmektedir.
- Piramidin ikinci seviyesi, meyve ve sebze grubu tarafından işgal edilmiştir. Vitaminler, mineraller ve karbonhidratlar sağlarlar.
- Üçüncü besin grubu et grubudur. Et, balık ve yumurta içerir. Bu grup proteinler, vitaminler ve mineraller sağlar.
- Dördüncü grup süt ürünleridir. Önemli bir kalsiyum kaynağıdır.

- Beşinci grup, küçük tepe üçgenini temsil eder. Bunlar çok fazla kalori taşıyan ve çok küçük miktarlarda alınması gereken karbonhidrat ve yağlardır.

Ana besinler - proteinler, karbonhidratlar, yağlar, mineraller ve vitaminler - ağız sağlığı için son derece önemlidir. Yağda çözünen vitaminler A, E, D ve K'dir. A vitamini minenin erken gelişiminde rol oynar. Epitel hücrelerinin proliferasyonunu kontrol eder ve eksikliği tüm ektodermal oluşumları etkiler. Kaynaklar balık yağı, biber, domates, inek sütü, balkabağı vb. olabilir. D vitamini dişlerin mineral yoğunluğuna, diş minesinin inşasına, kalsiyumun diş ve kemik dokusuna aktarılmasına ve emilmesine katkıda bulunur. C vitamini veya askorbik asit, suda çözünen bir vitamindir. Birçok taze meyve ve sebze de bulunur. Kollajen oluşumunda prolin ve lisini hidrolize etmek gereklidir. C vitamini eksikliği, bağ dokusu kusuru olan iskorbüt hastalığına neden olur [7].

4.ŞEKERLİ YİYECEKLERİN DİŞ SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Diş çürüğü, fermente edilebilir karbonhidratların, özellikle sükrozun alımıyla yüksek oranda ilişkili olan çok faktörlü bulaşıcı bir hastalıktır. Sakaroz, yaygın olarak tüketilen bir şekerdir ve diğer diyet karbonhidratlarıyla karşılaştırıldığında en büyük karyojenik potansiyeli sunar. Çürük, en yaygın kronik hastalıklardan biridir ve sükroz tüketimi, hastalığın başlaması ve ilerlemesinde birincil belirleyici faktör olarak kabul edilir [12].

Son birkaç yılda, dünyada, özellikle de çocuk popülasyonunda, çürük hastalığının oluşum modelinde bir değişiklik gözlemlenmiştir. Gelişmiş ülkelerde çürük, 20. yüzyılın son dekatlarında ve 21. yüzyılın ilk yıllarında azalma eğilimi göstermiştir [12].

Şeker içeren besinlerin erken dönemde tüketimi giderek artmakta ve bu maruziyetin sonuçlarından biri de erken çocukluk döneminde yani 6 yaş altı çocuklarda çürüklerdir. Erken tüketim, karyojenik diyet kalıplarını koruyarak, çocuğun yaşam boyu tat ve yiyecek seçimi ile sonuçlanır. Çoğu yeme davranışının aile etkisinden kaynaklandığını vurgulamak önemlidir. Bu nedenle, doğum öncesi diş bakımı ve birinci yaşına kadar olan konsültasyonlarda bir yaklaşım, beslenme alışkanlıklarının ve ağız hijyeninin oluşturulmasına, ayrıca hamile kadınların ve bebeklerin sağlığına katkıda bulunan belirli önlemlerin alınmasına yönelik kılavuz ve talimatlara izin verir. Diş hekimi ile hamile kadın arasındaki ilişkinin kurulması önemlidir, çünkü erken eğitim eylemleri gebelik dönemindeki sağlık ve çocuğun büyümesi üzerinde doğrudan etkilidir. Şekerin erken dönemde tüketilmesi, aile alışkanlıkları nedeniyle erken çocukluk döneminde çürük oluşumu ile ilişkilidir. Bu nedenle, eğitici eylemlere odaklanmak sağlıklı gebelik ve bebek gelişimi şansını artırdığından, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının ve doğru ağız hijyeni uygulamalarının sürdürülmesine yardımcı olan ilgili talimatlar haline gelir [8].

Son yıllarda, küresel beslenme geçişiyle birlikte, çocuklar tarafından şekerli içeceklerin ve karbonhidrat açısından zengin işlenmiş gıdaların tüketiminde bir artış olmuştur. Karyojenik bakteriler, diyetten şeker ve karbonhidratları fermente ederek, demineralizasyonu destekleyen değerler için oral pH'ın düşmesini teşvik eder ve karyojenik mikroorganizmaların hayatta kalması için uygun bir ekolojik ortam oluşturur. Biyofilmi oluşturan bakteriler tarafından şekerin fermantasyonu ile üretilen asitler, demineralizasyon ve remineralizasyon arasında bir dengesizliğe neden olarak diş sert dokularında mineral kaybına yol açar, önemli işaret beyaz nokta lezyonları ve ardından çürük lezyonunun kaviteyonudur.[8]

Şekerin diyete eklenmesinden çok, özellikle öğün aralarında tüketildiğinde veya şekerleme gibi ağızda daha uzun süre kalan yapışkan yapıda ürünlerde şekerin kıvamının derecesi daha önemlidir. Bu ürünler, ağız boşluğundan hızla atılan gıdalardan daha büyük karyojenite etkisine sahiptir. Bu nedenle, fermente edilebilir karbonhidratlar içeren sert şekerler

ve boğaz pastilleri gibi gıdaların sık tüketilmesi dişler için son derece zararlı olabilir. Şeker tüketimi ile ilgili bazı bulgular [10]:

- Yemeklerle birlikte şeker alınırsa sadece küçük bir çürük artışı görülür.
- Öğün aralarında ara öğün olarak şeker tüketildiğinde çürük artışında belirgin bir artış görülmektedir.
- Şeker içeren yapışkan şekerler tüketirseniz çürük aktivitesi en üst seviyede olacaktır.
- Çürük aktivitesi bireyler arasında büyük farklılıklar gösterebilir.
- Şekerden zengin gıdaların ortadan kaldırılmasıyla çürük aktivitesi azalacaktır.

Şeker alımı ile ilgili olarak, çocuklukta yeme kalıpları, ilk yaşta daha fazla sayıda yüksek oranda tatlandırılmış yiyecek ve içecek ile karakterize edilir, sonraki yıllarda çocukluk çağı çürüklerinin insidansı ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. Aile tarafından şekerli yiyeceklerin satın alınması, mutlaka çocuğun değil, aile tüketiminin bir yansımasıdır. Bununla birlikte, küçük çocukların hızla ailelerinininkine benzer beslenme kalıpları geliştirdiği göz önüne alındığında, şeker alımını engelleyen satın alma işlemlerinin diş çürüğü ile ilişkisine yansıması olasıdır[8].

Ayrıca, şekerli yiyecek ve içeceklerin çağdaş ev ortamlarında her yerde bulunabilmesi, dengeli yemek öğünlerindeki azalma ile ilişkilidir, böylece tüketim sıklığı uzar, karbonhidratların ağız boşluğunda fermentasyonu ve ardından çürük riski artar[8].

Bu nedenle, yaşamın ilk yılları, yaşam boyunca çürük ve şeker alımı arasında iç içe geçmiş bir yörüngenin aksine, yaşam boyunca düşük şeker içeriği ve düşük çürük içeriği yörüngesinin oluşturulmasına yardımcı olarak müdahale için önemli bir fırsatı temsil edebilir[8].

5.DİŞ SAĞLIĞI İÇİN DOĞRU BESLENME ALIŞKANLIKLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Her bireyin ağız sağlığı, aldıkları besinlerle ilişkili ve birbirine bağlıdır. Her insanın yaşam süresini ve kalitesini belirlerler. Ağız hastalıklarının beslenme ile önlenmesi, ağız yapılarının farklı gelişim dönemlerinde beslenmenin uygun şekilde dengelenmesidir. Bozulmuş ağız sağlığı, gıda seçimlerini değiştirebilir ve gıda alımını olumsuz etkileyerek yetersiz beslenme durumuna yol açarak kronik sistemik hastalık riskini artırır[7]

Diş hastalıklarının nedenlerinden biri de sağlıklı ve eksik gıda alımıdır. Ağız sağlığının sağlanması ve sürdürülmesi beslenme profilaksisi ile sağlanır. Ağız sağlığı ve beslenme problemlerini tanımak ve tedavi etmek, sağlığı ve yaşam kalitesini iyileştirmek için önemlidir.[7]

Erken yaşta şekerli yiyecek ve içecek tüketiminin, fazla kilo, obezite ve kalp-damar hastalıkları, tip 2 diyabet ve diş çürüğü gibi bulaşıcı olmayan hastalıklar riskini artırması dikkat çekicidir. Çocuklarda ana ağız hastalığı, genellikle yiyeceklerde bulunan veya takviye edilen serbest şekerlerin tüketimi ile ilişkili diş çürükleridir. Ek olarak, çocukların yaklaşık %30'u diş minesinde gelişme kusurları ile doğarlar, bu da bu çocuklarda çürük riskini artırır.[8]

Çocukların dişlerinin düzgün gelişimi ve mineralizasyonu için uygun kalsiyum ve D vitamini alımı önemlidir. Diyetle yetersiz kalsiyum alımı, kemik dokusunun zayıflamasına yol açabileceğinden, özellikle çocuklar için tehlikeli olan olumsuz bir olgudur. Bu da, yetişkinlikte omurga şekil bozukluklarına, vücuttaki kireçlenmelere, diş çürümelerine ve osteopeni veya

osteoporoz riskinde artışa yol açabilir. Ayrıca, bir diyetdeki kronik kalsiyum eksikliği, gelecekte kardiyovasküler hastalıklar ve beyin felci riskinin artmasıyla ilişkilidir. Buna karşılık, D vitamini eksikliği, kan plazmasındaki kalsiyum seviyesini düşürür ve bu da kemik sistemi bozukluklarına yol açar. Fosfor ve kalsiyum kemiklerin yapımından sorumlu olmasına rağmen, özellikle kemiklerin yoğun gelişim ve büyüme dönemlerinde bu iki elementin bir diyetten benzer miktarlarda dahil edilmesi oldukça önemlidir[13].

Önleyici tedbirler arasında, diğerlerinin yanı sıra, karyojenik olmayan diyetin teşvik edilmesi (bir diyetten şeker, glikoz ve fruktozdan kaçınmak veya miktarını azaltmak, ana öğünler arasındaki atıştırma miktarını sınırlamak) yer alır. Gıdalarda bulunan şeker konsantrasyonundaki bir artış, diş plağındaki bakteriler arasında adaptif değişikliklere yol açar. Bakteriler asitlere karşı daha dirençli hale gelirler ve asitleştirme özelliklerini birkaç kat artırır ki bu oldukça karyojenik bir faktördür. Ayrıca, tatlı veya tatlandırıcı ürünleri tüketmek, besin değerlerini önemli ölçüde düşürür ve protein ve lifin yanı sıra magnezyum, kalsiyum, B ve C vitaminleri eksikliğine yol açabilir. Karyojenik özelliğinin yanı sıra şeker, çiğneme ve sindirim sürecini olumsuz etkiler ve tüm gastrointestinal sistemin çalışmasını bozar[13].

Çocuklarda diş çürüklerine neden olabilecek en yaygın yanlış beslenme alışkanlıklarının aşırı tatlı ve şekerli içecek tüketimi olduğu ortaya çıkmıştır. Çocukların günlük beslenmesinde, dişler dahil olmak üzere kemik sistemlerini olumsuz yönde etkileyebilecek yetersiz kalsiyum ve D vitamini kaynağıdır. Aşırı fosfor alımının gastrointestinal sistemden kalsiyum emilimini azaltması nedeniyle, yüksek oranda işlenmiş ürünler ve koruyucu içeriği yüksek ürünler çocukların beslenmesinde sınırlandırılmalıdır[13].

Beslenme profili, ağız sağlığı durumunda önemli bir rol oynar. Hastalıkların önlenmesine katkı sağladığı gibi çürük gibi hastalıkların oluşmasında da belirleyici bir faktör olabilir. Örnek olarak, şekere sık maruz kalmanın çürük başlangıcı ve ilerlemesi ile ilişkili olduğu ve şekerli ürünlerin bebeklik döneminde çocukların diyetinde yaygın olarak bulunduğu bilinmektedir [12].

Obezite ve diş çürüğü beslenme alışkanlıkları ile yakın ilişki göstermektedir. Obezitenin genel sağlık üzerindeki sonuçları çoktur ve ölümcül olmayan koşullardan erken ölüm riskine kadar değişir. Obezite, beslenme ve egzersiz alışkanlıklarında değişiklik gerektiren kronik bir hastalıktır. Hastalık ortaya çıktığında kalıtım, cinsiyet ve yaş da dikkate alınmalıdır. Çevre ve aile de çocuklarda obezite etiolojisinde anahtar faktörlerdir [12].

Protein açısından zengin besinler anti-karyojenik olarak kabul edilir; çünkü sindirildiklerinde asidik pH'ı nötrale eden ve demineralizasyonu baskılayan üre açığa çıkar. Süt ve peynirin ağızdaki metabolik asit aktivitesini düşürerek diş çürüklerine karşı koruyucu etki yaptığı bildirilmektedir. Bazı araştırmalar sütte bulunan kazein, kalsiyum ve fosfatın diş çürüklerine karşı da önleyici etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca protein yönünden zengin besinlerin tüketilmesi, ara öğün tüketimini azaltarak düzenli yemek yeme alışkanlığının kazanılmasına yardımcı olabilir [14].

Basit şekerlerin yanı sıra nişasta tüketimi özellikle işlendiğinde diş çürüğü üzerinde olumsuz etki yapabilmektedir. Çürüğü olan çocuklarda patates cipsi tüketimi daha fazladır. Daha önce yapılan bazı araştırmalar, patates cipsi, tortilla patates cipsi ve kraker gibi atıştırma olarak alınan işlenmiş nişastalı yiyeceklerin çürük gelişimi ile ilişkili olduğunu da göstermiştir. İşlenmiş nişastalı yiyecekler, şeker eklendiğinde daha tehlikeli olabilir. Sık sık pasta ve pasta yiyen çocuklarda diş lezyonları ve mine kaviteasyonları daha sık görülmektedir. Buna göre diş çürüğü olan çocuklarda pasta, poğaç ve kraker tüketimi daha sık olmakla birlikte aradaki fark anlamlı değildir [14].

İşlenmemiş bitkisel gıdalar da anti-karyojenik olarak kabul edilmektedir. Polifenoller, fitatlar ve fosfat içeren sebzeler asit üretimini azaltabilir ve plak oluşumunu önleyebilir. Bu, diş madeninin yeniden mineralleşmesine yardımcı olur. Sebzelerin lif içeriği çiğnemeyi ve tükürük oluşumunu artırarak tükürüğün tamponlayıcı etkisini artırır. Çürüksüz çocuklar daha fazla havuç, elma ve pişmemiş sebze tüketirler [14].

6.ÇOCUKLARIN BESLENME ALIŞKANLIKLARI İLE DİŞ ÇÜRÜKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Aile, çocukların ağız sağlığı ile ilgili bilgi, tutum ve alışkanlıkların geliştirilmesi için arka plan sağlar. Ebeveynler, en yüksek otorite olarak, çocukların ilk sosyalleşme döneminde, ağız sağlığına uygun tutumları da dahil olmak üzere, kişiliklerinin ve hijyenik-beslenmelerinin oluşturulmasında önemli ve can alıcı bir role sahiptir. Ebeveynlerin bilgi, alışkanlık ve ağız sağlığı davranışları ile çocuklarının ağız sağlığı arasında ilişki vardır. Ebeveynlerin yanı sıra okul ve arkadaşlar, ikincil sosyalleşme sürecinden etkilenen çocukların davranış ve alışkanlıklarını değiştirebilir [15].

Erken çocukluk dönemindeki çürükler, 6 yaşın altındaki çocuklarda, biberonla besleme ve sık şekerli içecekler ve karbonhidrattan zengin atıştırmalıkların tüketimi gibi beslenme risk faktörlerinin yanı sıra yetersiz diş fırçalama ve sınırlı florür erişiminin olduğu diş çürükleri olarak tanımlanır[8].

Çocuklar genellikle şeker, şeker, kek, kola gibi şekerden zengin besinler tüketirler. Bu nedenle bu besinlerin ağız sağlığını olumsuz etkilemesi ve diş çürüğünün ortaya çıkması ile ilgili farkındalık artmıştır [10].

Birincil çürük riskinin azaltılmasına yönelik önleyici tedbirler, davranışsal ve yaşam tarzı değişikliklerini içerir. Karyojenik karbonhidratların alım sıklığının azaltılması bireysel çürük riskini azaltır. Fermente edilebilir karbonhidrat alımını azaltmak için bireysel diyet önerileri ve eğitime ek olarak, çocuklarda tatlı tüketimini en aza indirmek için toplum temelli ağız sağlığı programları gereklidir. Şekeri enerji alımının %5'i ile sınırlamak diş çürüğü riskini azaltmak için faydalıdır [16].

Diyetle alınan şeker tüketimi ile ilişkili nispeten yüksek bir çürük insidansı vardır. Öte yandan, diş çürüğü prevalansını azaltmak için ergenlerde ağız hijyeni ile ilgili kötü davranışsal tutumların geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Günde iki kez florürlü diş macunu ile diş fırçalamanın, küçük çocuklarda çürüklerin azaltılmasında, şekerle tatlandırılmış gıdaların kısıtlanmasından daha önemli bir etkisi olabilir [16].

Ağız sağlığı, bir çocuğun esenliği ve gelişimi için önemlidir. Dünya çapında ciddi bir halk sorunu olmaya devam eden diş çürüğü, özellikle gelişmekte olan birçok ülkede ve son yıllarda en yaygın hastalıklardan biridir [1]. Kötü ağız sağlığı yaşamı tehdit etmese de diğer hastalıkları olumsuz yönde etkiler ve diş ağrısına, uyku bozukluğuna, kilo ve boy gelişiminin azalmasına, konuşma gelişiminin azalmasına, düşük benlik saygısına veya yaşam kalitesinin değişmesine neden olabilir. ikincil dişlenme döneminde çürük olasılığı artar [17].

Erken çocuk çürükleri (ECC), 71 aylık veya daha küçük bir çocukta meydana gelen süt dişlerinde çürümüş, eksik ve dolgulu diş yüzeylerinin varlığı olarak tanımlanır. Önceki araştırmalar, ECC'nin küresel prevalansının %70'e kadar yüksek kaldığını göstermiştir. Sosyal ve ekonomik sağlık üzerinde küresel bir yük haline geldi. Şu anda ECC ile ilişkili faktörler, dişlenmenin yaşam süresi, ağız sağlığı davranışı (örn. alımı, beslenme alışkanlıkları), sosyo-ekonomik durum (örneğin, ailenin yıllık geliri, anne eğitimi) ve coğrafi konum. Bildiğimiz kadarıyla, önceki çalışmalar beslenme uygulamaları, beslenme alışkanlıkları, sosyo-ekonomik durum veya coğrafi konumların ECC'ye neden olan faktörler olduğunu gösteren yeterli kanıt

sağlamamaktadır. Bu nedenle, diş çürüğü olan çocukları doğrulamak ve ECC risk göstergelerini belirlemek önemlidir, çünkü bir toplulukta ECC prevalansını ve bununla ilişkili göstergeleri incelemek, onun halk sağlığı önemini ve onu kontrol etme yollarını belirlemeye yardımcı olur [17].

Erken çocukluk dönemindeki çürükler, 6 yaşın altındaki çocuklarda bir veya daha fazla süt dışında bir veya daha fazla çürüğün varlığı ile karakterize edilir. Uluslararası Pediatrik Diş Hekimliği Birliği (IAPD), iki yaşından küçük çocukların şeker alımından kaçınılmasını önermektedir. Bununla birlikte, araştırmalar, çocukların yaşamın ilk yılını tamamlamadan önce şekerli yiyecek ve içecekleri çok tükettiklerini bildirmektedir. Erken çocukluk döneminde çürük tedavisi için ana önleyici stratejilerden biri, bakıcılara dengeli beslenme ve diş yüzeyinde biyofilm birikimini önlemek için etkili stratejiler hakkında talimatlar vermektir.[8]

Pediatrik popülasyonda diabetes mellitus ile oral kavite ile ilgili hastalıkların artan prevalansı arasında anlamlı bir ilişki vardır. DM1, mutlak veya göreceli insülin eksikliği nedeniyle akut ve kronik komplikasyonlarla sonuçlanan anormal karbonhidrat, yağ ve protein metabolizması sendromudur. Çok sayıda oral durum, diyabet ve bundan kaynaklanan diğer komplikasyonlarla ilişkilendirilmiştir. Diyabet ve periodontal hastalık arasındaki ilişki en fazla dikkati çekmiştir, bu arada çürük, tükürük disfonksiyonu, yumuşak doku patolojileri, oral enfeksiyonlar ve diğer duyuşal bozukluklar gibi diğer durumlar çok daha az ve hatta pediatrik DM1 popülasyonunda daha az ilgi görmüştür [17].

Çocuklar tarafından yüksek sıklıkta fermente olabilen karbonhidrat tüketimine ek olarak, erken çocukluk döneminde çürük riskinin diğer göstergeleri, anne veya bakıcının aktif çürük lezyonlarının olup olmadığı, ailenin durumu ve sosyoekonomik durumudur. 2011–2012 Amerika Birleşik Devletleri araştırmasından elde edilen epidemiyolojik veriler, erken çocukluk dönemindeki çürüklerin, yoksul ve neredeyse yoksul okul öncesi çocuklarda oldukça yaygın olduğunu göstermektedir. Süt dişlenme dönemindeki çürük deneyimi, kalıcı dişlenme dönemindeki çürük deneyiminin en güçlü belirleyicilerinden biridir[8].

Sonuç olarak, Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD), profesyonelleri erken çocukluk döneminde çürüklerin kanıta dayalı olarak önlenmesini sağlayan evde önleyici tedbirleri uyarlamaya ve talimat vermeye teşvik eder, örneğin: ilk diş ve en geç 12 aylıkken çürük riski değerlendirmesi, ebeveynlerin eğitimi ve ileriye dönük rehberlik yapmak. Ek olarak, şeker içeren sıvıların ve/veya katı gıdaların sık tüketiminden kaçınmak için diyetleri değiştirmek de gereklidir. Ağız hijyeni önlemlerinin uygulanması, ilk süt dişinin sürmesi sırasında yapılmalıdır[8].

7.YAŞLILARIN BESLENME ALIŞKANLIKLARI İLE DİŞ ÇÜRÜKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Yaşlanma, çeşitli fizyolojik ve psikolojik değişikliklerle ilişkilidir ve yaşlı insanları yetersiz beslenmeye karşı savunmasız hale getirerek daha yüksek yetersiz beslenme riskine yol açar. Yaşlılarda yetersiz beslenmenin risk faktörleri, vücutta yaşa bağlı fizyolojik değişiklikler, kötü diş durumu, çiğneme ve yutma güçlükleri, sosyal izolasyon, yas, yiyecek edinme ve hazırlama güçlükleri, gelir azalması, alkol kötüye kullanımı, bilişsel ve psikiyatrik bozukluklardır[18].

Günlük öğünler, uzun süreli bakım kurumlarında yaşayanların yaşam kalitesini korumada en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilir. Uzun süreli bakıma ihtiyaç duyan yaşlılarda sistemik vücut fonksiyonlarındaki azalma sıklıkla belirgindir ve yeme ve yutma fonksiyonlarındaki azalmalar yoluyla doğrudan öğünlerle ilgili temel ağız problemleri de sıklıkla görülür [19].

Yaşlı yetişkinlerin oral ve sistemik fonksiyonlarının, yaşam kalitelerini iyileştirmek için normal bir diyet yemelerini sağlamak için sürdürülmesi gerekir. Yaşlı yetişkinlerin sağlıklı bir diyet tüketme kapasitesi, genel sağlık durumlarına önemli bir katkı sağlar. Diş kaybı ve dişsizlik durumu, daha düşük genel diyet kalitesi ile ilişkilidir. Diş sağlığı bakımı ve geliştirilmesi konusunda eğitim bu nedenle önemlidir. Ağız içi birikintiler ile diyet türü arasındaki ilişki açısından bakıldığında, muayene öncesinde temizlik yapılmış olsa da hijyenik olmayan maddelerin yapışıklığı literatürde belirgindir. Diyet alımı ve çiğneme yeteneğinin ağız ortamıyla yakından ilişkili olduğu açıktır [19].

Parkinsondan etkilenen popülasyonun belirgin bir oranıyla, diş hekimlerinin hastaları uygun şekilde yerleştirmek, tedavi planlamasını kolaylaştırmak ve diş bakımını optimize etmek için orofasiyal belirtilerine aşına olması uygundur. Koku bozukluğu ve tat alma duyusunda değişiklik de Parkinson hastalarında mevcut olup, iştahlarını ve alım sıklıklarını etkileyerek kötü beslenme ve beslenme alışkanlıklarına katkıda bulunur [20].

Parkinson hastalarında belki de en endişe verici olan husus, diş fırçalama ve diş ipi kullanma gibi günlük yaşamın rutin aktivitelerini yerine getirmedeki bozukluğun bir sonucudur. Parkinson hastalarında ağız hijyeni ile ilgili yeterliliğin azalması, çürük, periodontal hastalık ve diş kaybı sıklığının artmasına neden olabilir. Ek olarak, Parkinson hastalığının çeşitli farmakoterapileri, diş çürüğü, periodontal hastalık, ağız kokusu ve diş kaybının ilerlemesini şiddetlendirebilen kserostomiye neden olabilir. Kserostomi aynı zamanda dizartri, disfaji, disguzi, glossite ve azalan prostodontik retansiyona katkıda bulunur ve böylece Parkinson hastalarının yaşam kalitesini kötüleştirir. Disfaji ve tat alma bozukluğunun ayrıca Parkinson hastalarının yemek yeme kabiliyetini daha da caydırabilecek veya engelleyebilecek psikososyal ve fiziksel etkileri vardır, böylece onlar için doğru beslenmenin ve diyet takviyesinin önemini pekiştirir [20].

Alzheimer hastalığı (AD), bunamanın ana nedenidir ve güvenilir olmayan teşhis, uzun vadeli işlevsel bağımlılık ve etkili ilaçların bulunmaması nedeniyle dünya çapında sağlık sistemleri için önemli bir zorluk teşkil etmektedir. AD etiyojisinin çok faktörlü olduğuna inanılmaktadır. Hastalık muhtemelen genetik faktörler, yaşam tarzı ve çevre nedeniyle gelişir. Çeşitli çalışmalar, kötü ağız sağlığının, özellikle diş kaybının ve periodontal hastalığın, bilişsel işlev üzerinde olumsuz etkisi olduğunu göstermektedir. Kötü ağız sağlığı ile demans arasındaki ilişkinin altında yatan mekanizmalardan biri beslenmedir. Yani, bozulmuş diş yapısı, çok fazla kalori ve daha az meyve ve sebze içeren püre yiyeceklere, karbonhidratlara ve şekerlemelere güvenmeye yol açarak bir diyetin kalitesini ve besin alımını etkiler [21].

8.SONUÇ

Ağız sağlığı, bireyin refahı ve yaşam kalitesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Ağız hastalıkları, kişinin yemek yeme, konuşma ve gülümseme kapasitesini sınırlayarak kişisel ve sosyal yaşamını büyük ölçüde bozabilir. Hem in vitro hem de in vivo olarak yapılan son araştırmalar, probiyotik suşların çürüklerden ağız kokusuna ve periodontal hastalıklara kadar geniş bir yelpazedeki ağız sağlığı sorunlarının önlenmesindeki önemli rolünü ortaya çıkarmıştır [5].

Ekonominin gelişmesiyle birlikte, endüstriyel olarak şeker ve doymuş yağ açısından zengin daha fazla işlenmiş gıda üretilir ve insanlar daha fazla karyojenik gıda tüketirken, sürekli ekonomik büyümeye ayak uyduracak ağız sağlığı eğitimi yapılmaz [17].

Dünyanın farklı topluluklarında şeker içeren yiyecek ve içeceklerin erken ve artan tüketimi ve farklı olumsuz sağlık sonuçları için şekerin ortak bir risk faktörü olarak rolünün anlaşılması, acil önlemler alınması gerektiğini göstermektedir. Erken çocukluk dönemindeki

çürükler, şekerin erken dönemde kullanılmaya başlanmasından kaynaklanan klinik açıdan önemli ilk sonuçtur ve çocukları daha yaşamlarının ilk yılını tamamlamadan etkileyebilir. Diş sürmeden önce takip ve danışmanlık için erken diş hekimliği konsültasyonu yapılması da önemlidir, burada ebeveynler ve bakıcılar ağız sağlığı hakkında bilgi alma fırsatı bulurlar, bu da uygun ağız hijyeni davranışları ve uygulamaları hakkında farkındalığı artırabilir[8].

Ağız sağlığı konusundaki bilgi eksikliği, hastalıkların ortaya çıkmasını kolaylaştırabilir ve mevcut sorunların daha da kötüleşmesine yol açabilir. Bilgi eksikliği, diş hekimliği hizmetlerinin, ilgili bazı ağırlı semptomatolojiye sahip olduğunda, esas olarak tehlikeli veya acil diş hekimliği koşullarında kullanılmasına neden olur[8].

Özetle, uygun hijyen ve beslenme alışkanlıklarının şekillendirilmesi, diş çürüğü de dahil olmak üzere yaşam tarzı hastalıklarının önlenmesinde vazgeçilmez bir unsurdur. Çocuklar bu alışkanlıkları onlardan öğrendiği için özellikle eğitim programları ebeveynlere yönelik olmalıdır[13].

DSÖ, popülasyonların sağlıklı durumlarını sürdürmeleri için fermente edilebilir karbonhidrat alımının azaltılması gerektiğini belirlemiştir. DSÖ ayrıca şeker alımındaki değişikliklerin vücut kütlesi ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğuna işaret etmiştir. Şeker alımının miktarı ve sıklığının çürük hastalığının başlamasında ve ilerlemesinde önemli bir rol oynadığı bilindiğinde, kuruluşun şeker tüketimine ilişkin önerileri çürük ve karbonhidrat alımı arasındaki ilişkiyi dikkate almaktadır [12].

Diş hekimleri ve beslenme uzmanları, beslenme alışkanlıkları ile ilgili sağlık eğitimi sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Sağlığın teşviki ve korunmasında entegre bir ekip olarak hareket ederler, çürüğü önleme stratejilerine yaklaşırlar ve gıda alım profiline vurgu yaparak iyi beslenme alışkanlıklarının önemini desteklerler [12].

Karyojenik besinler, çocukluk döneminde diş çürüğünün erken oluşumunda önemli bir role sahiptir. Süt, yoğurt ve tavuk gibi anti-karyojenik gıdaların erken çocukluk döneminde diş çürüklerini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir. Okul öncesi dönem beslenme ve sağlık açısından hassas bir yaş grubudur. Bu yaş grubunda iyi beslenme alışkanlıklarının benimsenmesi, bir ergende sağlıklı beslenme davranışının geliştirilmesine yardımcı olabilir. Beslenme eğitimi, beslenme alışkanlıkları ile diş sağlığı arasındaki ilişki hakkında bilgi içermelidir. Eğitim sırasında, daha iyi işbirliği için ailelerin tutumları ve karakterizasyonları dikkate alınmalıdır. Ayrıca, bu ilişkiyi doğrulamak ve karyojenik ve anti-karyojenik gıdalar ile diş çürüğü arasındaki alttı yatan mekanizmayı araştırmak için ek kohort çalışmalarına ihtiyaç vardır [14].

KAYNAKÇA

- [1] “Global oral health status report Towards universal health coverage for oral health by 2030”, World Health Organization. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484>
- [2] H. L. Liliana vd., “Correlations between Nutritional Factors and Oro-Dental Health”, *Rom J Med Dent Educ*, c. 8, ss. 6-13, 2019.
- [3] S. Santonocito, A. Polizzi, G. Palazzo, F. Indelicato, ve G. Isola, “Dietary factors affecting the prevalence and impact of periodontal disease”, *Clin. Cosmet. Investig. Dent.*, ss. 283-292, 2021.
- [4] P. Nadelman, M. B. Magno, D. Masterson, A. G. da Cruz, ve L. C. Maia, “Are dairy products containing probiotics beneficial for oral health? A systematic review and meta-analysis”, *Clin. Oral Investig.*, c. 22, ss. 2763-2785, 2018.
- [5] P. Chugh, R. Dutt, A. Sharma, N. Bhagat, ve M. S. Dhar, “A critical appraisal of the effects of probiotics on oral health”, *J. Funct. Foods*, c. 70, s. 103985, 2020.
- [6] J. H. Meurman ve I. V. Stamatova, “Probiotics: evidence of oral health implications”, *Folia Med. (Plovdiv)*, c. 60, sy 1, ss. 21-29, 2018.
- [7] A. Nazifova, G. Georgieva, ve M. Milkov, “The effect of nutrients on oral dental health”, *Scr. Sci. Medica*, c. 54, ss. 10-12, 2022.
- [8] L. G. Ferreira, G. de C. C. Lamarque, ve F. W. G. Paula-Silva, “Diet and Nutrition and Their Relationship with Early Childhood Dental Caries”, içinde *Dental Caries-The Selection of Restoration Methods and Restorative Materials*, IntechOpen, 2022.
- [9] A. ALREBDI, “Dental erosion related to dietary factors: A case report and literature”.
- [10] E. Z. Bilbilova, “Dietary Factors, Salivary Parameters, and Dental Caries”, *Dent. Caries*, ss. 1-18, 2020.
- [11] C. Brierly, “Dietary factors contributing to Māori dental health in Northland, New Zealand”, University of Otago, 2018.
- [12] B. D. AGUIAR, M. E. F. FERNANDES, M. H. R. de AGUIAR, D. S. A. TORQUATO, E. C. PERES, ve A. K. M. TEIXEIRA, “Nutritional status and dental caries of schoolchildren from Sobral-Ceará”, *RGO-Rev. Gaúcha Odontol.*, c. 67, 2019.
- [13] E. Huk-Wieliczuk ve A. Czeczuk, “Hygienic and nutritional habits in dental caries prevention in 5-year-old children from Biala Podlaska”, *Rocz. Państw. Zakł. Hig.*, c. 71, sy 2, 2020.
- [14] N. Koç, N. Çin Aslan, H. Yardımcı, ve L. Sezgin, “Role of Foods in Caries Among Preschool-Children: A Cross-Sectional Study”, *Prog. Nutr.*, c. 24, sy 2, 2022.
- [15] A. Đorđević, “Parents’ knowledge about the effects of oral hygiene, proper nutrition and fluoride prophylaxis on oral health in early childhood”, *Balk. J. Dent. Med.*, c. 22, sy 1, ss. 26-31, 2018.

- [16] C. Tudoroni, M. Popa, S. M. Iacob, A. L. Pop, ve B. A. Năsui, “Correlation of caries prevalence, oral health behavior and sweets nutritional habits among 10 to 19-year-old Cluj-Napoca Romanian adolescents”, *Int. J. Environ. Res. Public. Health*, c. 17, sy 18, s. 6923, 2020.
- [17] N. Zhou *vd.*, “Dental caries and associated factors in 3 to 5-year-old children in Zhejiang Province, China: an epidemiological survey”, *BMC Oral Health*, c. 19, ss. 1-9, 2019.
- [18] L. Spirgienė, G. Damulevičienė, J. Tomkevičiūtė, ve O. Riklikienė, “Nutritional status of rural community-dwelling older people and changes after following nutritional recommendations”, *Int. J. Nurs. Pract.*, c. 24, sy 6, s. e12688, 2018.
- [19] H. Kikuchi *vd.*, “Factors Affecting Dietary Improvements in Elderly Residents of Long-Term Care Institutions Receiving Domiciliary Dental Care”, *Medicines*, c. 8, sy 11, s. 62, 2021.
- [20] B. R. Prete ve A. Ouanounou, “Medical Management, Orofacial Findings, and Dental Care for the Patient with Parkinson’s Disease”, *J Can Dent Assoc*, c. 16, 2021.
- [21] A. Popovac, A. Čelebić, S. Peršić, E. Stefanova, A. M. Lemić, ve I. Stančić, “Oral health status and nutritional habits as predictors for developing Alzheimer’s disease”, *Med. Princ. Pract.*, c. 30, sy 5, ss. 448-454, 2021.

Gömülü Maksiller Kanin Dişin Ortodontik Tedavisi

Büşra Seda İMAMOĞLU¹

Giriş

Maksiller kanin diş kök gelişimi ve sürme zamanlaması tamamlanmış olmasına rağmen başarısız sürme gerçekleşmişse gömülü olarak adlandırılır. Kanin dişler hem fonksiyonel hem de estetik açıdan büyük bir rol oynamaktadırlar, bu sebeple bu dişlerin sürdürülmesi için zamanında teşhis ve uygun tedavi planlaması yapılmış bir yaklaşım gerekmektedir.

Gömülü maksiller kanin dişlerin başarılı bir şekilde tedavilerinin gerçekleştirilmesi için multidisipliner bir yaklaşım gerekir. Ortodontist, pedodontist, cerrah ve periodontistle birlikte kooperatif bir tedavi ile bu dişlerin ağız içerisinde sürdürülmeleri mümkündür. Maksiller kanin dişler; diğer dişlere göre maksillanın daha derinlerinde geliştiklerinden ve uzun bir sürme yoluna sahip olduklarından gömülü kalma insidansları yüksektir. Ortodontistler çok sık görülen bu anomaliye karşı hazırlıklı olmalıdırlar.

Görülme Sıklığı ve Etiyoloji

Kanin diş gelişimi 4-5 aylıkken, maksillada piriform fossanın yan tarafında başlar ve 22 mm ile en uzun sürme yoluna sahiptir. Kron kalsifikasyonu 1 yaşında süt birinci moların kökleri arasında başlar ve 5-6 yaşında tamamlanır. Daha sonra, süt kanin dişin apeksine bukkal ve mesial olarak uzanmak için ileri ve aşağı doğru hareket eder, ardından üst lateral dişin kökünün distal yüzünden aşağı doğru hareket etmeye devam eder (Becker, 1978). Maksiller kanin dişleri ortalama olarak 11-12 yaşlarında erüpte olur ve kadınlarda erkeklerden daha erken meydana gelmektedir. Kanin yer değiştirmesi labiyal, palatinal veya dental ark sınırı içerisinde olarak sınıflandırılır (Counihan, Al-Awadhi & Butler, 2013).



Şekil 1: Gömülü maksiller kanin dişin panoramik görüntüsü.

Maksiller kaninler popülasyonun yaklaşık %2'sinde görülür ve üçüncü molarlardan sonra gömülü kalmada ikinci sıradadır (Bishara, 1992). Kadınlarda (%1.17) erkeklere oranla (%0.51) iki kat daha fazla gömülü kanin diş görülmektedir. Tüm hastaların %8'inde çift taraflı maksiller kanin diş gömüklüğü görülmektedir (Dachi & Howell, 1961). Gömülü maksiller kanin dişlerinin yaklaşık üçte biri labiyal, üçte ikisi palatal yerleşimlidir (Bedoya & Park, 2009).

¹ Doktora Programı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı,

Maksiller kanin dişlerin gömülü kalmasına çeşitli faktörler neden olmaktadır (Tablo 1). Yapılan çalışmalarda, palatal konumda gömülü kalan kanin dişlerin %85'inin sürme için yeterli alana sahip olduğunu, ancak labiyal olarak gömülü kanin dişlerin sadece %17'sinin yeterli alana sahip olduğu görülmüştür. Yine de palatal olarak yer değiştirmiş maksiller kanin dişlerinin kesin etiyojisi bilinmemektedir. Ark uzunluğu tutarsızlığının, labiyal olarak gömülü kanin dişleri için birincil bir etiyojistik faktör olduğu düşünülmektedir (Jacoby, 1983). Palatal olarak lokalize olmuş gömülü maksiller kanin dişleriyle ilişkili rehberlik ve genetik olmak üzere iki ana teori mevcuttur. Rehberlik teorisi, kanin dişe bir kılavuz görevi gören lateral dişin kökü boyunca sürdüğünü, lateral dişin kökü yoksa veya hatalı biçimlendirilmişse kanin dişin sürmeyeceğini belirtmektedir. Genetik teori ise; palatal olarak yer değiştirmiş maksiller kanin dişler genetik faktörlere bağlıdır, eksik veya küçük lateral dişler gibi diğer olası ilişkili diş anomalilerini kapsamaktadır (Peck, Peck & Kataja, 1994). Palatal lokalize olmuş gömülü maksiller kanin dişlerinin, mine hipoplazisi, süt molarların infraoklüzyonu, ikinci premolar dişlerinin aplazisi ve küçük maksiller lateral dişler ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Baccetti, 1998).

Tablo 1. Gömülü Kaninler ile İlişkili Etiyojistik Faktörler (Bedoya & Park, 2009)

Diş boyutu - ark uzunluğu tutarsızlıkları	Endokrin eksiklikleri
Süt kanin dişin kök rezorpsiyonda başarısızlığı	Ateşli hastalıklar
Süt kanin dişin uzun süreli retansiyonu veya erken kaybı	İrradyasyon
Daimi kanin dişte ankiroz, kist veya neoplazm	Kalıtım
Maksiller lateral diş eksikliği	Malpoze diş germi
Lateral diş kök boyutunda varyasyon	Alveolar yarık varlığı

Gömülü Kanin Dişin Meydana Getirebileceği Komplikasyonlar

Gömülü maksiller kanin dişler genellikle asemptomatiktir, bu sebeple hastalar sıklıkla varlığından habersizlerdir. Hastalar ilk diş hekimi muayeneleri sırasında, radyografik incelemeleri yapılırken gömülü kanin diş varlığından haberdar olurlar. Bazı durumlarda, labiyal ve palatal konumda gömülü maksiller kanin dişler komşu dişlerin yer değiştirmesine, komşu dişlerde rezorpsiyona, ark uzunluğunun kaybına ve kistik lezyonlara neden olabilirler (Ericson & Kurol, 1988). Shafer ve ark. (Shafer, Hine & Levy, 1963) kanin dişlerin gömülü kalmaları durumunda şu komplikasyonların gelişebileceğini öne sürmüşlerdir: gömük dişin labiyal veya palatal malpozisyonu, komşu dişlerin migrasyonu ve ark uzunluğunun kaybı, internal rezorpsiyon, dentigeröz kist oluşumu, gömülü dişin yanı sıra komşu dişlerin kök rezorpsiyonu, kısmi sürme ile enfeksiyon, yansıyan ağrı ve kombinasyonları.

Rezorpsiyon ve patoloji daha çok kadınlarda, 14 yaşından büyük hastalarda ve kanin dişinin orta hatta açılanmasının 25°'den fazla olduğu durumlarda görülmüştür. 107 çocuk üzerinde yapılan bir çalışmada, ektopik olarak konumlanmış kaninlere bitişik kesici dişlerin köklerinde rezorpsiyonun lateral kesici dişlerin %38'inde ve santral kesici dişlerin %9'unda meydana geldiği gösterilmiştir. 10-13 yaş grubundaki çocukların %0,71'inde maksiller kanin dişlerin ektopik sürmesi nedeniyle daimi lateral dişlerin rezorbe olduğu tahmin edilmektedir (Ericson & Kurol, 1988). Meydana gelebilecek potansiyel komplikasyonlar nedeniyle gömülü kanin dişlerin gelişimi ve sürmesi rutin yapılacak muayenelerde ve radyografik değerlendirmelerde yakından takip edilmelidir.

Klinik Teşhis ve Muayene

Gömülü maksiller kanin diş teşhisi için klinik ve radyografik muayene birlikte yapılması gerekmektedir. Klinik değerlendirme sırasında aşağıdaki klinik durumların gömülü kanin dişin belirtisi olabileceği ileri sürülmüştür:

- Daimi kanin dişin gecikmiş erüpsiyonu veya süt kanin dişin 14-15 yaşından sonra uzun süre retansiyonu,
- Labiyalde kanin diş şişkinliğinin olmaması,
- Alveolar prosesin intraoral palpasyonu ile kanin pozisyonunun belirlenememesi ya da alveolar palpasyon sırasında not edilen kanin çıkıntısında bir asimetrinin varlığı,
- Palatinalde kanin çıkıntısının varlığı,
- Lateral dişin gecikmiş erüpsiyonu, distal tipping veya migrasyonu (Bishara, 1992).

10-12 yaşları arasındaki 505 okul çocuğu üzerinde yapılan bir çalışmada, çocukların %29'unun 10 yaşında palpe edilmeyen kanin dişlerine sahip olduğunu, %5'inin 11 yaşında palpe edilmeyen, daha sonraki yaşlarda ise yalnızca %3'ünün palpe edilmeyen kanin dişlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeplerden dolayı, doğru bir teşhis için klinik muayene radyografik muayene ile desteklenmelidir (Ericson & Kurol, 1988).

Gömülü maksiller kanin dişlerin radyografik muayenesinde intraoral ve ekstraoral yöntemler kullanılmaktadır. İntraoral yöntemler oklüzal ve periapikal radyografiler iken, ekstraoral yöntemler panoramik, posteroanterior ve lateral sefalometrik radyografileri içermektedir (Bedoya & Park, 2009).

Gömülü kanin dişin bukkolingual olarak konumunun belirlenmesi için oklüzal radyografi kullanılırken, x-ışını tüpünü oklüzal düzleme 60 derecelik bir açıyla doğrudan burun köprüsünün üzerine yerleştirilmelidir (Becker, 2007). Maksiller kanin dişlerin konumunu belirlemenin geleneksel yöntemi ise, bukkal nesne kuralı olarak bilinen periapikal radyografilerle iki boyutlu bir tekniğin kullanılmasıdır. Bu teknikte, farklı meziodistal açılarda iki periapikal radyografin alınması ve dişin bukkolingual pozisyonunu belirlemek için SLOB kuralını uygulamak esastır. SLOB kuralının radyografik yorumu, ikinci radyografiyi alırken, klinisyen x-ışını tüpünü distal yönde hareket ettirirse ve söz konusu diş de radyografide distal olarak hareket ederse, o zaman dişin lingual veya palatinal tarafta olduğu anlamına gelir. Gömülü kanin bukkal yerleşimli ise dişin kronu meziale doğru hareket edecektir (Bishara, 1992).

Hasta 8-9 yaşlarında ise, gömülü kanin dişleri lateral sefalometrik röntgellerle yapılabilir. Maksiller kanin dişlerinin eğimi maksiller kesici dişlerin eğimine paralel olmalıdır. Posteroanterior grafilerde kaninler mesiale açılı olmalı ve kronlar lateral kesici dişlerin apekslerinin altında ve nazal kavitenin lateral sınırının oldukça altında yer almalıdır. Kanin kökleri, burun boşluğunun yan kenarına yanal olarak yerleştirilmelidir. Bir kanin dişi mesiale açılysa ve kron burun boşluğunun lateral sınırının medialine yerleştirilmişse, gömülü olma olasılığı dikkate alınmalıdır (Becker, 2007).

Günümüzde konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT), gömülü kanin dişlerin konumunun tespit edilmesi için kullanılan en güvenilir yöntemdir. Diş hekimleri CBCT ile bitişik dişlerin köklerindeki hasarı ve her bir dişi çevreleyen kemik miktarını da değerlendirebilir. Ortodontide gömülü kanin dişleri ile ilgili en sık görülen problem, meydana getirdikleri rezorpsiyon miktarıdır. Rezorpsiyon, kesici diş köklerinin üst üste binmesi ve gömülü kanin kronunun morfolojiyi engellemesi nedeniyle her zaman düz radyografilerde saptanmaz. CBCT, rezorpsiyon tespitini %50 oranında artırarak bu sorunun üstesinden gelir (Ericson & Kurol, 1988). CBCT, geleneksel radyografi ile yorumlamayı ve lokalizasyonu zorlaştıran magnifikasyon ve superimpozisyonu ile ilgili sorunları ortadan kaldırır (Counihan, Al-Awadhi

& Butler, 2013). Bununla birlikte, CBCT kullanımıyla ilişkili artan maliyet, zaman, radyasyona maruz kalma ve adli tıp sorunları rutin kullanımını sınırlamaktadır (Elefteriadis & Athanasiou, 1996).

Gömülü Kanin Dişin Klinik Yönetimi

Gömülü kanin dişler için klinikte beş tedavi seçeneği sunulmuştur:

- Aktif bir tedavi uygulanmaz, gömülü kanin diş yerinde bırakılır ve kist oluşumu için radyografik olarak takip edilir.
- Önleyici tedavi uygulanır.
- Ekstraksiyon.
- Gömülü kanin diş cerrahi olarak açığa çıkarılır ve ortodontik hizalama yapılır.
- Cerrahi yeniden konumlandırma yapılır (Counihan, Al-Awadhi & Butler, 2013).

Önleyici Tedavi

Başarılı bir önleyici tedavi için temel kriterler kaninin gömülü kalma derecesi ve hastanın yaşıdır. Maksiller süt kaninlerin zamanında çekimi ile daimi kaninlerin gömülü kalması önlenir (Jacobs, 1992). Gömülü kanin kronu kesici diş kökünün orta hattının distalindeyse ve hasta 11 yaşından daha küçükse, süt kanin dişlerin çekimi ile vakaların %91'inde daimi kanin dişinin sürme pozisyonunun düzelebileceği öne sürülmüştür. Ancak, daimi kanin kronu lateral kesici diş kökünün orta hattının mezialinde ise başarı oranı %64'e düşer (Ericson & Kurol, 1988).

Süt kanin köklerinin zamanında rezorbe olmaması, daimi kanin dişin normal sürmesi için potansiyel bir mekanik engel oluşturmaktadır. Genel olarak, gömülü maksiller kanin diş cerrahi olarak açığa çıkarıldıktan sonra, maksiller kanin diş ile lateral kesici diş arasındaki örtüşme derecesi lateral kökünün genişliğinin yarısını geçtiğinde tam olarak iyileşme olasılığı zayıftır (Power & Short, 1993).

Gömülü kanin dişin prognozunu etkileyebilecek diğer bir faktörler de kanin dişin angulasyonu ile çapraşıklık miktarıdır. Süt kanin dişler çekildikten sonra gömülü kanin dişin başarılı bir şekilde sürmesi horizontal angulasyon arttıkça azalır. Vertikal angulasyon %31'den fazlaysa, süt kanin dişin çekilmesinden sonra daimi kanin dişin sürme ihtimali çok zayıftır (Power & Short, 1993). Bunun dışında kanin dişin kasp tepesi lateral dişin kökü üzerinde daha meziale konumlandığında, lateral dişin kök rezorpsiyonunun arttığı tespit edilmiştir (Ericson & Kurol, 1988).

Gömülü Kanin Diş Ne Zaman Çekilmelidir?

Aşağıdaki durumlarda gömülü kanin diş çekilmesi uygun görülmektedir:

- Ankiloze ve transplante edilemiyorsa
- Eksternal veya internal kök rezorpsiyonu mevcutsa
- Kök ciddi şekilde dilasere ise
- Gömülülük derecesi şiddetliyse
- Mevcut oklüzyon kabul edilebilir ise
- Birinci premolar kanin pozisyonunda ve diğer dişlerle iyi hizalanmış ise
- Patolojik değişiklikler varsa
- Hasta ortodontik tedavi istemiyorsa (Bishara, 1992).

Gömülü Maksiller Kanin Sürdürmek İçin Değerlendirme Kriterleri

Gömülü kanin pozisyonu 4 açıdan değerlendirilmelidir. Prognostik faktörler, tedavi zorluğunu tahmin etmek için bu faktörlerin bir indekste kullanılmasını öneren McSherry (Mcsherry, 1996), Pitt ve ark. (Pitt, Hamdan & Rock, 2006) tarafından araştırılmıştır.

1. Kanin kronunun bitişik lateralle yatay olarak örtüştüğü miktar: Kanin orta hatta ne kadar yakınsa prognoz o kadar kötüdür. Bitişik lateral dişin yatay olarak üst üste binmemesi iyi bir prognoza işaret eder, kök genişliğinin yarısına kadar üst üste binmesi ortalama bir prognoza işaret eder ve kökün tam olarak üst üste binmesi kötü bir prognoza işaret eder.



Şekil 2. 23 numaralı gömülü kanin diş kronu bitişik 22 numaralı lateral diş kökü ile tamamen yatay olarak örtüşmüştür, bu nedenle kötü prognoza sahiptir.

2. Kanin kronunun dikey yüksekliği: Kronun konumu ne kadar apikal ise dizilim için prognoz o kadar kötüdür. Mine-sement birleşimi seviyesinden lateral dişin kökünün yarısından daha azına kadar olan kısım iyi bir prognoza işaret eder; kökün yarısından fazlası, ancak tam uzunluktaki kök uzunluğundan daha azı ortalama prognozu gösterir ve kökün tam uzunluğunun üzerinde ise kötü prognoza sahip olacaktır.
3. Kaninlerin orta hatta angulasyonu: Kaninlerin orta hatta angulasyonu arttıkça prognoz azalır. 0–15° açılanma iyi bir prognoza, 16–30° açılanma ortalama prognoza ve 31° ve üzeri açılanma kötü prognoza işaret eder.
4. Kanin kök ucunun yatay düzlemdeki konumu: Kanin apeksi normal kanin pozisyonunun üzerindeyse prognoz iyi, apeks birinci premolar bölgenin üzerindeyse prognoz orta, ikinci premolar üzerinde ise prognoz kötüdür (Counihan, Al-Awadhi & Butler, 2013).

Bu kriterlere göre, gömülü kanin prognozu dört kategoride de iyiye, ortodontist tarafından süt kanin dişin çekilmesine karar verilebilir. Bunun sonucunda gömülü daimi kanin diş kendiliğinden spontan erüpsiyona uğrar. Eğer kanin dişi 12 ay içinde sponran erüpte olmazsa, ortodontik tedavi ile sürdürmeye çalışılmalıdır (Ericson & Kurol, 1988). Prognozun ortalama olduğu durumlarda, yani iki kategorinin iyi bir prognoz ve ikisinin ortalama bir prognoz önerdiği durumlarda, kesin tedaviye genel maloklüzyonun durumu, hasta yaşı ve kemik seviyesi gibi ilişkili faktörlere bağlı olarak karar verilmelidir. Bir veya daha fazla kriter kötü prognoz gösteriyorsa veya patolojik kanıtlar varsa, ortodontik tedavi şarttır ve süt kanin diş çekilmemelidir. Bu durumlarda, kesin tedavi kararı verilmeden önce tüm faktörler dikkatlice değerlendirilmelidir (Counihan, Al-Awadhi & Butler, 2013).

Labiyal Gömülü Kanin

Labiyal gömülü kanin görülme olasılığı, palatal gömülü kanin oranından daha azdır ve genellikle yetersiz ark uzunluğundan kaynaklanmaktadır (Kokich, 2004). Williams (Williams,

1981), 8 veya 9 yaşlarında maksiller süt kanin dişin çekişmesiyle labiyal veya intra-alveoler gömülü maksiller kaninin kendi kendine erüpsiyonunun gerçekleşeceğini ileri sürmüştür. Olive (Olive, 2002), rutin ortodontik mekaniklerle kanin kronu için boşluk açmanın, gömülü kanin dişinin spontan erüpsiyonuna izin verebileceğini belirtmiştir. Ancak bu yöntemlerin işe yaramadığı durumlarda ortodontistin hastayı labiyal gömülü kaninin cerrahi olarak açığa çıkarılması için yönlendirmesi gerekmektedir.



Şekil 3. Labiyal gömülü 13 numaralı dişe ait intraoral fotoğraf ve panoramik görüntü.

Labiyal olarak gömülü maksiller kanin dişini açığa çıkarmak için 3 cerrahi yöntem vardır: eksizyonel, apikale pozisyone flep ve kapalı sürme tekniği. Ortodontist hastayı cerrahiye yönlendirirken hangi cerrahi yöntemin kullanılacağını belirlemek için 4 kriter değerlendirilmelidir. İlk olarak, gömülü kanin kronunun labiolingual konumu değerlendirilmelidir. Diş labiyal olarak gömülüyse genellikle gömülü kaninin kasp tepesini kaplayan çok az kemik vardır, 3 teknikten herhangi biri kullanılabilir. Diş alveolün merkezinde gömülüyse, eksizyonel bir yaklaşım ve apikale pozisyone flep uygulamak genellikle daha zordur, çünkü kronun labiyal yüzeyinden fazla bir kemik miktarı kaldırmak gerekecektir (Becker, 1978), (Kokich, 2004).

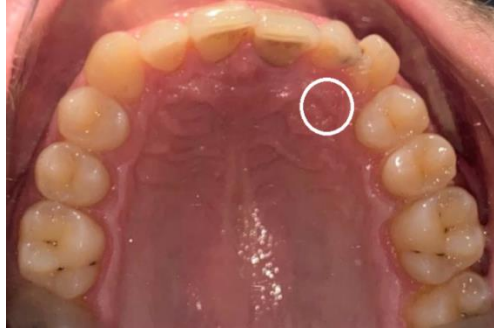
Değerlendirilecek ikinci kriter, dişin mukogingival bileşkeye göre vertikal pozisyonudur. Kanin kronunun çoğu mukogingival bileşkeye koronal olarak yerleştirilmişse, diş açığa çıkarmak için 3 teknikten herhangi biri kullanılabilir. Bununla birlikte, kanin kronu mukogingival bileşkenin apikaline konumlandırılmışsa eksizyonel teknik uygun olmayacaktır, çünkü diş sürdükten sonra labiyal yüzeyi üzerinde herhangi bir dişeti ile sonuçlanmayacaktır. Ek olarak, kron mukogingival bileşkeye önemli ölçüde apikale konumlandırılmışsa, apikale yerleştirilmiş bir flep de uygun olmayacaktır çünkü kronun instabilitesine ve ortodontik tedaviden sonra dişin olası yeniden intrüzyonuna neden olacaktır. İkinci durumda, kapalı bir sürme tekniği kron üzerinde yeterli dişeti sağlar ve uzun vadede dişin yeniden intrüzyonuna neden olmaz (Kokich, 2004).

Değerlendirilmesi gereken üçüncü kriter, gömük kanin bölgesindeki dişeti miktarıdır. Kanin bölgesinde yetersiz dişeti varsa, apikale pozisyone flep uygulanmalıdır. Ancak, sürdükten sonra kanin kronu üzerinde en az 2-3 mm yapışık dişeti sağlamaya yeterli diş eti varsa, 3 teknikten herhangi biri kullanılabilir. Değerlendirilecek dördüncü ve son kriter, kanin kronunun meziodistal pozisyonudur. Kron mezialde ve lateral kesici dişin kökü üzerinde konumlandırılmışsa, apikal pozisyone flep ile tamamen açığa çıkmadıkça diş alveolden hareket ettirmek zor olabilir. Bu son durumda genellikle kapalı erüpsiyon veya eksizyonel açma tavsiye edilmez (Kokich, 2004).

Palatal Gömülü Kanin

Ortodontislerin klinikte en yaygın karşılaştığı gömülü türü palatal gömülü kanindir (Johnston, 1969). Eğer daimi gömülü kanin, bitişik lateral diş kökünün mesial orta hattını geçmişse spontan erüpte olması mümkün değildir. Palatal olarak gömülü bir kanin dişini ortaya çıkarmak, maksiller dişlerin ilk 6-9 aylık ortodontik hizalanmasından sonra gerçekleşir.

Gömülü dişin kronu için yer açılır ve kronu ortaya çıkarmak için hasta bir cerraha yönlendirilir. Cerrahi işlemden hemen sonra ortodontik kuvvet uygulanarak gömülü kanin dişin hazırlanan boşluğa doğru sürdürülmesine başlanır. Eğer uygulanan kuvvete rağmen diş düzgün bir şekilde sürmüyorsa; ortodontist dişin hareket etmediğini ve belki de ankiloz olabileceğini düşünebilir. Ancak, ankiloz maksiller kanin insidansı düşüktür (Kokich, 2004). Bu durumun gelişmesinin başlıca nedenlerinden biri, cerrahi kemik kaldırma sırasında gömülü kanin diş üzerindeki kemiğin yeteri miktarda kaldırılmış olmamasıdır. Bu meydana gelirse, kron üzerindeki kemiği verimli bir şekilde rezorbe edemez. Woloshyn ve ark. (Woloshyn & ark., 1994), bu şekilde açığa çıkarılan ve daha sonra lateral kesici diş köklerinin lingual yüzeyi boyunca dental ark içine erüpte olan palatal gömülü kanin diş sahibi 32 hastayı incelemişler sonucunda, lateral kesici dişin distal yüzeyindeki ve kanin dişinin mesial yüzeyindeki kemik seviyelerinin, kontralateral gömülü olmayan kontrol dişlerine kıyasla daha apikal olarak konumlandığını tespit etmişlerdir.



Şekil 4. 23 numaralı kanin dişi palatal gömülü olan hastanın intraoral ve panoramik görüntüsü.

Kokich ve Mathews (Kokich & Mathews, 2001), palatal olarak gömülü kanin dişlerini ortaya çıkarmak için daha erken zamanlama ile alternatif bir teknik önermektedir. Bazı durumlarda, bu dişler geç karışık dişlenme sırasında ortaya çıkar. Bu durumlarda, gömülü kanin bölgesinde tam kalınlıkta bir mukoperiosteal flep kaldırılır. Kron üzerindeki tüm kemik mine-ment birleşim yerine kadar çıkarılır. Yaklaşık 6 ila 8 ayda kanin dişleri genellikle oklüzal düzlem seviyesine kadar sürmüş olur. Bu noktada, diş üzerine bir braket yerleştirilebilir ve kron kademeli olarak diş arkına çevrilirken kök kemiğin içinden hareket ettirilebilir. Schmidt (Schmidt & Kokich, 2007) tarafından yapılan bir araştırma, bu teknikle yalnızca kanin ve lateral diş üzerindeki kemik seviyelerinin ve bağlantı düzeylerinin iyileşmediğini, aynı zamanda lateral dişlerde çok az veya hiç kök rezorpsiyonu meydana gelmediğini göstermiştir.

Ek olarak, ortodontik tedaviden sonra, daha önce hangi kanin dişinin gömülü olduğunu belirlemek zordur, çünkü gömülü diş üzerindeki diş eti dokusu, karşı taraftaki gömülü olmayan kanin dişinkiyle eşleşir. Karışık dişlenme sırasında palatal olarak gömülü kanin dişlerinin erken ortaya çıkarılması uygun görünmektedir, böylece kron oklüzal düzlem seviyesine gelene kadar ortodontik müdahale olmaksızın otonom olarak sürebilirler. O zaman, diş arkına daha verimli bir şekilde hareket ettirilebilir. Palatal olarak gömülü kanin dişlerinin bu şekilde tedavi edilmesiyle, hasta için toplam tedavi süresi kısalmış, ayrıca periodontal ve estetik sonuçlar açısından palatal olarak gömülü kanin dişlerini açığa çıkarmak için önceki yöntemlere kıyasla üstündür (Kokich & Mathews, 2001).

Becker-Chaushu (Becker & Chaushu, 2015) ve Becker ve ark. (Becker & ark., 2016) tarafından yapılan iki farklı çalışmaya göre, cerrahi tutulumun zamanlaması iki açıdan tartışılmıştır. Öncelikle, “önce cerrahi” yaklaşımının çeşitli hedeflere ulaşmak için faydalı olduğu açıklanmıştır. Böylelikle spontan sürmeyi hedefleyebilir, gecikmeyi en aza indirerek ortodontik tedaviyi basitleştirebilir, fiziksel engellerde sürümere dişin veya odontomun

çıkarılmasını ve son olarak daha sonra ataşman yerleştirilmesi ve uygulama için diş ulaşılmasını sağlayabiliriz (Becker & Chaushu, 2015). Başka bir çalışmada bahsedildiği gibi, standart prosedürün ilkeleri, ilk hedef olarak dişlerin ortodontik hizalanması, ardından gömük diş arka barındırarak boşluk yaratılmasıdır (Becker & ark., 2016). Bitişik dişlerin intrüzyonu, dental arkın daralması veya okluzal düzlemde değişiklik gibi traksiyonun olumsuz etkilerinden kaçınmak için dikdörtgen bir paslanmaz çelik tel yerleştirilinceye kadar hizalama izlenmelidir (Suri, Utreja & Rattan, 2002). Daha sonra konsolidasyon ile tüm dişlerden ankraj elde etmek ve tüm braketlere tam kalınlıkta pasif ark teli yerleştirerek o çenedeki dişleri stabilize etmek olacaktır. Bu ankraj ünitesi ayrıca gerekirse intermaksiller elastik kuvvetler, ekstraoral kuvvetler ve geçici ankraj cihazları (TAD'lar) gibi diğer elemanlarla desteklenebilir. Ardından dişin açığa çıkarılması için cerrahi yaklaşıma geçilir (Becker & ark., 2016).

Tek tedavi seçeneği olarak cerrahiye güvenmenin klinik olarak makul olmayacağı durumlar vardır. Bu koşullar, doğal sürmeyi engelleyebilecek arka yetersiz alan, düşük spontan sürme şansı, kökün periodonsiyumunda veya sement tabakasında olası geri dönüşümsüz hasar, ortodontik traksiyonun hemen uygulanmasının imkansız olması, bitişik laterallerde rezorpsiyon belirtileri ve dişin çok derinden gömülü olmasıdır (Becker & ark., 2016), (Becker, Abramovitz & Chaushu, 2013).

Cerrahi Yaklaşımlar

Gömülü kanin cerrahisi için seçilen yöntem kaninin kemik içerisindeki seviyesine ve yer değiştirmesine bağlı olarak değişmektedir (Spuntarelli, 2015). Huang ve ark. (Huang, Lin & Hung, 2016) göre kesin yöntem kararının, gömülü dişin mukogingival bileşkeye (MGJ) göre dikey konumu ve kanin kuronunun meziodistal konumuna bağlı verildiğini belirtmişlerdir. Yetersiz diş eti varsa keratinize doku genişliğini artırmak için apikale pozisyone bir flep daha öngörülebilir. Bir hastada oldukça gömülü bir kanin diş varsa ve kuron ucu meziodistal olarak uygun şekilde hizalanmışsa, kapalı bir sürme tekniği düşünülebilir. Bir maksiller kanin yüksek derecede gömülü olduğunda ve kronu labiale doğru çıkıntı yaptığında veya tüberkül ucu mesiale yer değiştirdiğinde, önce açığa çıkarmanın ve daha sonraki bir aşamada mukogingival cerrahinin gerçekleştirildiği iki aşamalı yaklaşımlar gösterilebilir (Huang, Lin & Hung, 2016). Uygulanabilecek cerrahi yöntemler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

Açık cerrahi yöntem: Üstteki mukoza ve alveolar kemiğin cerrahi olarak açığa çıkarılması olarak tanımlanır (Kaczor-Urbanowicz, Zadurska & Czochrowska, 2016). MGJ'ye koronal kuron ve yeterli keratinize diş eti durumlarında, basit bir eksizyon prosedürü yeterli olacaktır (Huang, Lin & Hung, 2016). Bu yöntem, farklı durumlar için üç başka varyanta ayrılabilir: (1) pencere tekniği, (2) tam kalınlık flep yöntemi ve (3) apikale pozisyone flep tekniği (Izadikhah, 2020).

- **Pencere tekniği:** Genellikle yüzeysel olarak yerleştirilen ve yapışık diş eti seviyesinin üzerinde elle hissedilen, sadece ince ve hareketli bir oral mukoza ile kaplanan gömülü bir kanin dişini açığa çıkarmanın en basit uygulama yöntemidir. Labiyal gömülü kanin dişlerini yarım ay şeklinde açılarak ortaya çıkarılacaktır. Ancak, palatal olarak gömülü kanin dişlerde; kalın mukoza, kemik ve folikül nedeniyle yüzeyin 5-7 mm altındadırlar, bu da ataşmanların daha riskli bağlanma süreciyle dairesel bir alanın daha derin ve daha zorlu bir cerrahi olarak çıkarılmasını gerektirir. Granüle dokunun büyümesini önlemek ve ağrıyı kontrol altına almak için iyileşme plakasının kullanılması önerilir (Becker & Chaushu, 2015), (Izadikhah, 2020).
- **Flep prosedürleri:** Palatal gömülü dişler için flep işlemleri tam kalınlık flep şeklinde olabilir. Yapışık mukoza dairesel bir kısmı eksize edilirken, dişin maksimum açığa çıkarılması ve flebin eski yerine dikilmesiyle yapılır (Parkin, 2013). Başka bir

flep yöntemi de, labial gömülü kanin dişleri için apikale pozisyone fleptir. Bu yöntem, kanin dişinin MGJ seviyesinin üzerinde yer alması ve arktaki normal pozisyonun mesial veya distalinde yer değiştirmemesi durumunda endikedir (Becker & Chaushu, 2015). Bu teknik keratinize dokuyu koruyabilse de, derinden gömülü vakalarda uygulanamaz (Huang, Lin & Hung, 2016). Ancak gömülü dişin konumu MGJ'nin üzerindeyse, bu teknik, yeniden konumlandırılan diş etinde diş hareketi nedeniyle oluşan gerilmeler nedeniyle ortodontik tedaviden sonra kron instabilitesine ve dişin yeniden intrüzyonuna ve bu da işlemten sonra nüksetmeye neden olabilir (Lee, 2019).

Kapalı cerrahi yöntem: Daha az agresif bir yöntem olan kapalı cerrahi yöntemi, kronu açığa çıkaracak ve diş hareketine izin verecek kadar kemiğin kaldırılması, bir ataşmanın yapıştırılması, flebin yeniden dikilmesi ve zincirin dişeti içinden çıkmasının izin verilmesi olarak özetlenebilir (Kokich, 2004). Kapalı cerrahiler, derin gömük vakalarda endikedir ve ayrıca normal konumundan mesial veya distale sapsmış labiyal gömülü vakalarda söz konusudur (Becker & Chaushu, 2015), (Becker & ark., 2016). Kapalı sürme tekniği daha az vertikal relaps ve daha az dişeti skarı nedeniyle daha estetik sonuçlar gösterir. Ancak bu yöntemde diş daha az görünür olduğundan, ortodontik kuvvet traksiyon sırasında kontrol edilemez (Huang, Lin & Hung, 2016). Becker ve Chaushu'ya göre (Becker & Chaushu, 2015), folikülün bir ataşmana bağlanabileceği derecede yeteri kadar açılması ve foliküler dokunun geri kalanının sağlam bırakılmasıyla minimum düzeyde kemik kaldırımı yapılabilir. Ya da daha şiddetli bir girişimde, diş kaplayan tüm folikülün tamamen enükleasyonu yoluyla açığa çıkarma sağlanabilir (Becker & Chaushu, 2015).

Tünel tekniği: Bu yöntem, uzun ve estetik olmayan bir kuron ile labiyal tarafta azaltılmış kemik desteği ile sürmüş bir dişin önlenmesi için kapalı cerrahinin bir modifikasyonu olarak kabul edilmektedir. Gömülü daimi kanin dişin, süt kanin dişin çekim soketinden aşağı doğru çekilmesi olarak da tanımlanabilir (Becker & Chaushu, 2015), (Becker & ark., 2016).

Kortikotomi destekli açığa çıkarma: 51 adet palatal gömülü kanin diş üzerinde uygulanan bir çalışmada bu yöntemin, kapalı cerrahi yöntemle kıyasla diş hareket hızında 2 ila 4 kat artış sağlayacağını bulmuşlardır. Gömülü köpek kronundan son ark teli konumuna bir yol sağlamak için bitişik dişler arasında ostektomi yapılmasını içerir, ancak interproksimal olarak yaklaşık 1,5 mm kemik bırakılması gerekmektedir. Ayrıca gömülü dişin kök çıkıntısı üzerinden hareket yönüne doğru penetrasyonlar yapılmalıdır (Ferguson & ark., 2019), (Viwattanatipa & Charnchairerk, 2018).

Periodontal sağlık açısından açık ve kapalı cerrahi yöntemlerin; tedaviden sonra palatal gömülü kanin dişlerinin prognozu üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Lee, 2019). Sonuçları Sampaziotis ve ark. (Sampaziotis & ark., 2018), kapalı cerrahi yaklaşımlarda biraz daha hızlı iyileşme ile postoperatif ağrı miktarında azalma tespit etmişlerdir. Cassina ve ark., (Cassina, Papageorgiou & Eliades, 2018) açık cerrahi yaklaşımın, başlangıç hizalama süresinin kısalması ve ankiloz riskinin azalması açısından kapalı tekniğe göre daha iyi sonuç sunduğu bulunmuştur. Ancak genel olarak estetik açıdan bakıldığında, açık ve kapalı cerrahi yöntemler arasında fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Parkin, 2013).

Ortodontik Kuvvet Uygulanması

Gömülü kanin dişlerin ortodontik traksiyonu sırasında hareketli ve sabit mekaniklerden yararlanır. Çoğu durumda hareketli apareylere göre sabit mekaniklerin kullanımı daha avantajlıdır. Bunun nedeni hareketli apareylerin hasta kooperasyonu ihtiyacı, sınırlı diş hareketi kontrolü ve karmaşık maloklüzyonların tedavi edilememesi gibi bazı dezavantajlarının olmasıdır (Bishara, 1992). McDonald ve ark. (McDonald & Yap, 1986) ve Fournier ve ark.

(Fournier, Turcotte & Bernard, 1982) kanin dişi sürdürmek için Hawley tipi apareylerin kullanımını tasarlamışlardır. Bu tür apareyler, sabit apareylerin kullanılması önerilmediğinde birden fazla dişi eksik olan hastalarda yararlı olabilir (Bishara, 1992).

Sajnani (Sajnani & King, 2011) tarafından, gömülü kanin dişinin maksiller arkta ortodontik olarak hizalanmasının ardından üç aşama izlenmesi gerektiği belirtilmiştir. İlk aşama, yeterli alan yaratılması gerekliliğidir. Burada unutulmaması gereken önemli bir nokta, eğer boşluk oluşturmak için bir seçenek olarak premolar çekimi tercih edilmişse, bu işlem gömülü kanin hareketliliği sağlandıktan sonra yapılmalıdır, aksi takdirde gömülü kanin ankilozise ise çekim için endikedir (Bedoya & Park 2009). İkinci aşama, arka doğru hareketlerin yönü ile ilgilidir. Genel olarak krunun hareketi sonucu, arktaki ideal konumu bukkal ve oklüzal yönde olmalıdır (Sajnani & King, 2011). Ancak, kanin dişi kesici dişlerin yakın çevresindeyse, bukkal olarak yönlendirilen bir kuvvet hasara neden olabilir ve hiçbir hareket olmaz. Bu nedenle, öncelikle bir oklüzal ve posterior yön ve ardından bukkal olarak istenen konuma hareket ettirilmesi gerekir (Bedoya & Park 2009). Son aşama açılardırma, apikal ve dikey konum ve rotasyon ile ilgilidir. Bukkal olarak yerleştirilmiş bir kanin, bitişik kök yapılarını korumak için distale daha fazla odaklanarak önemli miktarda hem distal hem de oklüzal hareketler gerektirebilir. Apeksin distal yönde hareket ettirilmesi klinik olarak kabul edilebilir bir angulasyon sağlayabilir (Sajnani & King, 2011). Açılanmalar ve devrilme açısından apeks bukkolingual düzlemde ark hattında ve meziodistal düzlemde ise dişin kronu sadece nispeten basit bir biyomekanik hareket olan arktaki yerine yatırılması gerekir (Becker & Chaushu, 2015).

Ortodontik traksiyon için geçmişten günümüze kullanılan sabit ataşmanlar ise; lasso teller, vidalanan pinler, ortodontik bantlar, magnetler, braketler, ballista spring, gold chainler, cleatler, butonlardır (Şahinoğlu & Özçırpıcı, 2014). Aralarından en sık kullanılanlar butonlardır, çünkü yerleştirilmeleri için geniş alana ihtiyaçları olmadığından fazla kemik kaldırılmasını gerektirmezler. Lasso teller; eksternal kök rezorpsiyonu, marjinal kemik kaybı, ankilozlara neden olmakta, magnetlerin de dokuda kullanılmaları sonucunda korozyon meydana gelebildiğinden dolayı artık günümüzde çok tercih edilmemektedirler (Becker, 1998). Bir başka teknik, genellikle yuvarlak 0,014 inç tel ile yapılan Ballista springtir. Bu yöntemin, seviyeleme ve hizalama aşamasından önce ve sırasında kullanılabilmesi bahsedilen diğer sabit mekaniklere göre avantaj sağlamaktadır (Raghav & ark., 2017).



Şekil 5. A: 13 numaralı gömülü kanin dişe gold chain uygulanmıştır, arktaki open coil aracılığı ile kanin için yer kazanılmaya çalışılarak paslanmaz çelik köşeli ark teline doğru kuvvet uygulanacaktır. B: Gold chain uygulandıktan sonra ortodontik traksiyon yapılan 23 numaralı gömülü kanin dişin panoramik görüntüsü.

Kantilever kullanılarak uygulanan traksiyon tekniği ise segmental ark tekniğidir. Segmental ark tekniği, 1962'de Charles Burstone tarafından tasarlanan aktif ünite olan dişlerin konsolidasyonu için dental ark segmentasyonundan ve bir pasif üniteden meydana gelmektedir. Kantilever traksiyon için kullanılan titanyum ve molibden alaşımli bir telden yapılmıştır (Nakandakari & ark., 2016). Bunların dışında günümüzde gömülü diş traksiyonu için mini-

vidalar ve mini-plaklar da kullanılmaktadır. Bu mekaniklere geçici ankraj cihazları (TAD'lar) da denmektedir. Yukarıda bahsedilen geleneksel traksiyon yöntemleri, kesici diş apeksinin gömülü kanin dişinin rezorptif folikülüne daha yakınlaşmasına neden olması nedeniyle bitişik lateralleri rezorpsiyon riskine sokabilir (Heravi & ark., 2016).

Geçici ankraj cihazları, gömülü dişin daha kontrollü hareket etmesine izin verir ve güvenilir bir iskeletsel ankraj olarak yer değiştirmeden önce kök rezorpsiyonlarının önlenmesinde önemlidir.46 Bu yöntemin ana avantajı, kanin diş impakte olana kadar maksiller arkın braketlenebilmesi ve ankilozun ekarte edilebilmesidir. Bununla birlikte, yumuşak doku tahrişi, plak birikimi ve daha fazla dişeti iltihabı için potansiyel bir yer gibi yan etkileri de vardır (Heravi & ark., 2016), (Kocsis & ark., 2010).

Cerrahi Yeniden Konumlandırma (Ototransplantasyon)

Bir bireydeki bir dişin cerrahi olarak çıkarılması ve aynı bireyin arkında istenilen başka bir yere yerleştirilmesi olarak tanımlanır. Ototransplantasyon rutin olarak yapılmamakla birlikte, daha önce bahsedilen yöntemlerin başarısızlığı veya pratik olmaması durumunda alternatif bir tedavi yöntemi olabilir (Husain & ark., 2012). Bu yöntem, oklüzal düzleme göre 45°'den daha büyük bir angulasyon veya yüksek konumda gömülü olduğunda endikedir (Grisar & ark., 2018). Transplante edilen dişlerin fonksiyonel adaptasyon, alveoler kretin korunması, propriyoseptif fonksiyonunun ve normal periodontal desteğini geri kazanılması gibi avantajları mevcuttur (Kokai & ark., 2015).

Orijinal diş yerinden çıkarıldıktan sonra; dikiş atma, ortodontik retainer, plastik splint ve metal splint gibi fiksasyon yöntemleri vardır ve fiksasyonun 2 hafta ile 6 ay arasında sürebileceği belirtilmektedir (Grisar & ark., 2018). Apikal foramen çapına ve kapanma durumuna bağlı olarak, ototransplante kaninlerde endodontik tedavi gerekli olabilir. Açık apeksli transplante edilen dişlerde, dişin revaskülarizasyon kabiliyeti nedeniyle gözlem yapılması tavsiye edilmektedir (Grisar & ark., 2018). Bununla birlikte, açık apeksli dişlerin, kapalı apekslere göre daha yüksek başarı oranına sahip olduğu bildirilmiştir (Grisar & ark., 2018), (Machado & ark., 2016). Transplante edilecek vakalarda ortodontist, cerrahları, periodontistleri ve prostodontistleri bir araya getiren multidisipliner bir yaklaşımla tedaviyi gerçekleştirmelidir. Hasta her zaman prosedürün potansiyel riskleri ve komplikasyonları hakkında bilgilendirilmelidir (Cruz, 2019).

Sonuç

Gömülü kanin dişler sürdürüldükten sonra nüks ihtimalini en aza indirmek için tedavi sonrası retansiyona çok dikkat edilmelidir. Retansiyon için sabit retainer kesinlikle yapılmalıdır, gerekirse rotasyonel nüksü engellemek için debonding yapılmadan önce fiberotomi yapılması düşünülmelidir.

Kanin dişler dental ark içerisinde fonksiyonel ve estetik açıdan çok önemli bir pozisyonlardır. Bu nedenle gömülü kanin dişlerin sürdürülmesi için ortodontistler en uygun tedavi yöntemini belirleyip uygulamaya geçmelidirler. Bu koşulda tedaviye başlama zamanı çok önemlidir. Süt kanin dişlerin zamanında çekilmesiyle uygulanacak önleyici tedavilerle daimi kaninin gömülü kalması önlenbilir. Gereken durumlarda en uygun cerrahi yöntem belirlenerek ortodonti ve cerrahi iş birliğiyle tedavi etmek mümkündür. Kanin diş traksiyon uygulanırken komşu dişlere zarar verilmemesine ve uygun miktarda kuvvet uygulanmasına dikkat edilmelidir. Tedavi sırasında düzenli aralıklarda panoramik röntgen alınmalıdır, komşu dişlerde rezorpsiyon ya da kanin dişte ankiloz tespit edilirse gömülü kanin dişin çekilmesi gerekir. Bu nedenlerle, diş hekimlerinin kontroller sırasında erken teşhis koymaları ve ortodontik tedavi için yönlendirmeleri büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Baccetti T. (1998). A controlled study of associated dental anomalies. *Angle Orthod*, 68(3):267-74. doi: 10.1043/0003-3219(1998)068<0267:ACSOAD>2.3.CO;2

Becker A. & Chaushu S. (2015). Surgical treatment of impacted canines. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 27(3):449–458. doi: 10.1016/j.coms.2015.04.007

Becker A. (1978). The median diastema. *Dent Clin North Am*, 22(4):685-710. PMID: 359378

Becker A. (1998). Treatment strategy. *The orthodontic treatment of impacted teeth*. 1st ed. London: Martin Dunitz, p.44-50.

Becker A. (2007). *The orthodontic treatment of impacted teeth*. 2nd ed. Abingdon, Oxon, England: Informa Healthcare, 1-228. doi.org/10.3109/9780203641149

Becker A., Abramovitz I. & Chaushu S. (2013). Failure of treatment of impacted canines associated with invasive cervical root resorption. *Angle Orthod*, 83(5):870–876. doi: 10.2319/090812-716.1

Becker A., Zogakis I., Luchian I. & et al. (2016). Surgical exposure of impacted canines: open or closed surgery? *Semin Orthod*, 22(1):27–33. doi: 10.1053/j.sodo.2015.10.005

Bedoya M.M. & Park J.H. (2009). A review of the diagnosis and management of impacted maxillary canines. *J Am Dent Assoc*, 140(12):1485-93. doi: 10.14219/jada.archive.2009.0099

Bedoya M.M. & Park J.H. A review of the diagnosis and management of impacted maxillary canines. *J Am Dent Assoc*, 140(12):1485–1493. doi: 10.14219/jada.archive.2009.0099

Bishara S.E. (1992). Impacted maxillary canines: a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 101(2):159-171. doi: 10.1016/0889-5406(92)70008-X

Cassina C., Papageorgiou S.N. & Eliades T. (2018). Open versus closed surgical exposure for permanent impacted canines: a systematic review and meta-analyses. *Eur J Orthod*, 40(1):1–10. doi: 10.1093/ejo/cjx047

Counihan K., Al-Awadhi E.A. & Butler J. (2013). Guidelines for the assessment of the impacted maxillary canine. *Dent Update*, 40(9):770-2, 775-7. doi: 10.12968/denu.2013.40.9.770

Cruz R.M. (2019). Orthodontic traction of impacted canines: Concepts and clinical application. *Dental Press J Orthod*, 24(1):74-87, doi: 10.1590/2177-6709.24.1.074-087.bbo

Dachi S.F. & Howell F.V. (1961). A survey of 3,874 routine full mouth radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Path*, 14:1165-9. doi: 10.1016/0030-4220(61)90204-3

Elefteriadis J.N. & Athanasiou A.E. (1996). Evaluation of impacted canines by means of computerized tomography. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 11(3):257-264. PMID: 9456629

Ericson S. & Kurol J. (1988). Resorption of maxillary lateral incisors caused by ectopic eruption of the canines: a clinical and radiographic analysis of predisposing factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 94(6):503-513. doi: 10.1016/0889-5406(88)90008-x

Ferguson D.J., Al Rossais D., Wilcko M.T., Makki L. & Stapelberg R. (2019). Forced-eruption time for palatally impacted canines treated with and without ostectomydecortication technique. *Angle Orthod*, 89(5):697–704. doi: 10.2319/111418-809.1

Fournier A., Turcotte J.Y. & Bernard C. (1982). Orthodontic considerations in the treatment of maxillary impacted canines. *Am J Orthod*, 81(3):236-9. doi: 10.1016/0002-9416(82)90056-2

Grisar K., Chaabouni D., Romero L.P.G., Vandendriessche T., Politis C. & Jacobs R. (2018). Autogenous transalveolar transplantation of maxillary canines: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*, 40(6):608–616. doi: 10.1093/ejo/ c jy026

Heravi F., Shafae H., Forouzanfar A., Zarch S.H. & Merati M., The effect of canine disimpaction performed with temporary anchorage devices (TADs) before comprehensive orthodontic treatment to avoid root resorption of adjacent teeth. *Dental Press J Orthod*, 21(2):65–72. doi: 10.1590/2177-6709.21.2.065-072.oar

Huang Y-S, Lin Y-C, Hung C-Y & Lai Y-L. (2016). Surgical considerations and management of bilateral labially impacted canines. *J Dent Sci*, 11(2):202–206. doi: 10.1016/j.jds.2013.02.027

Husain J., Burden D., McSherry P., Morris D. & Allen M. (2012). National clinical guidelines for management of the palatally ectopic maxillary canine. *Br Dent J*, 213(4):171–176. doi: 10.1038/sj.bdj.2012.726

Izadikhah I., Cao D., Zhao Z. & Yan B. (2020). Different management approaches in impacted maxillary canines: an overview on current trends and literature. *J Contemp Dent Pract*, 21(3):326-336.

Jacobs S.G. (1992). Reducing the incidence of palatally impacted maxillary canines by extraction of deciduous canines: a useful preventive/interceptive orthodontic procedure: case reports. *Aust Dent J*, 37(1):6-11. doi: 10.1111/j.1834-7819.1992.tb00826.x

Jacoby H. (1983). The etiology of maxillary canine impactions. *Am J Orthod*, 84(2):125-32. doi: 10.1016/0002-9416(83)90176-8

Johnston W.D. (1969). Treatment of palatally impacted canine teeth. *Am J Orthod*, 56(6):589-96. doi: 10.1016/0002-9416(69)90194-8

Kaczor-Urbanowicz K., Zadurska M. & Czochrowska E. (2016). Impacted teeth: an interdisciplinary perspective. *Adv Clin Exp Med*, 25(3): 575–585. doi: 10.17219/acem/37451

Kocsis A., Seres L., Kocsis-Savanya G. & et al. Skeletal anchorage: use of miniscrews for impacted maxillary canine management. *Fogorv Sz*, 103(1):3–9.

Kokai S., Kanno Z., Koike S., Uesugi S., Takahashi Y., Ono T. & Soma K. (2015). Retrospective study of 100 autotransplanted teeth with complete root formation and subsequent orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 148(6):982–989. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.06.018

Kokich V.G. & Mathews D.A. (2001). Impacted teeth: surgical and orthodontic considerations. In: JA McNamara Jr, editor. *Orthodontics and dentofacial orthopedics*. Ann Arbor (Mich): NeedhamPress.

Kokich V.G. (2004). Surgical and orthodontic management of impacted maxillary canines, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 126(3):278-83. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.06.009

Lee J.Y, Choi Y.J., Choi S-H., Chung C.J., Yu H-S. & Kim K-H. (2019). Labially impacted maxillary canines after the closed eruption technique and orthodontic traction: a split-mouth comparison of periodontal recession. *J Periodontol*, 90(1):35–43. doi: 10.1002/JPER.18-0034

- Machado L.A., do Nascimento R.R., Ferreira D.M.T.P., Mattos C.T. & Vilella O.V. (2016). Long-term prognosis of tooth autotransplantation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 45(5):610–617. doi:10.1016/j.ijom.2015.11.010
- McDonald F. & Yap W.L. (1986). The surgical exposure and application of direct traction of unerupted teeth. *Am J Orthod*, 89(4):331-40. doi: 10.1016/0002-9416(86)90056-4
- McSherry P. (1996). The assessment of and treatment options for the buried maxillary canine. *Dent Update*, 23(1): 7–10. PMID: 8948215
- Nakandakari C., Gonçalves J.R., Cassano D.S., Raveli T.B., Bianchi J. & Raveli D.B. (2016). Orthodontic traction of impacted canine using cantilever. *Case Rep Dent*, 2016:4386464. doi: 10.1155/2016/4386464
- Olive R.J. (2002). Orthodontic treatment of palatally impacted maxillary canines. *Aust Orthod J*, 18:64-70. PMID: 12462682
- Parkin N.A., Milner R.S., Deery C., Tinsley D., Smith A-M., Germain P., Freeman J.V., Bell S.J. & Benson P.E. (2013). Periodontal health of palatally displaced canines treated with open or closed surgical technique: a multicenter, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 144(2):176–184. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.03.016
- Peck S, Peck L & Kataja M. (1994). The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin. *Angle Orthod*, 64(4):249-56. doi: 10.1043/0003-3219(1994)064<0249:WNID>2.0.CO;2
- Pitt S., Hamdan A. & Rock P. (2006). A treatment difficulty index for unerupted maxillary canines. *Eur J Orthod*, 28(2): 141–144. doi: 10.1093/ejo/cji068
- Power S.M. & Short M.B. (1993). An investigation into the response of palatally displaced canines to the removal of deciduous canines and an assessment of factors contributing to favorable eruption. *Br J Orthod*, 20(3):217-223. doi: 10.1179/bjo.20.3.215
- Raghav P., Singh K., Reddy C.M., Joshi D. & Jain S. (2017). Treatment of maxillary impacted canine using ballista spring and orthodontic wire traction. Marwah N, editor. *Int J Clin Pediatr Dent*, 10(3):313–317. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1457
- Sajnani A.K. & King N.M. (2011). Retrospective audit of management techniques for treating impacted maxillary canines in children and adolescents over a 27-year period. *J Oral Maxillofac Surg*, 69(10):2494–2499. doi: 10.1016/j.joms.2011.05.018
- Sampaziotis D., Tsolakis I.A., Bitsanis E. & Tsolakis A.I. (2018). Open versus closed surgical exposure of palatally impacted maxillary canines: comparison of the different treatment outcomes—a systematic review. *Eur J Orthod*, 40(1):11–22. doi: 10.1093/ejo/cjw077
- Schmidt A.D. & Kokich V.G. (2007). Periodontal reaction to early uncovering, autonomous eruption, and orthodontic alignment of palatally impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131(4):449-55. doi:10.1016/j.ajodo.2006.04.028
- Shafer W.G., Hine M.K. & Levy B.M. (1963). *A textbook of oral pathology*, 2nd Edition, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 217.
- Spuntarelli M. (2015). Combined orthodontic-surgical approach in the treatment of impacted maxillary canines: three clinical cases. *Oral Implantol* 2015;8(2–3):63–67. doi: 10.11138/orl/2015.8.2.063

Suri S., Utreja A. & Rattan V. (2002). Orthodontic treatment of bilaterally impacted maxillary canines in an adult. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 122(4):429–437. doi: 10.1067/mod.2002.126406

Şahinoğlu Z. & Özçırpıcı A. (2014). Gömülü dişlerin tedavi yaklaşımları. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*, 20(3):182-90.

Viwattanatipa N. & Charnchairerk S. (2018). The effectiveness of corticotomy and piezocision on canine retraction: a systematic review. *Korean J Orthod*, 48(3):200–211. doi: 10.4041/kjod.2018.48.3.200

Williams B. H. (1981). Diagnosis and prevention of maxillary cuspid impaction. *Angle Orthod*, 51(1):30-40. doi: 10.1043/0003-3219(1981)051<0030:DAPOMC>2.0.CO;2

Woloshyn H., Artun J., Kennedy D.B. & Joondeph D.R. (1994). Pulpal and periodontal reactions to orthodontic alignment of palatally impacted canines. *Angle Orthod*, 64(4):257-64. doi: 10.1043/0003-3219(1994)064<0257:PAPRTO>2.0.CO;2

Ortodontik Tedavilerde Şeffaf Plaklar

Çağla UYGUR GÜLDEREN

Giriş

Son zamanlarda ortodontik tedavi isteğinde bulunan yetişkinlerdeki artışla birlikte, geleneksel sabit apareylerden daha estetik ve daha konforlu olan apareylere olan talep artmıştır. Sabit aparey sistemlerinde olduğu gibi, şeffaf plak terimi de farklı etki metotları, yapım yöntemleri ve çeşitli maloklüzyon tedavilerine uygulanabilirliği ile geniş bir uygulama yelpazesini kapsar (Rossini & ark., 2015).

Günümüzde çapraşıklık ve maloklüzyonların tedavisi için şeffaf plaklardan yararlanmak popüler ve yaygın bir seçenek olsa da bu tedavi seçeneği ortodonti camiasında yeni bir kavram değildir (Momtaz, 2016). Dişleri sabit aparey ve teller olmadan hareket ettirme düşüncesi ilk olarak Kesling tarafından öne sürülmüştür. Kesling'in bu amaçtan yola çıkarak dizayn ettiği apareyde diş hareketi kontrolü zordu ve sadece basit tipping hareketi elde edilebiliyordu. Kesling bu apareyin minör hareketler ve retansiyon dışında daha kompleks hareketler elde edilebilmesi için daha fazla ve sıralı şekilde üretilmesi gerektiğini belirtmiştir. (Kesling, 1945). Şeffaf plak tedavisi, Sheridan'ın daha karmaşık ve ardışık diş hareketleri elde etmek için "Essix" materyalini kullanmasıyla ilerleme göstermiştir. Sheridan, şeffaf plakları dişler arası aşındırma ile harmanlayan bir tedavi yöntemi tanımlamıştır (Sheridan, 1993). Bu metotta dişleri alçı modelden çıkarıp mum içerisinde tekrar konumlandırmak yerine, planlanan hareket yönüne mumla bir block-out yapılarak mesafe yaratılmaktadır (Momtaz, 2016). Fakat kişiye özel üretilen bu plaklarla minör diş hareketi elde etmek, her hareket için yeni bir ölçü alınmasını gerektirmekteydi. Bu yüzden klinik ve klinik dışı zamanın artmasına sebebiyet vermektedir. Bu süreç, klinik ve laboratuvar zamanının artmasına neden olmaktadır (Hennessy & Al-Awadhi, 2016). Şeffaf plaklar bahsedildiği gibi başlangıçta yalnızca diş pozisyonlarındaki küçük düzensizlikleri tedavi etmek için kullanılıyordu (T. M. Graber & Vanarsdall, 1994) Ancak şeffaf plak teknolojilerindeki gelişmeler, özellikle üç boyutlu planlama imkânı ve ataçmanların tedaviye eklenmesi, bu yöntemle tedavi edilen vakaların sayısını ve karmaşıklığını artırmıştır (T. M. Graber & Vanarsdall, 1994).

Şeffaf plakların çalışma prensibiyle sabit ortodontik tedavi arasında farklılıklar vardır. Sabit ortodontik tedavilerdeki çekme kuvvetinin aksine plaklar dişlerin tüm yüzeylerini kapsar ve itme kuvveti oluşturur. Bu itme kuvveti plaklar yenilendikçe tekrar aktive edilir. Şeffaf plaklarla hareket ettirilmesi planlanan dişin plaktaki pozisyonu ve ağız içindeki konumu arasında farklılık bulunmaktadır. Ağız içindeki ve plaktaki dişin konum farklılığı plakta deformasyona neden olur ve plak esnekliği sayesinde dişe itme kuvveti uygulayarak dişi hareket ettirir. Kullanılan bir dizi plak dişi aşama aşama planlanan konuma getirir. En fazla kuvvet plak ağza ilk yerleştirildiğinde uygulanır ve sıklıkla diş hareketleri ilk haftada meydana gelir. Diş hareketinin daha kontrollü olabilmesi için sıklıkla konvansiyonel ve optimize ataçmanlara gereksinim duyulur. Bu ataşmanlar diş üzerine eklenen kompozit yüzeylerdir. Özellikle ekstrüzyon ve rotasyon gibi zorlayıcı hareketlerde plağın kuvvet uygulaması için gereken mevcut yüzeyi arttırılır. Sabit ortodontik tedavilerde kuvvet dişlere braket ve ark tellerinden yararlanılarak aktarılır. Dişlere uygulanan kuvvet, ark telinin kalınlığına ve esnekliğine göre

farklılık gösterir. Telin bükülme miktarı arttıkça dişlere uygulanan çekme kuvvetinde de artış meydana gelir. Sabit ortodontik tedavide braketlerden geçen ark teliyle dişler birbirine bağlanırken şeffaf plaklar diş yüzeylerini kaplayarak dişlere bağlanır. Şeffaf plağın kapsadığı diş yüzeyi ne kadar fazlaysa plak tutuculuğu da o kadar fazladır. Distalizasyon yapılacak durumlarda arkta en uzak konumlu dişin tüm distal yüzeyinin net bir şekilde ölçümlere yansıtılması, plağın distalize edilecek dişi tam olarak kavraması açısından önemlidir. Klinik kısa kron boyuna sahip dişlerde bağlanma zayıftır, bu yüzden tutuculuğu arttıracak ataşmanlara ihtiyaç duyulabilir. Sabit ortodontik tedavideki ankraj kontrolü Newton'un hareket kanunundaki etki tepki prensibine dayanır. Örneğin anterior dişlerin retraksiyonunda meydana gelen distal kuvvetler, ankraj üniteleri üzerinde mezial yönde eşit kuvvetler oluşturur. Anterior retraksiyonunda posterior dişler ve anterior dişler birbirleri için ankraj görevi görür. Posterior bölgedeki dişlerin kök sayısının daha fazla olması alveolar kemikle teması artırır ve ankrajı daha güçlü kılar. Bu yüzden posterior dişlere kıyasla anteriorda dişlerde daha fazla hareket oluşur. Şeffaf plaklarda ankraj kontrolü iyidir ve iyi bir tedavi planlamasıyla ankraj ünitesi hiç hareket ettirilmeyebilir. Örneğin 2. molar dişin distalizasyonunda 1. molar dişten diğer 1. molar dişe kadar olan kısmın ankraj ünitesi olarak işlevi sağlanarak, 2.molar dişin sekanslı distalizasyonunda ankraj kaybının önüne geçilebilir (Tai, 2019).

Ataçmanlar

Ataçmanlar, şeffaf plakların kuvveti doğru bir şekilde aktarmasını sağlayıp biyomekaniğini geliştiren elemanlar olarak tanımlanabilir. Kısaca ataçmanlar, retansiyon ve diş hareketine katkı sağlayan kompozit yüzeylerdir. Başlangıçta ataçmanlar plaklarla tam olarak uyum sağlamayabilirler. Hasta plağı kullandıkça ve dişler istenen pozisyona ulaştıkça ataçman plak uyumu iyileşir (Nucera & ark., 2022). İstenen diş hareketlerinin tahmin edilebilirliği, hareketin tipine ve ark şekline bağlı olarak değişiklik gösterir (Robertson & ark., 2020). Şeffaf plaklarla yapılan tedavinin; bir ya da iki dişin intrüzyonunu gerektiren, hafif ve orta şiddetli çapraşıklık ya da boşluk bulunan, posterior ekspansiyon gerektiren ve alt keser çekimli vakalarda daha öngörülebilir olduğu varsayılmaktadır. Şeffaf plaklarla ekstrüzyon, molar dikleştirme, şiddetli rotasyonların düzeltilmesi ve premolar çekim boşluklarının kapatılması gibi hareketlerin daha zorlayıcı olduğu düşünülmektedir (Proffit & ark., 2013).

Şeffaf Plak Materyalleri ve Üretim Aşaması

Şeffaf plak tedavisi; istenen dişi, istenen zamanda, istenen miktarda hareket ettiren birçok termoplastik plaktan oluşmaktadır (Kuo & Miller, 2003). Diğer ortodontik tedavilere kıyasla şeffaf plakların en önemli avantajı olan estetik olarak gözle net bir şekilde belli olmaması optik özelliklerinden kaynaklıdır. Farklı üretim şeffaf plakların bu özellikleri kullanılan materyallere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Hallmann & GerngroB, 2021). Şeffaf plak üretiminde birçok termoplastik materyal ve bunların kombinasyonundan yararlanılmaktadır. Bu materyaller polietilen tereftalat glikol (PET-G), polietilen tereftalat (PET), poliüretan (PU) ve polivinil klorür (PVC) içermektedirler (Ercoli & ark., 2014). Şeffaf plaklar başlangıçta tek katmanlı plastikten üretilirken son zamanlarda çok katmanlı sert ve yumuşak tabakları içeren poliüretan benzeri materyallerden üretilmeye başlanmıştır. Sert kısım dayanıklılık ve direnç sağlarken, yumuşak kısım plağın dişi sarmasına imkân veren elastik deformasyon özelliği verir (Shotell, 2020). Şeffaf plakların kalınlığı 0,5 mm ile 1,5 mm arasında değişebilmektedir (Guarneri & ark., 2013). Bu kalınlık, diş hareketiyle ilişkili biyomekanik özellikleri de etkileyebilmektedir. Farklı plak materyalleri arasında kalın materyaller, ince materyallerden yapılanlara oranla daha yüksek kuvvetler sağlamaktadırlar (Ho & ark., 2021). Optimum tedavi hedeflerine ulaşabilmek için kullanılan şeffaf plak materyallerini, kalınlıklarını ve klinik uygulamadaki farklılıklarını bilmek çok önemlidir (Zhang & ark., 2011).

Üretim şekillerine göre şeffaf plak sistemleri genel olarak manuel set-up ve şeffaf plakları planlamak ve üretmek için CAD-CAM teknolojisi kullanılan sistemler şeklinde iki alt başlıkta toplanabilir (Barone & ark., 2017). Manuel set-up yönteminde hastadan polivinil siloksan ölçü materyali ile ölçü alınıp alçı model oluşturulur. Elde edilen modelde plakla hareket ettirilmesi istenen dişler tespit edilir ve testere ile modelden ayrılan dişler istenen konuma getirilir. Gerek duyulursa bu safhada dişlerden aşındırma yapılabilir. Daha sonra plaklar vakum veya basınç makinesi ile model set-up üzerinde şekillendirilir (Lagravere & Flores-Mir, 2005). Bu manuel set-up metodunda her seansta alınan yeni ölçülerden uygun plaklar tekrar üretilir. Bu şekilde hekim tedavi boyuca istediği zaman planını değiştirip müdahale edebilir (Kim & Ozturk-Ortan, 2009). Günümüzde ise tedavi başından sonuna kadar hastanın ağız içi ölçüsü ya da 3D taraması ile planlanır (Beldiman & ark., 2021). Hastanın istenen materyalleri toplandıktan sonra laboratuvarında tedavinin her aşaması için bir rezin model üretilir. Sonrasında şeffaf polimerik materyaller kullanılarak üretilen her model üzerinde plaklar üretilir (Kuo & Miller, 2003).

Şeffaf Plakların Avantajları

- Şeffaf plaklar hastaya sabit tedavilerden daha estetik bir görüntü sağlar (Rosvall & ark., 2009).
- Şeffaf plaklarla yapılan tedavi çıkarılabilir olması sebebiyle hastanın ağız hijyenini sürdürmesine daha olanak sağlar. Bu konuda yapılmış araştırmalarda gingival indeks, plak indeksi, cep derinliğindeki değişiklikler ve sondalamada kanamanın sabit tedaviye göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Karkhanechi & ark., 2013).
- Şeffaf plaklar sabit tedaviden daha düşük seviyede ağrıya sebebiyet verirler (Fujiyama & ark., 2014).
- Şekil bozukluğu ya da madde kaybı olan dişleri tedaviye dâhil etmek daha basittir (Kundal & Shokeen, 2020).
- Sabit ortodontik apareylere kıyasla hiyalinizasyon ve eksternal kök rezorpsiyonu görülme sıklığı daha az olabilmektedir (Fang, Qi, & Liu, 2019).
- Hastanın ünite geçirdiği zaman ve sıklığı azalmaktadır (Buschang & ark., 2014).
- Şeffaf plaklarda sabit tedavilere nazaran acil randevu talebi azalır (Buschang & ark., 2014).
- Tedavi seyri ve bitimi, tedavi başlangıcında hastayla üç boyutlu şekilde paylaşılabilir (Beldiman & ark., 2021).
- Deforme olan ya da kaybolan plaklar hastanın bir önceki plağa dönmesiyle kısa sürede yerine konabilir (Buschang & ark., 2014).
- Şeffaf plaklar ince ve yumuşak bir materyal olduklarından fonasyonda bir sıkıntı yaratmazlar (Graber & ark., 2016).
- Şeffaf plaklarda hangi dişin hareket ettirilip hangisini ettirilmeyeceği planlanabildiğinden seviyelenme aşamasındaki diş proklinasyonu ve istenmeyen yan etkilerden kaçınılabilir (Ke, Zhu, & Zhu, 2019).
- Bruksizm gibi parafonksiyonel rahatsızlığı olan hastaların myofasial ağrılarının plak kullanımıyla azaldığı tespit edilmiştir (Nedwed & Miethke, 2005).

Şeffaf Plakların Dezavantajları

- Tedavinin istenilen seyirde olması hasta uyumuna bağlıdır. Hastanın plakları günde 22 saat kullanması başarılı bir tedavi için şarttır.
- Maliyet sabit tedavilere kıyasla daha fazladır.
- Kullanıma ilk başlandığında konuşma bozukluğuna neden olabilir ancak bu durum birkaç plaktan sonra düzelmeye başlamaktadır.
- Plaklar ağızda ya da takıp çıkarılırken aşırı kuvvet karşısında kırılabilir.
- Çıkarılabilir olması sebebiyle kaybolma ihtimali mevcuttur (Kundal & Shokeen, 2020).
- Sabit tedavilere göre daha az olsa da ortodontik tedavi sonucu yine de kök rezorpsiyonu ihtimali vardır (Fang, Qi & Liu, 2019).
- Şeffaf plakların mevcut kalınlığı sebebiyle tedavi bitiminde oklüzal kontakt sağlanmasında güçlükler yaşanabilir (Ke, Zhu & Zhu, 2019).
- Tedavi bitiminden sonraki dönemde sabit tedavilere kıyasla relaps olasılığı daha fazladır (Kuncio & ark., 2007).
- Şeffaf plakla tedavi edilebilen vaka çeşitliliği gün geçtikçe genişlese de halen her vakayı bu sistemle tedavi edebilmek olası değildir (Simon & ark., 2014).
- Poliüretan üretimi için gereken izosiyanat kaynaklı alerjik reaksiyonlar meydana gelebilir.
- Tedavi başlangıcında tüm tedavi seyri planlanıp bütün plaklar üretilir. Kontrol seanslarında plak uyumu bozulmuşsa ya da plak kaybedilmişse yeniden plak üretilmesi gerekir. Bu durumda hem tedavi süresi uzar hem de ekstra bir maliyet ortaya çıkar (Phan & Ling, 2007).

Şeffaf Plaklar ile Tedavinin Limitasyonları

- Plaklar anterior intrüzyon kontrolünde başarılı olsa da ekstrüzyon konusunda da az etkili olduğu gözlenmiştir (Tepedino & ark., 2018).
- Plakların köşeli olmayan dişlerdeki şiddetli rotasyonlarda ve tork hareketindeki etkisi sınırlı bulunmuştur.
- Şeffaf plak kullanımında hekimler uzman görüşlerine ya da kendi tecrübelerine başvurmaktadır. Çünkü plaklarla tedavinin öngörülebilirliğiyle ilgili çalışmalar az sayıdadır (Rossini & ark., 2015).
- Şeffaf plaklarda dişlerin hareketi genellikle tipping şeklindedir. Özellikle çekim boşluğu kapatılacak vakalarda boşluk kapatılırken devrilme hareketi gözlenir. Hareketlerin daha kontrollü olabilmesi için ataçmanlardan yararlanılması gerekir (Phan & Ling, 2007).

Kaynaklar

- Barone, S., Paoli, A., Razionale, A., & Savignano, R. (2017). Computational design and engineering of polymeric orthodontic aligners. *International journal for numerical methods in biomedical engineering*, 33(8), e2839.
- Beldiman, M.-A., Macovei, G., Zegan, G., Ioanid, N., & Vasilache, C. C. (2021). Clear aligners technologies and materials. *Romanian Journal of Medical and Dental Education*, 10(4).
- Buschang, P. H., Shaw, S. G., Ross, M., Crosby, D., & Campbell, P. M. (2014). Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *The Angle Orthodontist*, 84(3), 391-396.
- Ercoli, F., Tepedino, M., Parziale, V., & Luzi, C. (2014). A comparative study of two different clear aligner systems. *Progress in orthodontics*, 15(1), 1-5.
- Fang, X., Qi, R., & Liu, C. (2019). Root resorption in orthodontic treatment with clear aligners: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & craniofacial research*, 22(4), 259-269.
- Fujiyama, K., Honjo, T., Suzuki, M., Matsuoka, S., & Deguchi, T. (2014). Analysis of pain level in cases treated with Invisalign aligner: comparison with fixed edgewise appliance therapy. *Progress in orthodontics*, 15(1), 1-7.
- Graber, Vanarsdall, R., Vig, K., & Huang, G. (2016). Diagnosis and therapeutic planning. *Orthodontics current principles and techniques*. UK: Elsevier Health Sciences, 3-98.
- Graber, T. M., & Vanarsdall, R. L. (1994). *Orthodontics: current principles and techniques*: Mosby.
- Guarneri, M., Lombardo, L., Gracco, A., & Siciliani, G. (2013). The state of the art of clean aligner technique. *Bologna, Italy: Martina Editor*, 15-24.
- Hallmann, L., & GerngroB, M. (2021). Effect of dental thermoplastic materials on the clinical effectiveness of clear aligner. *Austin J Dent*, 8(1), 1151.
- Hennessy, J., & Al-Awadhi, E. A. (2016). Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. *Journal of Orthodontics*, 43(1), 68-76.
- Ho, C.-T., Huang, Y.-T., Chao, C.-W., Huang, T.-H., & Kao, C.-T. (2021). Effects of different aligner materials and attachments on orthodontic behavior. *Journal of Dental Sciences*, 16(3), 1001-1009.
- Karkhanechi, M., Chow, D., Sipkin, J., Sherman, D., Boylan, R. J., Norman, R. G., . . . Cisneros, G. J. (2013). Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy. *The Angle Orthodontist*, 83(1), 146-151.
- Ke, Y., Zhu, Y., & Zhu, M. (2019). A comparison of treatment effectiveness between clear aligner and fixed appliance therapies. *BMC Oral Health*, 19(1), 1-10.
- Kim, T. W., & Ozturk-Ortan, Y. (2009). Clear Aligner Appliances: Fabrication and Clinical Application. *Turkish Journal Of Orthodontics*, 22(3), 256-266.
- Kuncio, D., Maganzini, A., Shelton, C., & Freeman, K. (2007). Invisalign and traditional orthodontic treatment postretention outcomes compared using the American Board of Orthodontics objective grading system. *The Angle Orthodontist*, 77(5), 864-869.

Kundal, S., & Shokeen, T. (2020). Aligners: The science of clear orthodontics. *International Journal of Dental and Medical Specialty*, 7(1), 38-42.

Kuo, E., & Miller, R. J. (2003). Automated custom-manufacturing technology in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 123(5), 578-581.

Lagravere, M. O., & Flores-Mir, C. (2005). The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners: a systematic review. *The Journal of the American Dental Association*, 136(12), 1724-1729.

Momtaz, P. (2016). The effect of attachment placement and location on rotational control of conical teeth using clear aligner therapy.

Nedwed, V., & Miethke, R.-R. (2005). Motivation, Akzeptanz und Probleme von Invisalign®-Patienten. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 66, 162-173.

Nucera, R., Dolci, C., Bellocchio, A. M., Costa, S., Barbera, S., Rustico, L., . . . Portelli, M. (2022). Effects of composite attachments on orthodontic clear aligners therapy: a systematic review. *Materials*, 15(2), 533.

Phan, X., & Ling, P. H. (2007). Clinical limitations of Invisalign. *Journal of the Canadian Dental Association*, 73(3).

Proffit, W., Fields, H., Sarver, D., & Ackerman, J. (2013). The third stage of comprehensive treatment: finishing. *Contemporary orthodontics. 5th ed., St Louis: Mosby*, 582-605.

Robertson, L., Kaur, H., Fagundes, N. C. F., Romanyk, D., Major, P., & Flores Mir, C. (2020). Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. *Orthodontics & craniofacial research*, 23(2), 133-142.

Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2015). Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *The Angle Orthodontist*, 85(5), 881-889.

Rosvall, M. D., Fields, H. W., Ziuchkovski, J., Rosenstiel, S. F., & Johnston, W. M. (2009). Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(3), 276. e271-276. e212.

Sheridan, J. (1993). Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *J Clin Orthod*, 27, 37-45.

Shotell, M. D. (2020). The proliferation of clear aligner orthodontics: Workflows, materials, and designs. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 41(6), 340-341.

Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). Treatment outcome and efficacy of an aligner technique—regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC Oral Health*, 14, 1-7.

Tepedino, M., Paoloni, V., Cozza, P., & Chimenti, C. (2018). Movement of anterior teeth using clear aligners: a three-dimensional, retrospective evaluation. *Progress in orthodontics*, 19, 1-8.

Zhang, N., Bai, Y., Ding, X., & Zhang, Y. (2011). Preparation and characterization of thermoplastic materials for invisible orthodontics. *Dental materials journal*, 30(6), 954-959.

Yetişkinlerde Ortodontik Tedavi

Çağla UYGUR GÜLDEREN
Duygu AKTAŞ ÜLKER

Giriş

Son zamanlarda ortodontik tedavi talebinde bulunan yetişkin hastaların sayısı artmaktadır. Ortodontik tedavi gören hastaların %20-25'inin yetişkin olduğu bildirilmektedir ve toplumun estetik algısının yükselmesi ve sağlık bilincine sahip hale gelmesiyle bu eğilimin yakın gelecekte büyük bir hızla artması muhtemeldir. Bu nedenle, ergenlerin aksine yetişkinlerin özel hususlara ihtiyaç duyduğu ortodontik tedavinin çeşitli yönlerini keşfetmek ve anlamak zorunludur. Erişkin ortodontisi, diş hareketi ile ilişkili doku değişiklikleri, tedavi aşamaları ve tedavinin amacı açısından temel olarak klasik ortodontik tedavi ile aynıdır. Ancak, klinik yönetim için özel olarak dikkate alınması gereken psikososyal, biyolojik ve mekanik yönler gibi çeşitli yönlerde belirli farklılıklar vardır. Bu farklılıklar rutin tedavilerden farklı olarak yetişkin tedavilerinde çeşitli sınırlamaları meydana getirmektedir (Vanarsdall & Musich, 1985).

Yetişkinler için dikkate alınması gereken bu faktörlere örnek olarak;

- Psikolojik faktörler
- Periorestoratif problemler
- Yaşla birlikte meydana gelen değişiklikler (kök rezorpsiyonuna karşı hassasiyet, temporomandibular eklem rahatsızlığına oluşan yatkınlık, büyüme faktörü eksikliği) sayılabilir (Kalia & Melsen, 2014).

Psikolojik Faktörler

Ortodontik tedaviye başlamadan önce davranışsal yönetimi planlamak için erişkin hastaların beklentilerini ve tutumlarını anlamak önemlidir. Erişkin hastaların tedavi beklentileri yüksektir. Tedavi süresi, tedavinin karmaşıklığı, ziyaret sayısı vb. gibi tedavinin ayrıntıları hakkında daha meraklıdırlar. Elastik kullanımı, oral hijyene dikkat etme, randevularına düzenli gitme gibi konularda daha uyumludurlar ancak uzun süreli tedavi uyumu yetersizdir. Yani yetişkinler kısa sürede en iyi tedavi sonucunu talep ederler. Bu nedenle, bu hastaları tedavinin sınırlamaları, karmaşıklığı ve yüksek nüks potansiyeli konusunda bilgilendirmek oldukça önemlidir.

Erişkin hastaların estetik kaygıları daha yüksektir bu sebeple ortodontik apareylerin görünürlüğünü kabul etmekte tereddüt edebilirler. Tedavi sınırlamalarına bakılmaksızın estetik braketer, lingual aparey, invisalign gibi estetik uygulamalar talep edebilirler (Sheridan, 2005).

Periorestoratif Problemler

Özellikle molar bölgede eski çekim boşluğunun kapatılması zor olabilir (Hom & Turley, 1984). Protez yerleştirmek için dişleri dikleştirme gerekebilir. Bonding esnasında, porselen ve metal restorasyonların varlığı nedeniyle güçlükler meydana gelebilir (Zachrisson & Buyukyılmaz, 1993). Ortodontik ataşmanların çevresindeki fazla yapıştırıcı plak tutulumuna sebebiyet verdiği için temizlenmelidir. Tel ligatürler elastik ligatürlere nazaran daha az plak tutulumuna neden olduğu için tercih edilebilir (Forsberg & ark., 1991).

Yaşla Birlikte Meydana Gelen Değişiklikler

Yaşla birlikte süngerimsi kemik azalır, bu da yapının bal peteği görünümünden dantel benzeri ağa dönüşmesine neden olur (Melsen, 1991). Rezorpsiyon alanlarında ve osteoklastik aktivitedeki artışla kemik hacminde azalma meydana gelir (Jowsey & ark., 1965). Artan yaşla birlikte, kemiğin bu negatif dengesi, trabeküler plakaları trabeküler spiküllere dönüştürerek trabeküllerin incelmesine yol açar, böylece kemiğin fiziksel özelliklerinin azalmasıyla sonuçlanır ve osteoklastik rezorpsiyon aktivitesi nedeniyle onu perforasyona karşı daha savunmasız hale getirir. Erişkin kemiği ayrıca mekanik kuvvetlere karşı daha az reaktif aktivitede bulunur ve kemik kaybının yanı sıra ataşman kaybı riski, hafif dişeti enfeksiyonlarında diğer hastalara kıyasla çok daha fazladır (Boyd & ark., 1989). Oklüzal fonksiyon, lamina dura ve çevreleyen kemiğin hem miktarını hem de kalitesini etkiler. Karşı arkta antagonisti olmayan dişler, destekleyici kemiklerinde kullanmama distrofisi gösterirler (Picton, 1969).

Yetişkin hastalarda çeşitli nedenlerle hafif kuvvetler kullanılır. İlk olarak, yetişkinlerde hücrel aktivitenin azalması nedeniyle başlangıçta hareket için gereken yanıt daha uzun zaman alır (Bond, 1972; Reitan, 1954). İkinci olarak, yaşlanma veya periodontal hastalık nedeniyle alveolar kretteki kemik kaybı, direnç merkezinin apikale kaymasına yol açarak tipping hareketi olasılığını artırır (Proffit, Fields, & Sarver, 2007; Williams & ark., 1982). Üçüncüsü, yoğun kortikal kemik ve azalmış periodontal genişlik kök rezorpsiyonuna yol açabilir (Mirabella & Årtun, 1995; Reitan, 1964, 1974).

Kök Rezorpsiyonuna Karşı Hassasiyet

Erişkin hasta kök rezorpsiyonu riski konusunda bilgilendirilmeli ve rezorpsiyona duyarlılığı aile öyküsü, alışkanlıklar, uzamış tedavi süresi, uzun ve dar kök formları, travma gibi faktörler açısından kapsamlı bir şekilde değerlendirilmelidir. Ortodontik tedavinin başlangıcında herhangi bir kök rezorpsiyonu belirtisi yoksa, tedavide 6 ay aralıklarla radyografiler kullanılarak tekrar değerlendirilir. Kök rezorpsiyonuyla alakalı başlangıçta herhangi bir bulgu saptandığında 3 ayda bir radyografik olarak değerlendirilmelidir. Tedavinin ortasında herhangi bir işaret keşfedildiğinde, tüm kuvvetler yaklaşık 8 hafta boyunca ertelenmelidir. Kök rezorpsiyonu durduktan sonra ortodontik tedaviye devam edilebilir. 1/3'e kadar kök boyundaki kayıp fonksiyona önemli ölçüde engel olmaz (Vanarsdall & Musich, 1985). Hafif ve aralıklı kuvvet kullanımı ve tedaviye bir süre ara verme gibi önlemlere rağmen kök rezorpsiyonu durmazsa ortodontik tedaviden vazgeçilmesi gerekebilir (Malmgren & Levander, 2004).

Temporomandibular Eklem Problemleri

Yetişkin hastalarda ortodontik tedavi sırasında eklem problemi görülme ihtimali daha yüksektir. Hastaya var olan risk ve mevcut durumlar iyi açıklanmalı, ortodontik tedavideki eklem problemlerine sebebiyet verebilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır (McNamara Jr, Seligman, & Okeson, 1995; Proffit & ark., 2007).

Büyüme Faktörü Eksikliği

Yetişkin hastaların büyüme gelişim dönemi tamamlandığı için büyüme yönlendirici apareyler kullanılamaz. Ortodontik tedavi; diş hareketini, iskelet anomalisinin cerrahi olarak düzeltilmesini ve diş kamufajını içerir. Overbite düzeltilmesi, posterior dişlerin ekstrüzyonuyla değil, anterior dişlerin intrüzyonuyla yapılmalıdır, çünkü ikincisi büyüme faktörü eksikliği sebebiyle temporomandibular eklem kaslarını zorlayan mandibulanın aşağı ve geri hareketiyle sonuçlanacaktır. Bu durum kaslar arası dengesizlik nedeniyle nüks etme eğilimine yol açar (Bishara, 2001; Houston, 1988).

Erişkin Hastalarda Tedavi Hedefleri

Kabul edilebilir estetik, her yaşta tedavi hedefinin ayrılmaz bir parçası olsa da, yetişkinlerde dişlerin işlevi, stabilitesi ve sağlığına büyük önem verilir. Erişkin hastalarda, genellikle adölesan hastalarda olmayan birçok önceden var olan durum vardır. Bu nedenle tedavinin başlangıcında ek tedavi hedefleri belirlenir. Bunlara;

- Diş preparasyonu, aksiyal yükleme ve protez üretimi için uygun boyut sağlanması amacıyla dayanak dişlerinin paralelliğinin sağlanması,
- Servikal çizginin 1/3'üne kadar hasar kaybı mevcut dişlerin protetik restorasyonlara marjin desteği sağlaması amacıyla ekstrüzyonu,
- İdeal kontakt noktası ile kökler arasında yeterli kemiğe sahip olmak için dişlerin inklinasyonlarını iyileştirmek,
- Andrews'ın normal oklüzyon için altı anahtarını hedeflemek yerine, mevcut iskelet ilişkisini akılda tutarak fonksiyonel oklüzyonu amaçlamak,
- Sarkık ve uzun üst dudak mevcudiyetinde daha iyi dudak desteği elde etmek için anterior dişleri hafif anterior eğimli pozisyonda tutarak overjetin düzeltilmesi ve alt kesici dişlerin dudak çevresindeki kırışıklıkları önlemek için normal pozisyondan daha protrüze konumlandırılması örnek olarak verilebilir (Kokich, 2002; Vanarsdall & Musich, 1985).

Yetişkin hastalarda bu tedavi hedeflerine ulaşabilmek ve oluşan sınırlamaların üstesinden gelebilmek için ortodontist; periodontist, restoratif diş hekimi, protez uzmanı, endodontist, ağız diş ve çene cerrahı gibi birçok disiplinin dahil olduğu multidisipliner bir çalışma gerektirir (Kalia & Melsen, 2014).

Kaynaklar

- Bishara, S. (2001). Textbook of orthodontics. 2001. *WB Saunder Company*.
- Bond, J. A. (1972). The child versus the adult. *Dental Clinics of North America*, 16(3), 401-412.
- Boyd, R., Leggott, P., Quinn, R., Eakle, W., & Chambers, D. (1989). Periodontal implications of orthodontic treatment in adults with reduced or normal periodontal tissues versus those of adolescents. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 96(3), 191-198.
- Forsberg, C.-M., Brattström, V., Malmberg, E., & Nord, C. E. (1991). Ligature wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli*. *The European Journal of Orthodontics*, 13(5), 416-420.
- Hom, B. M., & Turley, P. K. (1984). The effects of space closure of the mandibular first molar area in adults. *American Journal of Orthodontics*, 85(6), 457-469.
- Houston, W. (1988). Mandibular growth rotations—their mechanisms and importance. *The European Journal of Orthodontics*, 10(1), 369-373.
- Jowsey, J., Kelly, P. J., Riggs, B. L., Bianco Jr, A. J., Scholz, D. A., & Gershon-Cohen, J. (1965). Quantitative microradiographic studies of normal and osteoporotic bone. *JBJS*, 47(4), 785-872.
- Kalia, S., & Melsen, B. (2014). Interdisciplinary approaches to adult orthodontic care. *Journal of Orthodontics*.
- Kokich, V. (2002). The role of orthodontics as an adjunct to periodontal therapy. *Clinical periodontology*, 9th edn, Philadelphia, *WB Saunders Co*, 704-718.
- Malmgren, O., & Levander, E. (2004). Minimizing orthodontically induced root resorption. *Risk management in orthodontics: experts' guide to malpractice*. Chicago: *Quintessence*, 61-75.
- McNamara Jr, J. A., Seligman, D. A., & Okeson, J. P. (1995). Occlusion, Orthodontic treatment, and temporomandibular disorders: a review. *Journal of Orofacial Pain*, 9(1).
- Melsen, B. (1991). *Current controversies in orthodontics*: Chicago: Quintessence Publishing Company.
- Mirabella, A. D., & Årtun, J. (1995). Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(1), 48-55.
- Picton, D. (1969). The effect of external forces on the periodontium. *Biology of the Periodontium*, 363-419.
- Proffit, W., Fields, H., & Sarver, D. (2007). Contemporary Orthodontics 4th Edition, St. Louis: *Mosby Elsevier*, 5-6.
- Reitan, K. (1954). Tissue reaction as related to the age factor. *DentRec*, 74, 271-278.
- Reitan, K. (1964). Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *The Angle Orthodontist*, 34(4), 244-255.
- Reitan, K. (1974). Initial tissue behavior during apical root resorption. *The Angle Orthodontist*, 44(1), 68-82.

Sheridan, J. J. (2005). The readers' corner. What percentage of your active patients are adults? *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 39(4), 219-223.

Vanarsdall, R. L., & Musich, D. (1985). Adult orthodontics: diagnosis and treatment. *Orthodontics: current principles and techniques*. St. Louis: CV Mosby, 791.

Williams, S., Melsen, B., Agerbaek, N., & Asboe, V. (1982). The orthodontic treatment of malocclusion in patients with previous periodontal disease. *British Journal of Orthodontics*, 9(4), 178-184.

Zachrisson, B. U., & Buyukyilmaz, T. (1993). Recent advances in bonding to gold, amalgam, and porcelain.

Oral Ve Maksillofasiyal Cerrahi Pratiğinde Lazer Kullanımının Yeri

Gizem ÇALIŞKAN¹
Görkem TEKİN²

Giriş

Lazer, keşfinden günümüze diğer tıp alanlarının yanı sıra oral ve maksillofasiyal cerrahide de yumuşak ve sert doku cerrahi işlemlerinde doğru endikasyonlarda geleneksel cerrahi işlemlere alternatif olacak kadar avantajlı olmasını sağlayacak teknolojik ilerlemelerin meydana gelmesiyle kullanımı ve popülaritesi artan önemli bir tedavi seçeneğidir(Tosun & Tasar, 2012). İngilizce “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” sözcüklerinin kısaltması olan lazerin tıbbi anlamda kullanımı 1960 yılında yakut lazerin keşfiyle başlamış olmakla birlikte yakut lazerin keşfini takip eden 3 yıl içerisinde argon lazerler, CO₂(Karbondioksit) lazerler , Nd:YAG lazerler (neodmiyum: yitrium alüminyum garnet lazerler) gibi tıp alanında en sık kullanılan lazerlerin keşfi hızla gerçekleşmiştir(Aoki & ark., 2004).

Lazerleri cerrahi prosedürlerde kullanmadan önce fiziğini anlamak önemlidir(Boyras & Yıldız, 2017). Einstein'ın radyasyon hipotezinin kuantum teorisine dayanan lazer fiziğinde düşük enerjili elektron atoma çarpan bir foton tarafından uyarılır bu enerjiyi emerek elektronu bir dış elektron halkasına gönderir böylece elektron atomdan uzaklaştıkça kararsız hale gelir, kararlı hale gelmeye çalışırken atom daha düşük enerji durumuna döndüğünde kendiliğinden foton veya ışık emisyonu ile elektromanyetik enerji salar(Guttenberg & Emery, 2004). Lazer ışınındaki enerji, atomdan foton emisyonunu başlatmak için elektriksel, kimyasal veya optik bir kaynak kullanılarak üretilir ve lazer, enerji verilmiş atomların fotonları serbest bırakma şeklini kontrol eden bir cihazdır(Green, Weiss, & Stern, 2011). Bir ışık kaynağından çıkan ışık normalde yayılarak ilerlerken lazerde fotonların bir ortamdan geçirilerek ortamın atomlarında bulunan elektronların dönüş hızının arttığı farklı dalga boyunda ve tek bir doğrultuda hareket kabiliyeti olan ışın elde edilmesi prensibine dayanarak güçlendirilmiş bir ışık demeti oluşturulur(Boyras & Yıldız, 2017).

Tedavi uygulanmaya başlanmadan önce uygulayıcı hekimin lazerlerin karakteristiğini, doku ile uyumunu ve lazer doku etkileşimini bilmesi önemli ve gereklidir(Tosun & Tasar, 2012) Hayat rutininde kullanılan sıcak beyaz ışıktan tamamen farklı olarak; monokromatik, tek yönlü, koherent ve yüksek enerjili olma özelliklerine sahiptir(Kasnak & Fıratlı, 2016). Lazerin gücü belirli bir sürede üretilen enerji miktarı olarak tanımlanır ve birimi Watt'tır(Convisar, 2015). Lazerin uygulanacağı alanın enerji miktarının yoğun olup olmamasına göre yüksek ve düşük güçlü lazerler olarak iki başlığa ayrılabilen lazerlerden yüksek güçlü lazerler ürettikleri termal etki ve enerji yoğunluğu nedeniyle dokuda insizyon hattı oluşturabilirler bu sebeple daha çok cerrahi alanında kullanılırlar(Boyras & Yıldız, 2017). Düşük yoğunluklu lazerler yumuşak lazerler olarak da adlandırılır ve temel olarak koagülasyon, ağrı, şişlik gibi postoperatif

¹Arş. Gör., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

²Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

semptomların giderilmesine yardımcı ve yara iyileşmesini hızlandırıcı biyostimülasyon amacına yönelik kullanımları yaygındır(Sarı, Tüzün, & Akgün, 2002).

Dokuya gelen lazer ışını dokunun özelliklerine göre; yansıyabilir, dağılılabılır, hiçbir değişime uğramadan geçebilir ya da doku ışını emebilirken bu özelliklerden cerrahi amaçla kullanım için emilim gerçekleşmesi istenir(Snyder-Mackler & Bork, 1988). Lazerin doku üzerindeki etkisini belirleyen dokunun biyolojik yapısı (kan sirkülasyonu, su oranı, yoğunluk ve absorpsiyon gücü) ve lazer ışınının devamlı ya da atımlı olması, dalga boyu, atım enerjisi gibi özellikleridir(Wigdor & ark., 1993).

Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi Pratiğinde Lazerin Endikasyonları

Lazerin oral ve maksillofasiyal cerrahide kullanım endikasyonları gelişen teknolojiyle birlikte günden güne artsa da günümüzde şu şekilde sıralanabilir;

- Frenektomi, vestibuloplasti ve uvuloplasti
- Gömülü diş cerrahileri ve operkülektomiler
- İnsizyonel/Eksizyonel biyopsi
- Peri-implantitis tedavisi
- Temporamandibular eklem hastalıkları
- Benign tükürük bezi lezyonlarının tedavisi
- Oral lezyonların tedavisi
- Yumuşak doku ve kretlerin düzeltmeleri
- Oral pigmentasyonların tedavisi
- Torusların giderilmesi
- Tüberoplasti
- Apikal rezeksiyon
- Herpes enfeksiyonları
- Biyostimülasyon(Tosun & Tasar, 2012)

Oral ve Maksillofasiyal Cerrahide kullanılan Lazerler

Oral ve maksillofasiyal cerrahide çeşitli dalga boylarında olan lazerlerin tipi ve dokuların karakteristiğine göre kullanımda olan lazerler; CO₂ lazer, diyot lazer, Erbium:YAG lazer, Nd:YAG lazer, argon lazer ve Ho:YAG lazerdir(Aoki & ark., 2004).

CO₂(Karbondioksit) Lazerler

Oral ve maksillofasiyal cerrahi prosedürler için kullanılan lazerler içerisinde en yaygın kullanılan lazer olan CO₂ lazerin dalga boyu 10.600 nanometre (nm) olmakla birlikte su bazlı yumuşak dokulara afinitesi oldukça yüksektir ve hem intraoral hem de ekstraoral yumuşak doku cerrahi işlemlerinde kullanılır(Strauss & Fallon, 2004). Cerrahi amaçlı kullanılan ve büyüyen lazer ailelerinden yalnızca biri olan CO₂ lazer, dalga kılavuzu teknolojisiyle birlikte emilen enerjinin, hücre içi ve hücre dışı sıvının buharlaşmasına neden olması ve küçük kan damarlarının kendiliğinden kapanmasıyla cerrahın ameliyat alanını daha iyi görselleştirmesini sağlar(Barak, Kaplan, & Rosenblum, 1990). CO₂ lazer lökoplaki ve liken planus gibi oral lezyonlarda, hemorajiye yatkın olan lezyonlarda, herpetik lezyonlarda, palatal mukozadaki papillomalarda, aftöz ülserlerde, epulis fissuratum eksizyonunda, frenektomi, gingivoplasti,

gingivektomi gibi preprotetik yumuşak doku cerrahisi işlemlerinde kullanılır(Barak & ark., 1990).

Er:YAG(Erbium-doped:Yttrium, Aluminum ve Garnet) Lazer

2940 nm dalga boyuna sahip olan Er:YAG lazer, implant ve kozmetik yüz cerrahisi prosedürleri için oldukça faydalıdır(Strauss & Fallon, 2004). Er:YAG lazer metal yüzeyine zarar vermeden yansıması sebebiyle titanyum implant yüzeyine zarar vermeden yumuşak dokuyu ortadan kaldırabilir ve kemiği kesebilir dolayısıyla bazen yeterli hemostatik kontrolün ve osteotomi sırasında derinlik marjının yeterli derecede sağlanmasının zor olmasına rağmen daha az cerrahi travmaya neden olması, lokal anestezi ihtiyacını azaltması ve postoperatif ağrıyı en aza indirmesi gibi sağladığı avantajlar sebebiyle maksillofasiyal bölgede kullanımı önerilir(Arnabat-Domínguez & ark., 2003).

Nd:YAG (neodmiyum: yitriyum alüminyum garnet) Lazer

1064 nm dalga boyuna sahip olan Nd:YAG lazerin atım süresi, bir sinir aksiyon potansiyelini başlatmak için gereken süreden daha kısa olduğundan, birçok prosedür lokal anestezi kullanılmadan gerçekleştirilebilir ayrıca çalışma ucunda ulaşılan sıcaklık yaklaşık 600-2000°C'dir ve bu nedenle çoğu uygulanacak cerrahi işlemde minimal hemoraji alanı gerçekleştirilebileceği anlamına gelir(Midda, 1992). Klinik kullanım endikasyonları detertraj, küretaj gibi periodontal işlemlerin yanı sıra koagülasyon özelliği yüksek olduğu için kanama bozukluğu olan hastalarda lezyonların çıkarılmasını ve HIV pozitif bireyler gibi yüksek derecede enfekte hastalarda yumuşak doku cerrahisini kapsamaktadır(Romanos, 1994).

Diyot Lazer

Dalga boyu 805 ile 980 nm arasında olan daha çok biyostimülasyon amacıyla kullanılan diyot lazer daha ucuz olması ve kolay taşınabilmesinin yanı sıra insizyon hattının diğer lazer sistemlerine göre daha net olması ve implant yüzeyinde değişikliklere neden olmadan bakterisidal bir etki göstermesi sebebiyle de periimplantitis tedavisinde kullanımı günden güne artan lazer sistemlerinden biridir(Kreisler & ark., 2002).

Argon Lazer

514 nm dalga boyuna sahip argon lazer; hemoglobin, melanositlerdeki melanin gibi pigment içeren dokular tarafından emilir ve büyük bir vasküler bileşeni olan dermatolojik, labial aynı zamanda oral lezyonların tedavisinde endike olmasına rağmen, daha derin lezyonlarda veya uygun olmayan renkteki lezyonlarda etkisiz olduğu gösterilmiştir(Gaspar, 1994).

Ho:YAG (Holmium:YAG) Lazer

Ho:YAG lazer, genellikle temporomandibular eklem cerrahisi için kullanılır ve cerrahi ulaşımın gelişmesine olan katkısıyla intraartiküler dokuların tedavisinde oldukça faydalıdır(Hendler & ark., 1992).

Oral ve Maksillofasiyal Cerrahide Düşük Doz Lazer Uygulamaları

Hücrelere uygulanan biyostimülatif lazer ışığının enerjisi hücrenin fotoreseptörleri tarafından emilerek mitokondriye iletilip adenozin trifosfat (ATP) sentezi sağlanabilir bu sebeple oksijen tüketimi artar ancak hücre mitozu uyarılır(Qadri, 2010). Elektrolitlerin dokular arasındaki geçişini uyarıcı ve vazodilatatör etkisiyle kan akımını düzenleyip bölgedeki ödemin ortadan kaldırılmasını, biyostimülatif etkileriyle de yara iyileşmesini, analjezi ve ağrı kontrolünü, kemik iyileşmesi ve rejenerasyonunu sağlar(Qadri & ark., 2005).

Kollajen üretimini ve dayanıklılığını artıran düşük doz lazer terapisi cerrahi işlem sonrası uygulandığında epitel oluşumunu, fibroblast proliferasyonunu ve yeni damar ağının oluşumunu artırır aynı zamanda intraoral olarak alveolit, aftöz stomatit, perikoronit tedavilerinde de yara iyileşmesine olan katkısıyla faydalı olabilmektedir(Bisht & ark., 1994).

Düşük doz lazer uygulamaları osteoblast hücre sayısında, osteoblastların aktivitesinde artışa ve kemik kalsifikasyon sürecinde hızlanmaya sebep olarak ekstraksiyon sonrasında alveolar soketin tamir sürecini kolaylaştırır aynı zamanda periodontal işlemler sonrasında kemik kaybını azaltır(Walsh, 1997).

Cerrahi operasyon yapıldıktan sonra lokal anestezinin etkisinin yavaş yavaş geçmesiyle ağrının en fazla olduğu dönem olan ilk 72 saat içerisinde uygulanan düşük doz lazer nörofizyolojik süreçleri etkileyerek ağrıyı azaltır, iyileşme sürecini hızlandırır analjezi sağlayarak hasta konforunu anlamlı derecede artırır(Bjoldal & ark., 2006)

Oral İmplantolojide Lazer Kullanımı

Periimplant mukositis ve periimplantitis gibi periimplant hastalıklarda, implant çevresi yumuşak dokuda, implant yüzey hazırlıklarında kullanılabilen lazer implantın yüzeyel kısmının yapısını ve osseointegrasyonu bozabilecek olan el aletlerinden kaçınmak için aynı zamanda bakteriyel flora üzerinde de etkili olarak tercih edilebilecek önemli bir yöntem olarak kabul edilebilir(Matarasso & ark., 1996). İmplant yüzey temizliği implant yüzeyini kaplayan titanyumdan daha az sertlikte olan maddelerce yapılmalıdır ve bu amaçla günümüze kadar plastik küretler, air-abrasivler, ultrasonikler kullanılmış olsa da bakterisidal etkisi olan lazer doğru endikasyona ek olarak etkili bir kullanımla hijyen motivasyonu ve ağız gargaraları gibi non-invaziv tedavilere tamamlayıcı önemli bir tedavi şeklidir(Speelman, Collaert, & Klinge, 1992)

İmplantın alveolar krete yerleştirildikten sonra osseointegrasyonun gerçekleşme sürecinde yüzeyinin tamamen mukoza ile kaplandığı, cerrahi sonrası bölgenin suture edildiği çift aşamalı implant cerrahilerinde osseointegrasyon sonrası yumuşak doku şekillenmesi amaçlı üstünün açılması sırasında lazer kullanımı tekrar suture gereksinimi olmaması, ödemi aynı zamanda ağrıyı azalması ve hemostatik etki sağlaması sebebiyle önemli avantajlara sahip bir alternatiftir(Vanheusden, 2001).

Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi Pratiğinde Lazerin Kontrendikasyonları

Oral ve maksillofasiyal cerrahi pratiğinde lazer, kanserli dokuya yakın bölgelerde ve enfeksiyon alanlarında kontraendikedir ancak hamilelerde, kalp pili taşıyanlarda, epilepsi tanısı alanlarda da azami düzeyde dikkatle kullanılmalı elzem değilse kullanılmamalıdır(Beyazova & Kutsal, 2016). Işığa çok hassas olan göze, kısa uzaklıktan gelen lazer ışımı kornea tarafından tekrar kırılarak yoğunlaştırılır ve zarar verebilir bu sebeple koruyucu gözlük olmaksızın lazer kullanımı kontraendikedir(Güngörmüş, 2007).

Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi Pratiğinde Lazer Kullanımının Avantajları

Lazerin klinik pratiğinde artan endikasyonlarda günden güne fazlalaşan kullanımına neden olan bazı avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Perioperatif ve postoperatif hemostaz sağlaması
- Sağladığı hemostaz sebebiyle cerrahi sahanın görünürlüğünü artırması
- Dokuya uygulanan travmayı minimuma indirmesi
- Operasyon sonrası ağrıda azalma
- Bakterisidal etki göstermesi

- Dokuda meydana getirilen travmanın azaltılması
- Bazı durumlarda primer sütürasyonu ortadan kaldırıp işlem süresinin azaltılması
- Ödem ve skarın azaltılması
- Anestezi gereksinimini en aza indirmesi
- Hasta tarafından toleransının yüksek olması
- Oral yumuşak doku iyileşmesi için farklı ve oldukça faydalı olan bir süreci indükleyerek dokunun oral travmalara karşı daha dirençli olmasını sağlayan fibrin üretiminin sağlanması
- Malign lezyonlarda metastaz ihtimalinin azaltılması
- Uygulamasının kolay olması
- Anatomik bozulmayı en aza indirerek estetik iyileşmeyi artırması(Nammour, 2012).

Oral ve Maksillofasiyal Lazer Cerrahisinde Fotodinamik Terapi

Lazerle indüklenen ilgili bölgede reaktif oksijen ürünleri üretilerek hem nekroz hem de apoptozun tetiklendiği daha güçlü bir fotokimyasal reaksiyonla özellikle multifokal skuamöz hücreli karsinom başta olmak üzere malignite tedavisi gerçekleştirilebilir(Dougherty, 2002). Fotodinamik terapi, T lenfosit ve makrofaj aktivasyonunu sağlayarak tümör hücrelerine karşı bağışıklık sistemini indükler ve karsinoma in-situ ya da skuamöz hücreli karsinom gibi malignitelerde %90'a varan olumlu cevap alınmasını sağlar(Vowels & ark., 1992).

Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi Pratiğinde Lazer Kullanımının Dezavantajları

Uygulanan her cerrahi işlem gibi lazerin de avantajı olduğu kadar bazı konularda dezavantajları da vardır. Bu dezavantajlar ;

- Cihazın kullanımı için bu konuda tecrübeli, bilgi sahibi olan çalışanlar olmasını gerektirmesi
- Rutinde kullanılmayan ek güvenlik tedbirlerini gerektirmesi
- Güvenlik önlemleri alınmaksızın kullanılması sonucu hasta ve hekim yaralanmaları olabilmesi
- Cihazın maliyeti sebebiyle pahalı bir tedavi seçeneği olması
- Bistüri ile oluşturulan insizyon hattına göre daha uzun sürede iyileşme göstermesi
- Cerrahin dokunma hissi olmadan çalışmak durumunda kalması
- Geleneksel yöntemlere göre sert dokularda çalışma süresinin uzun olması şeklinde özetlenebilir(Uysal & Güler, 2012).

Oral Ve Maksillofasiyal Cerrahide Lazer Kullanımı Esnasında Oluşabilecek Zararlı Etkiler

Birçok faydalı etkiye sahip olan lazer gerekli önlemler alınmadan yanlış şekilde uygulandığında hem hekim hem de hasta sağlığı için zararlı etkilere sebep olabilir(Uysal & Güler, 2012). Lazerin oluşturabileceği zararlı etkiler primer ve sekonder olabilir(Güngörmüş, 2007).

Primer zararlı etkiler deri ve göz gibi direkt olarak lazere maruz kalma olasılığı yüksek olan organlarda görülen zararlardır özellikle göz hassas bir organdır ve retina hasarının görülebildiği ani sulanma ve görüntü kaybından kortikal katarakta kadar gidebilen ciddi etkiler meydana gelebilir(Szymanska, 2000). Gözden daha yüksek enerjilerle temelde termal hasara bağlı olarak deride kabarcık oluşumu, ülserasyon gibi bazı zararlı etkiler de meydana gelebilir(Andersen, 2004). Lazerlerin kullanım şekline göre gerçekleşen sekonder zararlı

etkiler; bazı lazer tiplerinin içerdiği toksik gazların sızıntı sonucu aspire edilmesiyle kimyasal olarak, şoka sebebiyet verebilecek yüksek voltaj sistemlerinin kullanılmasıyla elektriksel olarak, tutuşma ve sonrasında yangın riski sebebiyle de çevresel olarak gerçekleşebilir(Güngörmüş, 2007).

Güvenli Lazer Kullanımı İçin Alınması Gereken Önlemler

Kullanımda olan lazerlerin zararlı etkilerini en aza indirmek için alınması gereken tedbirler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Lazerin tipine uygun olarak, yıpranmamış gözlükler hekim, yardımcı personel ve hasta tarafından kullanılmalı
- Lazer uygulaması yapacak olan hekim bu konuda eğitilmiş ve lazerin karakteristiğine hakim olmalı
- Deride hasarın önüne geçebilmek için yüzey kurutulmalı
- Uygulama öncesi yansımaya dolayısıyla istenmeyen etkilere sebep olabilecek yansıtıcı yüzeyler ortadan kaldırılmalı
- Lazer uygulamasının yapıldığı yerde uyarıcı işaretler bulunmalı
- Lazer uygulanırken dental büyüteç kullanılmamalı
- Lazer aktivasyonu için kullanılan bir ayak pedalı varsa sadece uygulayıcı hekimin ulaşabileceği yerde olmalı
- Kimyasal etkilerin önüne geçebilmek için ortam oldukça iyi havalandırılmalı
- Lazer cihazına göre tavsiye edilen en düşük güç kullanılmalı
- Yangın riski sebebiyle eğitilmiş personel bulunmalıdır(Monaco & Barker, 1995).

Sonuç

Günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte ihtiyaçlara cevap verme kapasitesi oldukça artan ve bu sebeple kullanımı popüler hale gelen lazerin; avantajları, dezavantajları, uygulama biçimi, doku-lazer etkileşimi uygulayıcı hekim tarafından ayrıntılı bir şekilde hakim olunması gereken konuların başında gelir. Doğru endikasyonlarda etkili olan lazer popüler olmasının da hakkını verecek şekilde ilerlemesini sürdürmekte olsa da kullanım skalasının genişletilmesi için gerekli klinik önlemleri de alarak üzerinde çalışılması gereken hekim ve hasta konforunu günden güne arttıran, iyileşmeyi kolaylaştıran bir tedavi yöntemidir.

TEŞEKKÜR

Akademik anlamda yolumuzu açmak için elinden geleni her fırsatta büyük bir özveriyle ve emekle yapan, önümüzde yol gösterici, yanımızda destek, arkamızda her zaman danışabileceğimiz büyük bir şans olan Doç. Dr. Nesrin SARUHAN KÖSE' ye gönülden teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Andersen, K. (2004). Safe Use of Lasers in the Operating Room—What Perioperative Nurses Should Know. *Aorn Journal*, 79(1), 171-188. Doi: 10.1016/S0001-2092(06)61151-4

Aoki, A., Sasaki, K. M., Watanabe, H., & Ishikawa, I. (2004). Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontology 2000*, 36(1), 59-97.

Arnabat-Domínguez, J., España-Tost, A. J., Berini-Aytés, L., & Gay-Escoda, C. (2003). Erbium: YAG laser application in the second phase of implant surgery: a pilot study in 20 patients. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 18(1).

Barak, S., Kaplan, I., & Rosenblum, I. (1990). The use of the CO2 laser in oral and maxillofacial surgery. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 8(5), 69-70. Doi: 10.1089/clm.1990.8.69

Beyazova, M., & Kutsal, Y. G. (2016). *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.

Bisht, D., Gupta, S., Misra, V., Mital, V., & Sharma, P. (1994). Effect of low intensity laser radiation on healing of open skin wounds in rats. *The Indian Journal of Medical Research*, 100, 43-46.

Bjrdal, J. M., Johnson, M. I., Iversen, V., Aimbire, F., & Lopes-Martins, R. A. B. (2006). Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomedicine and Laser Therapy*, 24(2), 158-168. Doi:10.1089/pho.2006.24.158

Boyraz, İ., & Yıldız, A. (2017). Lazer Çeşitleri ve yüksek yoğunluklu lazer kullanımı. *Çağdaş Tıp Dergisi*, 6(1-Ek (Olgu Sunumları)), 104-109.

Convissar, R. A. (2015). *Principles and Practice of Laser Dentistry-E-Book*. Amsterdam:Elsevier Health Sciences.

Dougherty, T. J. (2002). An update on photodynamic therapy applications. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 20(1), 3-7.

Gaspar, L. (1994). The use of high-power lasers in oral surgery. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 12(5), 281-285. Doi: 10.1089/clm.1994.12.281

Green, J., Weiss, A., & Stern, A. (2011). Lasers and radiofrequency devices in dentistry. *Dental Clinics*, 55(3), 585-597. Doi: 10.1016/j.cden.2011.02.017

Guttenberg, S. A., & Emery, R. W., 3rd. (2004). Laser physics and tissue interaction. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 16(2), 143-147. Doi:10.1016/j.coms.2004.02.008

Güngörmüş, M. (2007). Diş Hekimliğinde Lazer Kullanımı Sırasında Oluşabilecek Zararlar ve Alınacak Önlemler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2007(2), 31-33.

Hendler, B. H., Gateno, J., Moor, P., & Sherk, H. H. (1992). Holmium: YAG laser arthroscopy of the temporomandibular joint. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 50(9), 931-934. Doi: 10.1016/0278-2391(92)90048-5

Kasnak, G., & Fıratlı, H. (2016). ” Lazer Fiziği ve Lazer Uygulamalarında Temel Kavramlar. *Türkiye Klinikleri Periodontology-Special Topics*, 2(2), 1-6.

Kreisler, M., Götz, H., Duschner, H., & d'Hoedt, B. (2002). Effect of Nd: YAG, Ho: YAG, Er: YAG, CO₂, and GaAlAs Laser Irradiation on Surface Properties of Endosseous Dental Implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 17(2).

Matarasso, S., Quaremba, G., Coraggio, F., Vaia, E., Cafiero, C., & Lang, N. (1996). Maintenance of implants: an in vitro study of titanium implant surface modifications subsequent to the application of different prophylaxis procedures. *Clinical oral implants research*, 7(1), 64-72.

Midda, M. (1992). The use of lasers in periodontology. *Current opinion in dentistry*, 2, 104-108.

Monaco, W., & Barker 2nd, F. (1995). Laser hazards and safety. *Optometry clinics: the official publication of the Prentice Society*, 4(4), 1-15.

Nammour, S. (2012). Laser dentistry, current advantages, and limits. *Photomedicine and Laser Surgery*, 30(1), 1-4. Doi:10.1089/pho.2012.9894

Qadri, T. (2010). *The effect of therapeutic and Nd: YAG laser as an adjunct treatment modality in periodontal therapy*. Solna: Karolinska Institutet.

Qadri, T., Miranda, L., Tuner, J., & Gustafsson, A. (2005). The short-term effects of low-level lasers as adjunct therapy in the treatment of periodontal inflammation. *Journal of clinical periodontology*, 32(7), 714-719.

Romanos, G. (1994). Clinical applications of the Nd: YAG laser in oral soft tissue surgery and periodontology. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 12(2), 103-108. Doi: 10.1089/clm.1994.12.103

Sarı, H., Tüzün, Ş., & Akgün, K. (2002). *Hareket sistemi hastalıklarında fiziksel tıp yöntemleri*. Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri.

Snyder-Mackler, L., & Bork, C. E. (1988). Effect of helium-neon laser irradiation on peripheral sensory nerve latency. *Physical therapy*, 68(2), 223-225. Doi: 10.1093/ptj/68.2.223

Speelman, J., Collaert, B., & Klinge, B. (1992). Evaluation of different methods to clean titanium abutments. A scanning electron microscopic study. *Clinical oral implants research*, 3(3), 120-127. Doi: 10.1034/j.1600-0501.1992.030304.x

Strauss, R. A., & Fallon, S. D. (2004). Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery. *Dental Clinics*, 48(4), 861-888. Doi: 10.1016/j.cden.2004.06.005

Szymanska, J. (2000). Work-related vision hazards in the dental office. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 7(1).

Tosun, E., & Tasar, F. (2012). Oral ve Maksillofasiyal Cerrahide Lazer Kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci-Special Topics 2012*, 3.

Uysal, D., & Güler, Ç. (2012). Diş hekimliğinde lazer: bir literatür derlemesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2012(Supplement 6), 44-53.

Vanheusden, A. (2001). Impression technics in implantology. *Revue Belge de Medecine Dentaire*, 56(3), 189-203.

Vowels, B. R., Cassin, M., Boufal, M. H., Walsh, L. J., & Rook, A. H. (1992). Extracorporeal photochemotherapy induces the production of tumor necrosis factor- α by monocytes: implications for the treatment of cutaneous T-cell lymphoma and systemic sclerosis. *Journal of investigative dermatology*, 98(5), 686-692.

Walsh, L. (1997). The current status of low level laser therapy in dentistry, Part 1. Soft tissue applications. *Australian dental journal*, 42(4), 247-254. Doi: 10.1111/j.1834-7819.1997.tb00129.x

Wigdor, H., Abt, E., Ashrafi, S., & Walsh Jr, J. T. (1993). The effect of lasers on dental hard tissues. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 124(2), 65-70. Doi: 10.14219/jada.archive.1993.0041

Mandibular Osteotomi Teknikleri

Gizem ÇALIŞKAN¹
Görkem TEKİN²

Giriş

Dentofasial Deformitelerin Cerrahi Tedavisi

Ortognatik cerrahi, büyüme ve gelişimi tamamlanmış ve ciddi iskeletsel bozuklukları bulunan kişilerde, maksilla ve mandibula üzerinde cerrahi müdahalelerle dentofasial deformasyonları düzeltmek için kullanılan bir prosedürdür.(Arcuri & ark., 2013) Bu süreçte, ortodonti ve cerrahi uzmanları birlikte çalışır. Ortodontik yöntemlerle düzeltilemeyen dentofasial bozukluklar, ortodonti ve cerrahi tedavi kombinasyonu ile çözümlenebilir. Ortognatik cerrahi, büyüme ve gelişimini tamamlamış kişilerde bu tür deformasyonları gidermek için en etkili tedavi seçeneğidir.(Beukes, Reyneke & Becker, 2013) Alt çeneye uygulanan birçok teknik olmasına rağmen en çok tercih edilen teknik Sagittal Split Ramus Osteotomisi (SSRO)'dir. Çok kullanılmasının nedeni ise osteotomi sonrası mandibulada istenilen şekilde uyumlu ve hızlı kemik kontak teması sağlamasıdır.(Lye, 2008)

Mandibular Osteotomilerin Tarihçesi

İlk mandibular osteotomi uygulaması, 1849 yılında Hüllihen(Hüllihen, 1849) tarafından gerçekleştirilmiştir. Hastanın durumu anterior open bite ve mandibular prognatisi idi ve bu operasyon günümüzde subapikal osteotomi olarak bilinir.(Bloomquist & Lee, 2004) Hüllihen'in bu uygulamasından Blair'in çalışmalarına kadar ortognatik cerrahi konusunda fazla ilerleme gözlenmemiştir. 1906 yılında, Blair(Blair, 1906) mandibular progenisi olan bir hastaya "body" osteotomisi uygulamış ve 1907'de horizontal ramus osteotomisi kullandığını belirtmiştir. Bu teknik uzun bir süre boyunca herhangi bir değişikliğe uğramadan kullanılmıştır. Ancak, 1970'li yıllardan sonra çeşitli modifikasyonlar yapılmış ve bu yöntem günümüzde kullanımını büyük ölçüde kaybetmiştir.(Ertaş, Yalçın & Aşçı, 2021)

1925 yılında Limberg(Limberg, 1925), subkondiler posterior oblik ramus kesi hatlarını tanımlayarak ilk ekstraoral yaklaşımı literatüre kazandırmıştır. Bu teknik daha sonra intraoral bir yaklaşıma dönüştürülmüştür.(Bloomquist & Lee, 2004) Wassmund(Wassmund, 1927) ise 1927'de ters L osteotomisini tanıtmıştır. Ters L osteotomisi, 1968'de Caldwell ve ark.(Caldwell, Hayward & Lister, 1968) tarafından mandibulanın alt kenarında ek bir horizontal kesiyile değiştirilmiş ve bu yeni teknik C osteotomisi olarak adlandırılmıştır. Caldwell ve Letterman(Limberg, 1925) 1954'te daha önceden Limberg tarafından tanımlanmış olan bir tekniği modifiye ederek vertikal ramus osteotomisini tanımlamışlardır.

¹ Araş.Gör.Dt., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

² Dr.Öğr.Üyesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

1957 yılında Trauner ve Obwegeser(Trauner & Obwegeser, 1957), hem mandibular prognati hem de retrognati durumlarında kullanılabilen SSRO tekniğini mandibular deformiteler için tanımlamışlardır. Bu tekniğin ilk modifikasyonu 1959 yılında Dal Pont tarafından gerçekleştirilmiştir. Dal Pont, bu modifikasyonda bukkal kortikal osteotomi kesimini en son molar dişin distalinden dikey olarak yapmıştır. Bu değişikliğin avantajı, birbirine temas eden proksimal ve distal segmentlerin yüzey alanının genişlemesidir.(Ertaş, Yalçın & Aşçı, 2021) 1968'de Hunsuck(Hunsuck, 1968), ramus medialis boyunca uzanan kesiyi lingula'nın arkasına kadar kısaltarak bu teknik üzerinde bir modifikasyon yapmış ve bu değişiklik teknik daha güvenli ve hızlı bir şekilde uygulanabilir hale getirmiştir. Bu modifikasyonun önemli bir avantajı, medial pterygoid kasın korunması ve distal segmentin hareketinin kısıtlanmasının engellenmesidir. 1977'de Ebker(Epker, 1977), osteotominin mandibula inferiorunda sonlanacağı bir modifikasyonu tanımlamıştır.

Cerrahi Teknikler

Ortognatik cerrahi uygulamaları, maksillofasiyal bozuklukların düzeltilmesinde çeşitli teknikler ve bu tekniklerin farklı uygulamalarını içerir. Teknikler, hem bağımsız hem de kombine bir şekilde uygulanabilir. Mandibular cerrahiye özgü bazı uygulanabilecek teknikler aşağıdaki gibidir:

- SSRO,
- İntraoral Vertikal Ramus Osteotomisi (IVRO),
- Ters L ve C Osteotomisi,
- Mandibula Gövde Osteotomisi,
- Anterior Subapikal Osteotomi
- Genioplasti.(Bloomquist & Lee, 2004)

Sagittal Split Ramus Osteotomisi (SSRO)

Mandibulanın çok yönlü hareket edebilmesine olanak sağladığından dolayı, bu teknik, alt çene kaynaklı maloklüzyon tedavilerinde standart bir cerrahi prosedür olarak kullanılır.(Farrell BB, 2015)

SSRO Endikasyonları

- Konjenital dentofasiyal deformitelerin düzeltilmesi, mandibular yetersizlik, hiperplazi, asimetri ve disgnati durumlarını içerir.
- Edinsel dentofasiyal deformitelerin düzeltilmesi, yüz travmaları, tümör ablasyon cerrahisi sonucu oluşan deformasyonlar, temporomandibular eklem asimetrisi ve deformiteleri gibi durumları kapsar.(Farrell & Tucker, 2015)

SSRO Kontrendikasyonları

- Anormal veya ince ramus yapısı
- Saatin tersi yönünde aşırı rotasyon
- 12 mm'den daha büyük mandibular ilerlemeler
- Sinir hasarı riskinin arttığı durumlar
- Daha önce baş ve boyun bölgesine radyasyon tedavisi uygulanmış olması(Farrell & Tucker, 2015)

SSRO Tekniği ile İlgili Anatomik Yapılar

Retrolingual Fossa: Mandibulanın dil tarafında, lingula ile mandibulanın arka sınırı arasındaki çöküntüdür.

Lingula: Mandibular kanal üzerinde bulunan bir çıkıntıdır. SSRO işlemi, lingula'nın üzerinden başlar.

Antilingula: Lingula'nın medial ramus üzerindeki konumunu işaret eden lateral ramus boyunca bulunan bir çıkıntıdır.

İnferior Alveolar Sinir: Lingula'nın yanında yer alan ve mandibular kanala girip mandibuladan mental foramenden çıkan nörovasküler yapıdır.(Farrell & Tucker, 2015)

Cerrahi Teknik

Hasta, nazal olarak entübe edilir ve entübasyon tüpü güvenli bir şekilde sabitlenir. Boğaza, hipofarinks seviyesine ulaşacak şekilde bir tampon yerleştirilir. Kanamanın kontrolü adına, ameliyattan 10 dakika önce vazokonstriktör içerikli (epinefrin konsantrasyonu 1/100.000) lokal anestezi ile eksternal oblik sırt, retromolar trigon ve posterior bukkal vestibül bölgeleri uyuşturulur. Cerrahiye başlamadan önce, hastanın dudaklarına steroid krem uygulanır ve bu, cerrahi süre boyunca dudakların lubrikasyonunu sağlar.(Farrell & Tucker, 2015)

Hasta, oral kavitesi ve maksillofasiyal iskelet yapısını kapsayacak şekilde steril bir örtüyle kaplanır ve bir ısırma bloğu arka bölgeye yerleştirilir. Başlangıçtaki doku kesisi, eksternal oblik sırtın 2-3 cm lateralinden, yarı kalınlıkta, 15 numaralı bistüri kullanılarak yapılır. Daha sonra, bir periost elevatörü ile mukoperiost, mandibulanın dış yüzeyinden, anterior bölgedeki Dal Pont çıkıntısına kadar kaldırılır.(Farrell & Tucker, 2015)

Diseksiyon işlemi, altındaki periost tabakasının korunması adına titizlikle ve düzenli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Masseter kasının bağlantısı, osteotomi alanının kolayca görülmesi için gereken görüş alanını kısıtlamadan korunmalıdır. Ancak, tüm masseter kas eklemeleri mandibuladan kesilmemelidir. Mandibulanın proksimal segmentleri yeniden konumlandırılmayacak ve otorotasyon dışında bu segmentin orijinal pozisyonunun korunması önemlidir; ayrıca, masseter kasından tamamen ayrılmaması da önemlidir. Kasın tamamen kesilmesi, boş alanın artmasına, bu da ödeme ve hematoma oluşumuna neden olabilir. Ayrıca, kemiğin bir bölümünün kan dolaşımının kesilmesine yol açarak nekroz oluşabilir.(Reyneke, 2003)

Diseksiyon süreci posterior bölgede sürdürülür, böylelikle eksternal oblik sırt ve mandibulanın ascendan kısmı serbest bırakılır. Mandibular ramusun anterior sınırına bir çentikli ramus retraktörü yerleştirilir ve temporal kasın ataşmanları bir Obwegeser ramus stripperi kullanılarak ayrıştırılır. Subperiostal diseksiyon, ramusun medial kısmından lingula üzerinde bir subperiosteal cep oluşturuluncaya kadar sürdürülür. Bu aşamada lingula ve inferior alveolar sinir-damar kompleksi tanımlanır. Lingual subperiosteal cep içerisine bir Seldin retraktörü konumlandırılır. Retraktör 45° döndürülerek sinir-damar kompleksi korunmuş olur ve cerrahi testerenin konumlandırılması için uygun alan oluşturulmuş olur.(Farrell & Tucker, 2015; Patel & Zhao, 2018)

Piezocerrahi, 45° açıyla ayarlanır ve oklüzal plana paralel hale getirilir. Medial kortekste bulunan lingula üzerinden yatay bir osteotomi ile kesime başlanır. Osteotomi, lingula'nın hemen arkasında posterior yönde sonlandırılır. Anterior yönde ise, eksternal oblik sırtın medialinden başlayarak dişlerin lateraline doğru genişletilir ve molar bölgedeki Dal Pont kemik çıkıntısına

ulaşılır. Mandibulanın alt kısmına Obwegeser ekartörü yerleştirilir ve 45° döndürülerek piezocerrahicerrahi için alan oluşturulur.(Farrell & Tucker, 2015; Khechoyan, 2013) (Şekil 1)



Şekil 1. Piezocerrahi ile yapılan kemik kesisi

Vertikal osteotomi, Dal Pont çıkıntısının anterior yüzü ve mandibulanın alt kenarından başlayarak mandibular kanalın inferiorundaki bukkal ve lingual kortekslerin ayrıştırılmasıyla gerçekleştirilir. Vertikal osteotomi, lateral korteks boyunca süperfisyel olarak devam ederek eksternal oblik sırttaki osteotomi hattıyla birleştirilir.(Farrell & Tucker, 2015; MacIntosh, 1981)

Mandibular splint, osteotomiler aracılığıyla oluşturulur. Distal ve proksimal segmentler birbirinden ayrılır. Nörovasküler yapılar yeniden konumlandırma öncesinde belirlenir ve nörovasküler yapılar proksimal segmentte kaldıysa küt bir aletle kemikten dikkatli şekilde ayrılır.(Naini, 2017) (Şekil 2) Medial pterygoid kas eklemeleri, distal segmentin inferior ve medial tarafından serbest bırakılarak, mandibulanın pasif olarak yeniden konumlandırılmasını sağlar.(Farrell & Tucker, 2015)



Şekil 2. Proksimal ve distal segmentlerin birbirinden ayrılır. Yeniden konumlandırma öncesi proksimal segmentte kalan nörovasküler yapılar serbestleştirilir.

Maksillomandibular fiksasyon, önceden hazırlanan oklüzal splintler kullanılarak gerçekleştirilir. Proksimal ve distal segmentlerin pasif konumlandırılmasına özen gösterilmelidir. Kemik uyumsuzlukları, testere, frez ve kemik eğeleri gibi aletler kullanılarak düzeltilmelidir. Mandibulanın alt sınırı hizalanır ve kondiller, glenoid fossa içinde posterior-superior konumda gerilimsiz olarak yerleştirilir. Fiksasyon, perkütanöz veya transoral yaklaşımlarla uygulanabilir. Rijit internal fiksasyon için korteks üzerine dik olarak trokar kullanılır. Fiksasyon tamamlandığında maksillomandibular fiksasyon serbest bırakılır ve oklüzyon kontrol edilir. Oklüzyonun bir tarafa kayması, kondilin istenen pozisyonda olmadığını gösterir ve bu durumda etkilenen taraftaki fiksasyon çıkarılır ve proksimal segment yeniden konumlandırılır. Trokar insizyonu basit sütürlü kapatılır. Ağız içindeki insizyonlar ise rezorbe olabilen sütürlarla kapatılır.(Farrell & Tucker, 2015; Reyneke, 2003)

İntraoral Vertikal Ramus Osteotomisi (IVRO)

IVRO prognatizm ve çene asimetrilerinin tedavisinde uygulanan bir cerrahi yaklaşımdır. Mandibular ilerleme gerektiğinde sınırlı uygulanabilirlik göstermektedir. Proksimal ve distal segmentler arasında kabul edilemez bir boşluk oluşturmadan yalnızca küçük miktarlarda (1-2 mm) mandibular ilerleme sağlanabilir. Bununla birlikte, yumuşak dokuların ilerletilmesi kondilin distraksiyonuna neden olabilmektedir.(McKenna & King, 2016)

Bimaksiller cerrahi durumunda, maksillanın posteriora gömülmesiyle birlikte vertikal ramus kısaltması kondil fossayla temasını artırır ve planlanan küçük ilerlemelerle oluşabilecek istenmeyen proksimal segment konumlandırmasına direnç gösterebilir. Öte yandan, bimaksiller cerrahiyle posterior vertikal uzatma planlandığında, yumuşak dokuların dağıtıcı kuvvetleri, mandibular ilerleme ile birlikte, istenmeyen kondil konumlandırmasına neden olabilir ve sonuçta oklüzyon stabilitesini etkileyebilir.(Hall & McKenna, 1987) Distal segmentin önemli ölçüde saat yönünün tersine rotasyon planlandığı durumlarda, örneğin bir sınıf III anterior açık kapanış düzeltilmesinde, IVRO dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır veya hiç kullanılmamalıdır. Daha önce belirtildiği gibi, kapanma rotasyonları yumuşak doku zarının dikey uzamasına neden olur ve bu da proksimal segmentin dağılmasına ve oklüzyon instabilitesine neden olabilmektedir.(Ghali & Sikes, 2000)

Osteotomi hattı tahmini foramen hizası göz önünde tutularak ramusun posterior kenarının en fazla 5-7 mm önünden yapılmaktadır.(Hara et al., 2014) SSRO ile karşılaştırıldığında nörolojik hasar riskinin daha düşük olmasının sebebi; mandibular foramenin ramusun posterior sınırına 7 mm den daha yakın konumda nadiren bulunabilmesi ile sınırdan kaçınabilme kolaylığıdır.(Al-Moraissi & Ellis, 2015) IVRO, farklı düzlemlerde çoklu osteotomiler içeren SSRO ile karşılaştırıldığında tek bir düzlemde tek bir kesi içermektedir. Bu yüzden SSRO osteotomisinde istenmeyen ayrılmalar oluşma insidansı daha yüksektir.(Al-Moraissi & Ellis, 2015)

IVRO'nun başlıca dezavantajı maksillomandibular fiksasyon gerektirmesidir. Bunun yanında rijit fiksasyonda teknik zorluk, daha uzun operasyon süresi, artan maliyet ve planlanan oklüzyonun sağlanmasında daha az kesinlik gibi dezavantajları bulunmaktadır.(McKenna & King, 2016)

Cerrahi Yaklaşım

Mukozal insizyon, eksternal oblik sırtın medialine ve mukogingival birleşimin 2 ila 3 mm lateraline atılır ve oklüzal düzlemden birinci mandibular moların seviyesine kadar anterior

yönde uzanır. Periost, sigmoid çıkıntıya kadar olan bölgede lateral ramusu açığa çıkarmak için kaldırılır. Periost, planlanan osteotomi alanının alt sınırından mandibulanın inferior kenarına kadar kaldırılmalıdır, bu şekilde yüz sinirinin marjinal mandibular dalına zarar riski en aza indirilir.(McKenna & King, 2016) Periost, ramusun posterior kenarından kaldırılmaz. Bukal flepte gerilimi azaltmak için temporalis kasının anterior kenarı ve lateral yüzeyinden yeterli miktarda çıkarılır. Yara izi bandı ve yiyecek artığı oluşumunu sınırlamak için, mukozal insizyonun mukogingival birleşim yerinden 2 ila 3 mm içerisine yapılması gerektiğine dikkat edilmelidir. Posterior ramus sınırındaki periostun soyulmasını önlemek için Levasseur-Merrill retraktörünün kullanımından kaçınılmalıdır.(McKenna & King, 2016)

Genioplasti

Genioplasti, dentofasiyal rahatsızlıkların düzeltilmesinde sıklıkla kullanılan bir ameliyat yöntemidir. Genellikle yüzün asimetrisini veya şekil bozukluklarını düzeltme amacıyla ortognatik cerrahi işlemlerle birlikte uygulanabilir. Bununla birlikte, bu prosedür estetik bir profil sağlamanın yanı sıra, labiomental ve nasolabial yüz bölgelerinde kas dengesi ve uyumu oluşturur. Anterior labial sulcus yaklaşımında kesik, hareketli mukozada yapılmamalıdır çünkü bu, aşırı skar oluşumuna yol açabilir. Bu nedenle, insizyonun yapılması gereken yer, diş etinin altında 5 mm non-keratinize mukoza bırakılan vestibül bölgesidir.(Ferretti & Reyneke, 2016)

Submukozal insizyon, submukozal dokudan periosta ve oradan kemiğe doğru 45 derece açıyla gerçekleştirilmelidir. Mental sinirin zarar görmemesine özellikle dikkat edilmelidir. Mental kas lifleri, yukarıya doğru yeterli miktarda lif bırakılarak ve kapanabilmesine imkan sağlayacak şekilde eğimli olarak kesilmelidir. Simfizinin ortaya çıkması için, mandibulanın alt kenarına kadar subperiosteal düzlemde bir diseksiyon işlemi uygulanır. Mukoperiosteal diseksiyon, merkezden başlayarak yanlara ve aşağıya doğru yapılmalıdır. Mental sinirler, her iki tarafta da belirlenir ve periosteum, foramen çevresinde dikkatlice serbestleştirilir. Bu bölgedeki titiz diseksiyon işlemi, cerrahın bu sinirin tüm dallarını ve ilgili kasları mümkün olduğunca korumasına yardımcı olur.(Ferretti & Reyneke, 2016)

Planlanan osteotomi için, mental sinirin kanal içinde yaptığı geri dönüş (loop) nedeniyle, osteotomi hattının mental foramenin ve diş köklerinin en az 5 mm altında ve alt sınırdan da en az 10-15mm yukarıda olması önemlidir. Piezocerrahi kullanılarak merkezden yanlara doğru osteotomi gerçekleştirilmelidir. İki kortikal tabakanın ve mandibular sınırın kesildiği doğrulanmalıdır. Bu duruma dikkat edilmezse, istenmeyen kırıklar meydana gelebilir. Osteotomize edilmiş segmentin arka kısımları kontrol edilir. Keskin ya da düzensiz köşeler ve interferans noktaları giderilir. Düzgün bir düzenleme yapılmaması, çene ucunun sabitleme için nihai konumuna ulaşmasını engelleyecektir. Çoğunlukla, interferans noktaları hareketli segmentin postero-lingual bölgesinde yer alır. Bu bölgeye bağlı yumuşak dokular (sublingual tükürük bezi, facial arter, mental sinir, geniohyoid kas) bu aşamada kesinlikle korunmalıdır.(Ferretti & Reyneke, 2016)

Komplikasyonlar

Ortognatik cerrahi, günümüzde cerrahi prosedürlerin artan güvenilirlik ve tahmin edilebilir sonuçları sayesinde daha sık tercih edilen bir tedavi haline gelmiştir. Ancak, her cerrahi işlemde olduğu gibi, ortognatik cerrahi sırasında veya sonrasında nadir de olsa komplikasyonlar meydana gelebilir. Bu komplikasyonlar geçici ya da kalıcı olabilir ve hastanın postoperatif durumunu olumsuz yönde etkileyebilir. Bu komplikasyonları en aza indirmek ve başarı oranını artırmak için, cerrahın dikkatli olması, tecrübesi, her hastayı bireysel olarak değerlendirmesi ve tedavi planını her duruma özgü olarak yapması büyük önem taşır. Cerrahın

görevi, en uygun tedaviyi belirlemek ve operasyonu güvenli ve etkili bir şekilde gerçekleştirmektir.(Khechoyan, 2013)

Kanama, hem cerrahi esnasında hem de sonrasında ortaya çıkabilen bir komplikasyondur. Maksillofasiyal alanın yoğun damar yapısına ek olarak, kemik içinde bulunan damarların görülememesi, kanama riskini artırabilir.(Kim & Park, 2007) Çoğu kanama olayı tamponlama, koterizasyon ve ligatür uygulaması ile kontrol altına alınabilir; ancak bazı durumlarda kanama, kan transfüzyonu gerektirecek seviyeye de ulaşabilir. Bu tür durumlar, cerrahi yöntemlerin dikkatli ve doğru bir şekilde uygulanmasını gerektirir, böylece kanama riski minimize edilir ve hasta sağlığı korunur.(Salma & ark., 2017)

SSRO sırasında kanama nadir olsa da, inferior alveolar arter, maksiller arter, fasiyal arter, pterygoid ven pleksusu ve retromandibular ven kanama riski taşır. Bu nedenle, mandibulanın medial ve inferior diseksiyonu dikkatlice ve subperiosteal olacak şekilde yapılmalıdır.(Lanigan, Hey & West, 1991; Turvey, 1985)

Eğer kanama meydana gelirse, vazokonstriktör içeren tamponlar ile on dakika süresince sıkı basıncın uygulanması, vakaların çoğunda kanamayı durduracaktır. Eğer bu konservatif önlemlere rağmen kanama devam ederse, kanama kaynağının tespit edilmesi ve kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu, kanamaya sebep olan anatomik yapının görüntülenebilmesi için osteotominin tamamlanması gerekmektedir.(Lanigan, Hey & West, 1991) Teltrow ve ark.(Teltrow & ark., 2005) SSRO uygulanan hastalar üzerinde bir çalışma yürütmüş ve retromandibular ven rüptürü nedeniyle 15 ciddi kanama vakası rapor etmiştir. Bu vakaların 7'sinde (%0.6) kan transfüzyonu gerektiği, 4'ünde (%0.3) ise masif hematoma boşaltılması için ek bir cerrahi müdahale uygulandığı belirtilmiştir.

Kötü kırıklar, hem alt hem de üst çenede ortaya çıkabilir ve genellikle SSRO sırasında meydana gelir. Bu kırıklar çoğunlukla distal veya proksimal segmentte oluşurken, koronoid ve kondil bölgelerinde de görülebilir.(Mehra & ark., 2001)

SSRO işlemlerinde istenmeyen kırıkların meydana gelme oranı, %3 ile %23 arasında değişmektedir. Bu oran, işlemi gerçekleştiren cerrahın tecrübesi, hastanın özellikleri ve kullanılan cerrahi tekniklere bağlı olarak değişebilir. İstenmeyen kırıkların oluşmasını önlemek için doğru preoperatif planlama, dikkatli cerrahi uygulama ve postoperatif bakım son derece önemlidir.(MacIntosh, 1981; van Merkesteyn & ark., 1987) Kriwalsky ve ark.(Kriwalsky & ark., 2008) yaptığı bir çalışmada, istenmeyen kırık oranının %6 olduğu bulunmuştur. Bu çalışma ayrıca artan yaşın kırık riskini artırdığını ortaya koymuştur. Bu nedenle, yaş ilerledikçe ortognatik cerrahi uygulamalar daha dikkatli bir şekilde planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir. Hastanın genel sağlık durumu, kemik yoğunluğu ve diğer risk faktörleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bilgiler ışığında, en uygun ve güvenli tedavi planı oluşturulmalıdır.

Sinir hasarı, insizyon, diseksiyon, kemik kesimi, hareketlilik ve fiksasyon aşamalarında ortaya çıkabilir. Özellikle Inferior Alveolar Sinir (IAS) olmak üzere, lingual, infraorbital ve fasiyal sinirler etkilenebilir.(Al-Bishri, Rosenquist & Sunzel., 2004) Erken dönem parestezi (anormal duyuşsal algılama), SSRO sonrası hastaların yaklaşık %85-87'sinde görülebilir. Bu oran, 40 yaş ve üzerindeki hastalar için daha yüksektir, çünkü bu yaş grubunda sinir hasarı riski artmaktadır.(Kim, 2017)

Ortognatik cerrahi sonrasında hastalar, orta veya şiddetli ağrılar deneyimleyebilir. Bu ağrılar, diseksiyon ve osteotomi sonrası oluşan cerrahi travma nedeniyle başlayan enflamatuar sürecin bir sonucudur. (Nagatsuka, Ichinohe & Kaneko, 2000) Operasyon sonrası erken dönemde ağrı ve ödem, çene hareketlerini kısıtlayabilir ve hastanın yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir.(Phillips, Blakey & Jaskolka, 2008) Cerrahi operasyonun ardından oluşan ödem, genellikle 48-72 saat içerisinde zirveye ulaşır ve sonraki günlerde azalmaya başlar. Ödemin

tamamen kaybolması ise 12 ayı bulabilir. Bu süre zarfında uygun ağrı yönetimi ve rehabilitasyon tekniklerinin uygulanması, hastaların konforunu artırabilir ve iyileşme sürecini hızlandırabilir.(Yaedú & ark., 2017)

Ortognatik cerrahi sonrası enfeksiyon sıklıkla rastlanan bir komplikasyon olmasa da, oluşabilme ihtimali vardır.(Bağain & ark., 2004) Bu durumun nadir görülmesi, genellikle tüm hastalara antibiyotik tedavisi uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Enfeksiyon riski, bir dizi faktöre bağlıdır: hastanın yaşı, operasyon süresi, bakteriyel kontaminasyon, iskemi, travma ve kullanılan tıbbi materyaller (vida, plak vb.).(Velanovich, 1991) SSRO segmentlerinin fiksasyonu için transbuccal (yanak içinden) yaklaşım kullanıldığında enfeksiyon potansiyeli artabilir.(Patel, Morris & Gassman, 2007) Robl ve ark.(Robl, Farrell & Tucker, 2014) yaptığı bir çalışmada, cerrahi alan enfeksiyon oranı mandibulada %2,4 ve maksillada %0,5 olarak belirlenmiştir. Bu istatistikler, bu tür komplikasyonların nispeten nadir olduğunu, ancak dikkate alınması gereken bir risk olduğunu göstermektedir.

Ortognatik cerrahi sonrasında görülen relaps (yani, cerrahi düzeltmenin zamanla bozulması), genellikle bir dizi faktörün birleşimine bağlıdır. Yetersiz preoperatif ve postoperatif ortodontik tedavi, çiğneme kaslarının aktivitesi, cerrahi komplikasyonlar, kemik parçalarının fiksasyonunda başarısızlık ve cerrahi hareketin miktarının aşırı olması gibi faktörler bu duruma katkıda bulunabilir. Bu faktörlerin her biri, operasyonun başarısı ve sonuçlarının kalıcılığı üzerinde etkili olabilir, bu yüzden hepsi dikkate alınmalı ve gerektiğinde ele alınmalıdır. Ayrıca, hastaların uzun süreli sonuçlar hakkında bilgilendirilmesi ve uygun postoperatif bakım için yönlendirilmesi de önemlidir.(Haas Junior & ark., 2019; Van Sickels & Richardson, 1996)

Sonuç

Alt çene osteotomileri, geniş bir yelpazede dentofasiyal rahatsızlıkların tedavisinde yaygın bir prosedür olmuştur. Bu operasyonlar, çene asimetrisi veya form bozukluklarını düzeltebilme ve daha estetik bir profil oluşturabilme kabiliyeti ile hastaların yaşam kalitesini belirgin bir şekilde iyileştirebilir. Bunun yanında, bu prosedürler, labiomentel ve nasolabial alanlardaki kas uyumunu ve dengeyi de geliştirebilir. Fakat, alt çene osteotomilerinin başarılı olması, cerrahın dikkati, tecrübesi ve her bir hastanın özel ihtiyaçlarına göre detaylı bir planlama yapılmasına dayanmaktadır. Operasyonlar esnasında ve sonrasında kanama, sinir zedelenmesi, enfeksiyon, istenmeyen kırıklar ve relaps gibi potansiyel komplikasyonlar yaşanabilir. Bu riskler, kapsamlı bir preoperatif değerlendirme, doğru cerrahi teknik ve uygun postoperatif bakım ile minimize edilebilir. Sonuç olarak, alt çene osteotomileri, etkinlikleri ve güvenilir sonuçları sayesinde dentofasiyal bozuklukların tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, bu prosedürlerin başarısının maksimize edilmesi, tüm potansiyel risklerin ve komplikasyonların dikkatlice değerlendirilmesi ve uygun tedavi yaklaşımlarının uygulanmasıyla en iyi şekilde elde edilebilir.

TEŞEKKÜRLER

Desteklerinden dolayı Doç. Dr. Nesrin SARUHAN KÖSE'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Al-Bishri, A., Rosenquist, J., & Sunzel, B. (2004). On neurosensory disturbance after sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg*, 62(12), 1472-1476. Doi: [10.1016/j.joms.2004.04.021](https://doi.org/10.1016/j.joms.2004.04.021)

Al-Moraissi, E. A., & Ellis, E. (2015). Is There a Difference in Stability or Neurosensory Function Between Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy and Intraoral Vertical Ramus Osteotomy for Mandibular Setback? *J Oral Maxillofac Surg*, 73(7), 1360-1371. Doi: [10.1016/j.joms.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.01.010)

Arcuri, F., Giarda, M., Stellin, L., Gatti, A., Nicolotti, M., Brucoli, M., Benech, A., & Boffano, P. (2013). Basic and advanced operative techniques in orthognathic surgery. In Motamedi M.H. (Eds.) *A textbook of advanced oral and maxillofacial surgery*. (1st ed. pp.697-718). Rijeka:In Tech Open

Baqain, Z. H., Hyde, N., Patrikidou, A., & Harris, M. (2004). Antibiotic prophylaxis for orthognathic surgery: a prospective, randomised clinical trial. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 42(6), 506-510. Doi: [10.1016/j.bjoms.2004.06.010](https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2004.06.010)

Beukes, J., Reyneke, J. P., & Becker, P. J. (2013). Variations in the anatomical dimensions of the mandibular ramus and the presence of third molars: its effect on the sagittal split ramus osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 42(3), 303-307. Doi: [10.1016/j.ijom.2012.09.020](https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.09.020)

Blair, V. P. (1906). Report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible. *Dent Cosmos*, 48, 817.

Bloomquist, D. S. & Lee, J. J. (2004). Principles of mandibular orthognathic surgery. In Miloro M. (Eds.) *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery* (2nd ed. pp.1135-1183). Canada: Decker

Caldwell, J. B., Hayward, J. R., & Lister, R. L. (1968). Correction of mandibular retrognathia by vertical L osteotomy: a new technic. *J Oral Surg*, 26(4), 259-264.

Epker, B. N. (1977). Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible. *J Oral Surg*, 35(2), 157-159.

Ertaş Ü, Yalçın E. & Aşçı YE. . (2021). Geçmişten günümüze ortognatik cerrahi. *Türkiye Klinikleri 1*, 1-5.

Farrell B.B. & Tucker M.R. (2015). Mandibular Osteotomies. In:Laughlin R.M., & Haggerty C.J. (Eds.), *Atlas of Operative Oral and Maxillofacial Surgery* (1st ed. pp. 220-4). Iowa: Wiley.

Ferretti, C. & Reyneke, J. P. (2016). Genioplasty. *Atlas of the oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 24(1), 79-85.

Ghali, G. E., & Sikes, J. W., Jr. (2000). Intraoral vertical ramus osteotomy as the preferred treatment for mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg*, 58(3), 313-315. Doi: [10.1016/s0278-2391\(00\)90063-6](https://doi.org/10.1016/s0278-2391(00)90063-6)

Haas Junior, O. L., Guijarro-Martínez, R., de Sousa Gil, A. P., da Silva Meirelles, L., Scolari, N., Muñoz-Pereira, M. E., Hernández-Alfaro, F., & de Oliveira, R. B. (2019). Hierarchy of surgical stability in orthognathic surgery: overview of systematic reviews. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 48(11), 1415-1433. Doi: [10.1016/j.ijom.2019.03.003](https://doi.org/10.1016/j.ijom.2019.03.003)

Hall, H. D., & McKenna, S. J. (1987). Further refinement and evaluation of intraoral vertical ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg*, 45(8), 684-688. Doi: [10.1016/0278-2391\(87\)90308-9](https://doi.org/10.1016/0278-2391(87)90308-9)

Hara, S., Mitsugi, M., Kanno, T., Nomachi, A., Kageyama, I., & Tatemoto, Y. (2014). Risk of maxillary artery injury during an intraoral vertical ramus osteotomy in Japanese patients is high--is it enough just to avoid damaging the inferior alveolar nerve? *J Oral Maxillofac Surg*, 72(7), 1373-1390. Doi: [10.1016/j.joms.2013.12.012](https://doi.org/10.1016/j.joms.2013.12.012)

Hullihen, S. P. (1849). Case of Elongation of the under Jaw and Distortion of the Face and Neck, Caused by a Burn, Successfully Treated. *Am J Dent Sci*, 9(2), 157-165.

Hunsuck, E. E. (1968). A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. *J Oral Surg*, 26(4), 250-253.

Khechoyan, D. Y. (2013). Orthognathic surgery: general considerations. *Semin Plast Surg*, 27(3), 133-136. Doi: [10.1055/s-0033-1357109](https://doi.org/10.1055/s-0033-1357109)

Kim, S. G., & Park, S. S. (2007). Incidence of complications and problems related to orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*, 65(12), 2438-2444. Doi: [10.1016/j.joms.2007.05.030](https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.05.030)

Kim, Y. K. (2017). Complications associated with orthognathic surgery. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*, 43(1), 3-15. Doi: [10.5125/jkaoms.2017.43.1.3](https://doi.org/10.5125/jkaoms.2017.43.1.3)

Kriwalsky, M. S., Maurer, P., Veras, R. B., Eckert, A. W., & Schubert, J. (2008). Risk factors for a bad split during sagittal split osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 46(3), 177-179. Doi: [10.1016/j.bjoms.2007.09.011](https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2007.09.011)

Lanigan, D. T., Hey, J., & West, R. A. (1991a). Hemorrhage following mandibular osteotomies: a report of 21 cases. *J Oral Maxillofac Surg*, 49(7), 713-724. Doi: [10.1016/s0278-2391\(10\)80235-6](https://doi.org/10.1016/s0278-2391(10)80235-6)

Lanigan, D. T., Hey, J. H., & West, R. A. (1991b). Major vascular complications of orthognathic surgery: false aneurysms and arteriovenous fistulas following orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*, 49(6), 571-577. Doi: [10.1016/0278-2391\(91\)90337-1](https://doi.org/10.1016/0278-2391(91)90337-1)

Limberg, A. (1925). Treatment of open bite by means of plastic oblique osteotomy of the ascending rami of the mandible. *Dent. Cosmos.*, 67, 1191-1197.

Lye, K. W. (2008). Effect of orthognathic surgery on the posterior airway space (PAS). *Ann Acad Med Singap*, 37(8), 677-682.

MacIntosh, R. B. (1981). Experience with the sagittal osteotomy of the mandibular ramus: a 13-year review. *J Maxillofac Surg*, 9(3), 151-165. Doi: [10.1016/s0301-0503\(81\)80036-7](https://doi.org/10.1016/s0301-0503(81)80036-7)

McKenna, S. J., & King, E. E. (2016). Intraoral Vertical Ramus Osteotomy Procedure and Technique. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 24(1), 37-43. Doi: [10.1016/j.cxom.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.cxom.2015.10.002)

Mehra, P., Castro, V., Freitas, R. Z., & Wolford, L. M. (2001). Complications of the mandibular sagittal split ramus osteotomy associated with the presence or absence of third molars. *J Oral Maxillofac Surg*, 59(8), 854-858. Doi: [10.1053/joms.2001.25013](https://doi.org/10.1053/joms.2001.25013)

Nagatsuka, C., Ichinohe, T., & Kaneko, Y. (2000). Preemptive effects of a combination of preoperative diclofenac, butorphanol, and lidocaine on postoperative pain management following orthognathic surgery. *Anesth Prog*, 47(4), 119-124.

Naini, F.B. (2017). Historical Evolution of Orthognathic Surgery. In Naini (Eds). Planning and Practice. (1st ed., pp. 23-82). India: John Wiley & Sons.

Patel, P.K, Morris & Zhao L. (2018) Orthognathic Surgery. (<https://emedicine.medscape.com/article/1279747-overview#a13.27> adresiden ulaşılmıştır.)

Patel, P. K., Morris, D. E., & Gassman, A. (2007). Complications of orthognathic surgery. *J Craniofac Surg*, 18(4), 975-985. Doi: [10.1097/scs.0b013e318068442c](https://doi.org/10.1097/scs.0b013e318068442c)

Phillips, C., Blakey, G., & Jaskolka, M. (2008). Recovery after orthognathic surgery: short-term health-related quality of life outcomes. *J Oral Maxillofac Surg*, 66(10), 2110-2115. Doi: [10.1016/j.joms.2008.06.080](https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.06.080)

Reyneke J.P.(2003). Surgical Technique. In O'Malley K (Eds). *Essentials of Orthognathic Surgery* (1st ed., pp. 247-308). China: Quintisence Publisher.

Robl, M. T., Farrell, B. B., & Tucker, M. R. (2014). Complications in orthognathic surgery: a report of 1,000 cases. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 26(4), 599-609. Doi: [10.1016/j.coms.2014.08.008](https://doi.org/10.1016/j.coms.2014.08.008)

Salma, R. G., Al-Shammari, F. M., Al-Garni, B. A., & Al-Qarzaee, M. A. (2017). Operative time, blood loss, hemoglobin drop, blood transfusion, and hospital stay in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg*, 21(2), 259-266. Doi: [10.1007/s10006-017-0626-1](https://doi.org/10.1007/s10006-017-0626-1)

Teltzrow, T., Kramer, F. J., Schulze, A., Baethge, C., & Brachvogel, P. (2005). Perioperative complications following sagittal split osteotomy of the mandible. *J Craniomaxillofac Surg*, 33(5), 307-313. Doi: [10.1016/j.jcms.2005.04.005](https://doi.org/10.1016/j.jcms.2005.04.005)

Trauner, R., & Obwegeser, H. (1957). The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 10(7), 677-689. Doi: [10.1016/s0030-4220\(57\)80063-2](https://doi.org/10.1016/s0030-4220(57)80063-2)

Turvey, T. A. (1985). Intraoperative complications of sagittal osteotomy of the mandibular ramus: incidence and management. *J Oral Maxillofac Surg*, 43(7), 504-509. Doi: [10.1016/s0278-2391\(85\)80028-8](https://doi.org/10.1016/s0278-2391(85)80028-8)

van Merkesteyn, J. P., Groot, R. H., van Leeuwen, R., & Kroon, F. H. (1987). Intraoperative complications in sagittal and vertical ramus osteotomies. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 16(6), 665-670. Doi: [10.1016/s0901-5027\(87\)80050-4](https://doi.org/10.1016/s0901-5027(87)80050-4)

Van Sickels, J. E., & Richardson, D. A. (1996). Stability of orthognathic surgery: a review of rigid fixation. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 34(4), 279-285. Doi: [10.1016/s0266-4356\(96\)90002-9](https://doi.org/10.1016/s0266-4356(96)90002-9)

Velanovich, V. (1991). A meta-analysis of prophylactic antibiotics in head and neck surgery. *Plast Reconstr Surg*, 87(3), 429-434.

Wassmund, M. (1927). Frakturen und Luxationen des Gesichtsschädels: unter Berücksichtigung der Komplikationen des Hirnschädels: ihre Klinik und Therapie.

Yaedú, R. Y. F., Mello, M. A. B., Tucunduva, R. A., da Silveira, J. S. Z., Takahashi, M., & Valente, A. C. B. (2017). Postoperative Orthognathic Surgery Edema Assessment With and Without Manual Lymphatic Drainage. *J Craniofac Surg*, 28(7), 1816-1820. Doi: [10.1097/scs.0000000000003850](https://doi.org/10.1097/scs.0000000000003850)

Dental Uygulamalarda Silan Adezyon Mekanizması Ve Yüzey İşlemleri

Huriye ÇİFCİ
Işıl KARAOKUTAN

Giriş

Rezin siman ile indirekt dental restorasyonlar arasındaki adezyon, klinik başarı için hayati öneme sahiptir. Silan bağlayıcı ajan, asitle pürüzlendirilmiş porselen gibi silika bazlı restoratif materyalleri kompozit rezin simanlarla bağlanmasında oldukça etkilidir. Ancak zirkonya gibi silika içermeyen materyallere sadece silan kullanılması adezyon için yeterli değildir. Silika bazlı olmayan materyallere adezyonu iyileştirmek için; spesifik ön yüzey işlemleri uygulanmalıdır.

1. Silikon

Silikon; büyük molekül boyutuna ve kısa zincir uzunluğuna sahip, kararsız ve birbirleriyle birleşerek uzun zincirli bileşikler oluşturabilen yarı iletken bir yarı metaldir. Karbon atomu ile birleşerek silanları ve en son alkolle reaksiyona girerek işlevsel silanları oluşturur. (Cotton & Wilkinson, 1988; Deschler, Kleinschmit & Panster, 1986).

2. Silan Kimyası

2.1. Silan Hidrolizi ve Aktivasyon

Bir trialkoksisilan olan silan bağlayıcı ajan, moleküler zincirin uçlarında iki fonksiyonel grup içerir ve bunlar polimerize olmamış rezin matris ile inorganik substratı birbirine bağlar. Bu tür iki uçlu silan için genel formül $L-(CH_2)_k-Si-(OR)_3$ 'dür. Burada "L" organofonksiyonel gruptur (metakrilat, akrilat, izosiyanat, epoksi, vb.), " $-(CH_2)_k$ " bağlayıcı gruptur ve organofonksiyonel grup ile Si atomunu ayırır. "OR" ise aktifleştirilmiş alkoksil grubudur (metoksi, etoksi). Ortam sıcaklığında silan, inorganik substrata bağlanmadan önce silanol ($-SiOH$) oluşturmak için asit (asetik asit) ile aktive edilir (Lung & Matinlinna, 2013).

Silanların hidroliz mekanizması bir dizi reaksiyon adımından oluşur. Silan hidrolizinin hızı; silanın moleküler yapısına, konsantrasyonuna, pH'na, sıcaklığına, nemine ve solvent sistemine bağlıdır. Silanlar etanolde kolayca çözünürken suda çözünmediğinden, etanol genellikle solvent sisteminin bir parçasıdır. Alkoksi gruplarının hacmi hidroliz oranını etkiler. Alkoksi moleküllerinin boyutları arttıkça hidroliz hızı azalır (Pentoksi < Bütoksi < Propoksi < Etoksi < Metoksi) (Chambers & ark., 1993). Silan hidrolizi pH'tan da etkilenmektedir. Silan hidroliz hızı asidik ve alkali ortamda artar. Alkoksisisilanlar için nötr pH'ta minimuma ulaşır (Brinker, 1988). Yine ısı da önemli bir parametredir; ısı arttıkça hidroliz reaksiyon hızı artar (Jiang & ark., 2006). Hidroliz oranı çözücü karışımındaki solventin doğasına bağlıdır. Metanol toksiktir ve solvent olarak etanol kullanılır. Hidroliz hızı çözücünün hidrofilikliğine bağlıdır, hidrofiliklik düştükçe hidroliz hızı düşer (Jiang, Zheng & Wang, 2008).

2.2. Silan Adezyon Mekanizması

Silanın adezyon gücü farklı materyallere göre değişmektedir. En güçlü adezyon substrat üzerindeki yüzey hidroksil grupları ile siloksan (-Si- O- Si-) bağları oluşturarak silika, cam ve kuvars ile elde edilir. (-Si- O-M-) bağları oluşturarak saf metaller ve metal alaşımları ile hafif adezyon elde edilir (Plueddemann, 1970). Silan bağlayıcı ajanlar ile rezin ve substrat arasındaki bağlantının oluşumunda iki kritik adım vardır. Bunlardan birincisi silan ile substrat arasındadır ve asitle etkinleştirilir. İkincisi ise, rezin ile silan arasındadır ve ışık polimerizasyonu ile etkinleştirilir.

Silan, substrat üzerine uygulandığında silanol grupları oluşturmak üzere asitle aktifleştirilir. Silanın organofonksiyonel grupları (C=C bağı) ve rezinin fonksiyonel grupları arasındaki reaksiyon, rezin matrisindeki başlatıcı bileşenlerin foto-aktivasyonu ile üretilen reaktif serbest radikaller tarafından indüklenir. Kompozit rezindeki aktivatör, görünür mavi ışıkla ($\lambda=400-500$ nm) indüklendiğinde yüksek enerjili ve reaktif serbest radikallere ayrışır. Reaktif radikal gruplar, reaktif serbest radikaller oluşturmak için rezin monomeri veya silan molekülünde C=C bağı ile reaksiyona girer. Rezin monomerleri ve silan molekülleri arasındaki bu serbest radikallerin reaksiyonu, yeni bir C=C sigma bağı oluşturur. Sonuç olarak; kompozit rezin ve substrat yüzeyi, silan bağlama ajanı ile bağlanır (Lung & Matinlinna, 2010).

2.3. Fonksiyonel ve Fonksiyonel Olmayan Silanlar

Tanım olarak; iki uçlu trialkoksi silanlar, sırasıyla inorganik ve organik materyallere bağlanabilen alkoksi ve C=C olmak üzere iki farklı fonksiyonel son grup içerir. Bu durum, silanı, organik rezin matris ile inorganik materyaller arasındaki adezyonu destekleyen bir aracı yapar. Silanlardaki organik fonksiyonel grubun kompozit rezinlerdeki fonksiyonel rezin monomer grupları ile eşleştirilmesiyle mükemmel bağlanma elde edilebilir (Matinlinna, 2004).

Çeşitli fonksiyonel silanlar; silika kaplı zirkonya ve titanyuma rezin bağlanması için adezyonun artırılmasında değerlendirilmiştir (Matinlinna & Lassila, 2011). Ölçülen adezyon kuvveti; silanların fonksiyonel gruplarına, farklı kompozit rezinlere, farklı yapay yaşlandırma koşullarına ve adezyon testlerine göre değişmiştir.

Fonksiyonel olmayan silanlar; organik rezin monomerleri ile reaksiyona giren reaktif gruplara sahip değildir. Alkoksi (OR) fonksiyonel grupları içerebilirler, hidrolizden sonra silanol grupları oluşturabilirler ve silanol grupları inorganik substratların yüzey hidroksil gruplarıyla reaksiyona girerler.

Ağız ortamında kompozit rezin ile zirkonya ve titanyum arasındaki bağlanma uzun bir süre sonra kademeli olarak bozulur. Bu kısmen ara yüzey film tabakasındaki siloksan bağının hidrolitik parçalanmasından kaynaklanmaktadır (Oyagüe & ark., 2009; Mattiello & ark., 2013; Heikkinen & ark., 2013). Çapraz bağlı silanla bağlanmış fonksiyonel silana sahip bir sistem, kompozit rezin ve zirkonya arasındaki siloksan bağlantılarını ve hidrolitik stabilitesini geliştirebilir (Matinlinna, Lassila & Vallittu, 2007). Çapraz bağlanan silanlar, kapsamlı üç boyutlu ağ oluşturabilir ve fonksiyonel silanlarla birbirine bağlanabilir (Bajpai, 1999).

Özetle silanizasyon performansı şunlardan etkilenir: (1) Silan konsantrasyonu, (2) Silan fonksiyonel grupları (rezin monomer fonksiyonel gruplarıyla eşleşen), (3) Çapraz bağlı silanlarla karıştırma, (4) pH, (5) Hidroliz süresi, (6) Sıcaklık ve (7) Çözücü karışımının doğası.

3. Diş Hekimliğinde Silan Bağlayıcı Ajanlar

Diş hekimliğinde ticari olarak temin edilebilen silan bağlayıcı ajanlar reaktif anahtar bileşen olarak 3-metakriloksiproltrimetoksisilan (MPS) gibi trialkoksisilan içerir. Etanol veya su içinde çözündürülürler ve yaklaşık pH 2-6 olacak şekilde aktivasyon için ayarlanır. Silan

konsantrasyonu farklı ticari ürünlerde hacim olarak yaklaşık %1-10 arasında değişmektedir. Silan bağlayıcı ajan sistemleri tek veya iki kutu olarak piyasada mevcuttur. İki kutulu sistemlerde bir kutu etanol içinde çözülmüş aktifleştirilmemiş silan monomeri içerir, diğer kutu ise sulu asetik asit içerir. Silanın hidrolize olmasını sağlamak için iki kutu kullanılmadan hemen önce karıştırılır. Bir kutulu sistemlerde ön aktifleştirilmiş primer, paket açıldıktan sonra zamanla bulanıklaşabilir ve kullanılamaz hale gelebilir. Bunun nedeni; aktif olmayan siloksan oligomerlerinin/polimerlerinin aşırı oluşumudur (Lung & Mattinlinna, 2012).

4. İndirekt Restorasyonlar İçin Yüzey İşleme Yöntemleri

İndirekt dental restoratif materyallere uygulanan yüzey işlemleri ve ardından uygulanan silanizasyon; rezin simanlarla oluşturulacak dayanıklı adezyon için substrat yüzeyini aktive eden kritik bir adımdır. İn vitro koşullarda çeşitli yüzey ön işlemleri uygulanmaktadır.

4.1. Kumlama

Dental laboratuvarlarda farklı partikül boyutuna sahip alüminyum oksit tozu ile yapılan kumlama işlemi, bazı indirekt restoratif materyallerin yüzey ön hazırlığına yönelik rutin bir prosedürdür. Bu mikro-mekanik kilitleme, yüzey pürüzlülüğünü artırır ve adezyonu geliştirir (He & ark, 2014). Bununla birlikte; kumlama sırasında yüzey alüminyum oksit partikülleri ile düzensiz hale gelebilir (Darvell & ark., 1995). Kumlamadan sonra substrat yüzeyleri üzerinde ince bir alüminyum oksit tabakası oluşturulur. Biriken alüminyum oksit miktarı, uygulanan basınçla doğru orantılıdır (AlJabbari, Zinelis & Eliades, 2012). Silanizasyondan sonra =Al- O-Si- bağlantıları oluşturulur. Bununla birlikte; bağlar -Si-O-Si'-den biraz daha zayıftır ve hidrolize karşı daha hassastır (Underhill & DuQuesnay, 2000). Yöntemin olası bir dezavantajı alüminyum oksit partiküllerinin çarpması sırasında yüzeyde mikro çatlak oluşumuna neden olan bir substrat hasarının tetiklenmesidir. Bu durum, yüzey tabakasındaki mekanik dayanımı tehlikeye atabilir ve uzun vadede klinik performansı etkiler (Chintapalli & ark., 2013).

4.2. Pirokimyasal Silika Kaplama

Pirokimyasal silika kaplamanın temel prensibi; silanın yüksek sıcaklıkta silika oluşturmak üzere kimyasal reaksiyona girmesidir (Janda & ark., 2003). Silicoater Classical, Silicoater MD ve Siloc sistemleri 1984'ten beri kullanılmaktadır. Baz metal alaşımları, soy metal alaşımları ve porselen bu yöntemle silika kaplanabilmektedir (Matinlinna & Vallittu, 2007). Silicoater sistemi günümüzde diş teknolojisinde kullanılmamaktadır (Matinlinna & Vallittu, 2007). Silicoater tekniğinin bir modifikasyonu daha sonra diş laboratuvarlarında ağız dışı kullanım için Silano Pen olarak veya PyroSil Pen (Bredent, Senden, Almanya) olarak tanıtılmıştır.

4.3. Tribokimyasal Silika Kaplama

Bu yöntem 1989 yılında pirokimyasal silika kaplamanın geliştirilmiş hali olarak tanıtılmıştır. Bir tribokimyasal silika kaplama sistemi olan Rocatec; seramik, metal ve metal alaşımları gibi dental restoratif materyallerin yüzey pürüzlendirilmesi için tasarlanmıştır. Substratın yüzeyi, silika kaplı alüminyum oksit partikülleri kullanılarak basınç altında kaplanır. Toz partiküllerinin etkisi ile oluşan yüksek sıcaklık, yüzeyin mikroskobik düzeyde erimesine neden olur. Erime alanı, toz partiküllerinin kinetik enerjisi yani uygulanan basınçla bağlıdır (Gbureck & ark., 2003). Toz partikülleri sadece yüzey özelliklerini değiştirmekle kalmaz, aynı zamanda substrat yüzeyine gömülürler. Silika kaplı yüzeye silan ve sonrasında kompozit rezin simanlar uygulanabilir. CoJet sistemi, Rocatec'in hasta başı versiyonudur. Sistem diş hekimi muayenehaneleri için mevcuttur ve 30 µm silika kaplı alüminyum oksit tozu kullanılarak kompozit rezin ile ağız içi onarımlarda kullanılır (Cheung, Botelho & Matinlinna, 2014).

4.4. Asitler ve Bazlarla Yapılan Kimyasal İşlemler

Ortam sıcaklığında seramik ve metallerin yüzeyinde hidroksil grupları oluşur. Hidroksil grupları, hidrojen bağı oluşumu yoluyla silan bağlayıcı ajanlar ile etkileşime girer. Konsantr mineral asitler ve bazlarla yapılan işlemlerden sonra hidroksil gruplarının yoğunluğu artar ve mikropitlerin oluşmasıyla pürüzlü bir yüzey oluşur (Lung & ark., 2010; Ban & ark., 2006). Porselen restorasyonlar için, %9-10 hidroflorik asit ile pürüzlendirmeden sonra mikroporözlü bir yüzey elde edilir. Porselen yüzeyine HF asit uygulandığında camsı matris çözülür (Tian & ark., 2014). Ancak; HF asit tehlikeli ve çok aşındırıcıdır. Alternatif olarak %35-37 fosforik asit jeli kullanılmaya çalışılmış ancak bağlanma dayanımının HF asit ile pürüzlendirmeye kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir (Pattanaik & Wadkar, 2011).

4.5. Seçici İnfiltratif Etching (SIE)

Nispeten yeni olan bu yaklaşımda zirkonya yüzeyi ince bir tabaka cam infiltrasyon ajanı ile kaplanır. Kaplama; cam dönüşüm sıcaklığının üzerine kadar ısıtılır ve erimiş cam parçacıkları yüzeye penetre olduğunda yüzey gerilimi artar. Hidroflorik asit uygulamasından sonra cam partiküller uzaklaştırılır. Böylece oldukça reaktif ve tutucu bir zirkonya yüzeyi oluşur (Aboushelib, Kleverlaan & Feilzer; 2007). Rezin siman zirkonya bağlantısının, seçici infiltrasyon etching işlemi ve ardından silan uygulamasıyla önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir ancak kimyasal -Si-O-Zr- bağlarının oluşumu kesin değildir (Aboushelib & ark., 2008; Aboushelib & Matinlinna, 2011).

4.6. Nanoalüminyum Oksit Partikül Kaplama

Nanoalüminyum oksit, 75°C'de ısıtılan alüminyum nitrür (AlN) tozunun hidrolizinden oluşur (Levin & Brandon, 1998). Yüzey alanındaki artış, rezin bağlanması için mikro-mekanik kilitlemeyi artırır. Bu gelişmiş bağlantının suda yaşlandırma sonrasında silan uygulaması yapılmaya bile rezin zirkonya bağlantısının devamlılığını sağladığı gösterilmiştir (Jevnikar & ark., 2010).

4.7. Kimyasal Buhar Çökeltme

Moleküler buhar çökeltme sisteminde tetraklorosilan ($SiCl_4$) ve su ısıtılır. Buhar, vakum altında zirkonya yüzeyine penetre edilir. Silan, hidroksillenmiş silika oluşturmak için hidrolize uğrar ve bir yan ürün olarak HCl gazı üretilir. Zirkonya yüzeyinde bir silika çekirdek tabakası oluşur. Tabaka kalınlığı çökeltme süresi ile ayarlanabilir. Silika çekirdek tabakasının, silan bağlayıcı ajan uygulamasıyla birlikte zirkonya ile dayanıklı bir bağ oluşturduğu rapor edilmiştir (Pascik & ark., 2009).

4.8. Lazer Uygulaması

Diş hekimliğinde klinik kullanım ve yüzey ön işlemi için kullanılan üç tip lazer bulunmaktadır: Er: YAG, Nd: YAG ve CO_2 (Akyil, Uzun & Bayındır; 2010). Substrat yüzeyine lazer uygulandığında ısı enerjisi ortaya çıkar. Isı enerjisi, substrat yüzeyinin erimesine neden olur ve yüzey düzensizlikleri oluşur (Coluzzi, 2004; Liu & ark., 2013). Yüzey topografisinde meydana gelen bu düzensizlikler adezyon artışı sağlar.

4.9. Sol-Jel Kaplama

Sol-jel işlemi; cam ve seramiği düşük sıcaklıkta sentezlemek için geliştirilmiş, yenilikçi ve gelişmiş bir yöntemdir. Bu yöntemin temel prensibi; silisyum bazı öncülerinin, çoğu durumda tetraetoksisisilanın asidik veya alkali bir ortamda silika sol jeli oluşturmak üzere hidrolizidir. Tetraetoksisisilanın hidrolizi, yan ürün olarak silika ve etanol üretir. Silika sol jeli, yüzey hidroksil grupları aracılığıyla alt tabaka yüzeyinde birikir ve silika kaplama oluşturur (Lung, Kuk & Matinlinna; 2013; Xie & ark., 2009).

4.10. Plazma Sprey

Plazma sprej tekniği kullanılarak zirkonya yüzeyinde oldukça reaktif bir kaplama oluşturulur. Zirkonya yüzey tabakasına sürekli olarak bir plazma reaktöründe sabit bir basınçta sülfür hekzaflorür gaz uygulanır. Bu sayede zirkonya tabakanın ıslanabilirliği ve yüzey enerjisi artar. Reaktif yüzeye silan bağlayıcı ajan uygulandığında, yüzey silanizasyonu meydana gelir (Piascik, Wolter & Stoner; 2011).

4.11. Nano Silika Kaplama

Silisyum nitür (SiN) nanoparçacıklarının güçlü alkali ortamda ısıtılarak hidrolizi ile zirkonya üzerinde silika kaplama oluşur. Silikat türleri, konsantre sodyum hidroksit çözeltisi içinde oluşturulur ve 90°C'ye ısıtılır. Hidrolize silika nanopartiküller zirkonya yüzeyinde birikir (Lung, Liu & Matinlinna; 2015).

5. Diş Hekimliğinde Silan Uygulamaları

5.1. Seramik Restorasyonlar ve Tamirleri

Dental seramikler yüksek basma dayanımı ve düşük çekme dayanımına sahiptir. Buna bağlı olarak görülen çatlak ve kırıklar halen önemli bir sorun oluşturmaktadır. Hatalı tasarımlar, mikro çatlaklar, tekrarlayan oklüzal yükler, parafonksiyon ve materyal yorgunluğu seramiklerde görülen kırıkların ana nedenleridir (Özcan,2003). Seramik tamiri, tüm seramik restorasyonun yenilenmesinden daha ekonomik ve zaman kazandıran bir yöntemdir. Tamir prosedürü temel olarak beş tedavi adımını içerir: (1) Polisajlama ve pürüzlendirme (2) Kumlama (3) Hidroflorik asit uygulaması (4) Silanizasyon ve (5) Rezin uygulaması (Reston & ark., 2008). Çalışmalar kumlama ve silan bağlayıcı ajanların uygulanmasının dayanıklı rezin bağlantısı sağladığını bildirmiştir (Tian & ark., 2014; Piascik, Wolter & Stoner, 2011).

5.2. Cam Fiberle Güçlendirilmiş Kompozitler

E-cam fiber ile güçlendirilmiş rezin matrisleri, gelişmiş mekanik dayanıklılık sergiler ve polimerizasyon büzülmesinin neden olduğu boyutsal değişiklikleri azaltır (Caixeta & ark., 2015; Tsue, Takahashi & Shimizu, 2007; Kim & Watts, 2004). E-cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler, günümüzde endodontik fiber postlarda, sabit protezlerde, hareketli protezlerde, periodontal splintlerde ve retansiyon splintleri olarak kullanılmaktadır (Zhang & Matinlinna, 2012; Puska & ark., 2014). Rezin matrisi ve fiberle bağlantıyı geliştirdiği için cam fiberlerin bir silan bağlayıcı ajanla yüzey işlemi zorunludur.

5.3. Kompozit Rezinler

Dental kompozit rezinler beş temel bileşen içerir: rezin matris, serbest radikal başlatıcı, inhibitör/stabilizatör, pigmentler, doldurucular ve silan bağlayıcı ajan (Ferracane, 2011). Doldurucu partiküllerin dahil edilmesi, mekanik özellikleri geliştirir ve polimerizasyon sonrası büzülme azaltır. Doldurucu partiküller ve rezin matrisi arasındaki bağlantının, bir silan bağlayıcı ajan eklenerek güçlendirilmesi gerekir. Işıkla polimerizasyon sırasında silan bağlayıcı ajanının organofonksiyonel grubu, C=C gibi bir kimyasal bağ oluşturmak için polimerize olmamış rezin monomerlerinin fonksiyonel grubu ile reaksiyona girer (Sakaguchi & Powers, 2012; Kumar, Bhat & Patnaik, 2017). Yapılan çalışmalarda silanize doldurucu partiküllerin rezin matrisine dahil edilmesinin kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini; mekanik dayanıklılık ve hidrolitik stabilite açısından iyileştirdiği bildirilmiştir (Tham, Chow & Ishak, 2010; Park & Jin, 2003; Lin & ark., 2008; Lung & ark., 2016).

5.4. Titanyum, Baz Metal ve Soy Metal Alaşımaları

Diş hekimliğinde; titanyum esas olarak implant ve dayanak olarak, aynı zamanda hareketli parsiyel protezlerde, kron ve köprülerde, ortodontik tellerde ve braketlerde kullanılmaktadır. Kompozit rezin siman ile klinik olarak dayanıklı bir bağlantı elde etmek için metallerin ve metal alaşımların yüzey ön işlemleri olarak kumlanması ve silan bağlayıcı ajan uygulaması önemlidir (Matsumura & ark., 2011). Silan uygulamasından sonra, substrat ara yüzeyinde ince bir silika tabakası oluşarak kimyasal -O-Si- O-M- bağlantısı sağlanır. Silan bağlayıcı ajanların kullanımına ek olarak, kompozit rezinlerin soy ve soy olmayan metallere bağlanması için metal primerleri de kullanılabilir. Metal primerleri genellikle iki reaktif primer bileşeni içerir. Baz metal alaşımları için fosfat esterler, karboksilik asitler veya asit anhidritler ve soy metal alaşımları için tiyon veya tiol kullanılmaktadır (Matsumura & ark., 2011). Bu tür metal primerlerin bağlanma performansının in-vitro şartlarda silan bağlayıcı ajanlara benzer olduğu rapor edilmiştir (Di Francescantonuio & ark., 2010; Nima & ark., 2017).

6. Diş Hekimliğinde Bağlayıcı Ajanların Geliştirilmesi

Günümüz diş hekimliğinde kullanılan silan bağlayıcı ajanlar, çoğu indirekt restorasyon için altın standart adezyon geliştiricilerdir. Bununla birlikte zaman içerisinde bağlantının azalması halen en önemli problemlerden biridir (Matinlinna & Lassila, 2011; Mattiello & ark., 2013; Bömicke & ark., 2016). Bağlanma dayanıklılığını geliştirmeye yönelik yaklaşımlar; silan moleküllerinin modifikasyonu ve diğer bağlayıcı ajanların geliştirilmesidir (Fuchigami & ark., 2016).

Uzun zincirli fonksiyonel silanların, kısa zincirli fonksiyonel silanlarla karşılaştırıldığında daha hidrofobik olması önemlidir (Zakir & ark., 2014). Uzun bir zincir, bozunmaya karşı bağlantının hidrolitik stabilitesini geliştirebilir. Son yıllarda uzun zincirli bir silan bağlayıcı ajan başarıyla sentezlenmiştir (Fuchigami & ark., 2016). Uzun zincirli alkenil alkol, iki metal kompleksi ile birleştirme reaksiyonunda kullanılmıştır. Mekanik dayanım testleri, bis-GMA/TEGMA kompozit rezinin kısa zincirli 3-metakriloksipropiltrimetoksisilana göre 37°C de 24 saat suda yaşlandırmanın ardından daha yüksek eğilme dayanımı gösterdiğini bildirmiştir (Fuchigami & ark., 2016). Fonksiyonel silanların zincir uzunluğundaki artış, kompozit rezinin hidrolitik stabilitesini geliştirir. Bununla birlikte; bu yeni uzun zincirli silanın rezin bağlantı performansı henüz değerlendirilmemiştir.

Oleik asit, N-oktadekan-9-enoik asit, 2-hidroksietil metakrilat, itakonik asit ve zirkonatlar gibi diğer bazı fonksiyonel olmayan silan bağlayıcı ajanlar denenmiş ve değerlendirilmiştir (Lung & ark., 2012; Cheng & ark., 2014; Wong & ark., 2014). Bu ajanların hepsi C=C ve O-H veya -COOH fonksiyonel grupları içerir. Bağlanma dayanımı testi sonuçları, suda yaşlandırma ve termal döngü sonrasında rezin zirkonya bağlantısının orta düzeyde olduğunu göstermiştir. Ancak daha az yük gelen ortodontik braketlemede uygulanabilirler.

10-metakriloksidil dihidrojen fosfat (10-MDP) gibi organofosfat ester primerleri daha önce geliştirilmiştir. Organofosfat ester primerinin zirkonya ile olan adezyonun silan bağlayıcı ajanlar ile benzer ve hatta üstün olduğu rapor edilmiştir (De Souza & ark., 2014). Son yıllarda, başka bir organofosfat ester bağlayıcı ajanı olan dipentaeritritol penta-akrilat fosfat (PENTA), rezin zirkonya bağlantısında değerlendirilmiştir (Chen & ark., 2016). Bu bağlayıcı ajan, rezin dentin bağlanması için ticari olarak halihazırda kullanılmaktadır. PENTA'nın adezyon performansının 10-MDP'den daha iyi olduğu bildirilmiştir (Chen & ark., 2016).

Bir silan bağlayıcı ajanı, adeziv primer ile birleştirmek adezyonu iyileştirmeye yönelik başka bir yaklaşımdır. Silan ve 2-hidroksietil metakrilat (HEMA) içeren adeziv primerler kullanılarak rezin titanyum bağlantısı değerlendirilmiştir (Pow, Yeung & Matinlinna, 2012). Sonuçta, HEMA ilavesinin bağlanma dayanımında önemli bir fark göstermediği bildirilmiştir

(Mustafa & ark., 2014; Mustafa & ark., 2016; Chai, Chu & Chow, 2011). Bazı ticari adeziv primerlerde, rezin bağlantısını ve hidrolitik stabiliteyi iyileştirmek için silan ve fosforik asit/ester primerlerinin karışımı kullanılmış ve yalnızca silan uygulamasına göre rezin ile zirkonya arasındaki adezyonun daha üstün olduğu rapor edilmiştir (Tanis, Akay & Karakis, 2015; Attia & Kem, 2011).

Soy metaller ve soy metal alaşımlar ile rezinler arasında sürekli bir bağlantı için tiyon ve tiyol bağlayıcı ajanlar (-SH grubunu içeren) kullanılmaktadır. Son yıllarda soy metal alaşımlar ile rezin arasındaki bağlantı tiyol silan, 3-merkaptopropiltrimetoksisilan ve 3-metakriloksipropiltrimetoksisilan içeren bir silan primer sistemi ile değerlendirilmiş ve suda yaşlandırmadan sonra bağlantı dayanımının ticari tiyol primerleri ile benzer olduğu gösterilmiştir (Lee & ark., 2015; Kwon & ark., 2016).

Sonuç

Diş hekimliğinde adezyon hayati öneme sahiptir. Silan bağlayıcı ajanlar, klinik pratikte halen kullanılan en önemli adezivlerdir. Silika kaplama ve silanizasyon, indirekt restorasyonlar için rutin bir uygulama olmakla birlikte iyileştirmelere ihtiyaç bulunmaktadır. Uzun dönem rezin bağlantı dayanımının hidrolitik stabilitesi halen yetersizdir. Yeni fonksiyonel silan bağlayıcı ajanların ve yeni yüzey işlemlerinin geliştirilmesi devam etmektedir.

Kaynaklar

Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. (2007). Selective infiltration-etching technique for a strong and durable bond of resin cements to zirconia-based materials. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 98, 379–88. [Doi: 10.1016/S0022-3913\(07\)60123-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60123-1)

Aboushelib MN, Matinlinna JP, Salameh Z, Ounsi H. (2008). Innovations in bonding to zirconia-based materials: Part I. *Dental Materials*, 24, 1268-72. [Doi: 10.1016/j.dental.2008.02.010](https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.02.010)

Aboushelib MN, Matinlinna JP. (2011). Combined novel bonding method of resin to zirconia ceramic in dentistry: A pilot study. *Journal of Adhesive Science Technology*, 25, 1049-60. [Doi: 10.1163/016942410X534993](https://doi.org/10.1163/016942410X534993)

Akyil MS, Uzun IH, Bayindir F. (2010). Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal zirconia ceramic treated with air abrasion, silica coating and laser irradiation. *Photomedicine Laser Surgery*, 28, 801-8. [Doi: 10.1089/pho.2009.2697](https://doi.org/10.1089/pho.2009.2697)

Al Jabbari YS, Zinelis S, Eliades G. (2012). Effect of sandblasting conditions on alumina retention in representative dental alloys. *Dental Materials Journal*, 31, 249-55. [Doi: 10.4012/dmj.2011-210](https://doi.org/10.4012/dmj.2011-210)

Almeida-Júnior AA, Fonseca RG, Haneda IG, Abi-Rached FO, Adabo GL. (2010). Effect of surface treatment on the bond strength of a resin cement to commercially pure titanium. *Brazilian Dental Journal*, 21, 111-6. [Doi: 10.1590/S0103-64402010000200004](https://doi.org/10.1590/S0103-64402010000200004)

Attia A, Kern M. (2011). Long-term resin bonding to zirconia ceramic with a new universal primer.. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 106, 319-27. [Doi: 10.1016/S0022-3913\(11\)60137-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60137-6)

Bajpai SK. (1999). Casein cross-linked polyacrylamide hydrogels: Study of swelling and drug release behaviour.. *Iranian Polymer Journal*, 8, 231-9.

Ban S, Iwaya Y, Kono H, Sato H. (2006). Surface modification of titanium by etching in concentrated sulfuric acid. *Dental Materials*, 22, 1115-20. [Doi: 10.1016/j.dental.2005.09.007](https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.09.007)

Brinker CJ. (1988). Hydrolysis and condensation of silicates: Effects on structure. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 100, 31-50 [Doi: 10.1016/0022-3093\(88\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0022-3093(88)90005-1)

Bömicke W, Schürz A, Krisam J, Rammelsberg P, Rues S. (2016) Durability of resin-zirconia bonds produced using methods available in dental practice. *Journal of Adhesive Dentistry*, 18, 17-27. [Doi: 10.3290/j.jad.a35517](https://doi.org/10.3290/j.jad.a35517).

Caixeta RV, Guiraldo RD, Berger SB, Kaneshima EN, Júnior ÉMF, Drumond AC, et al. (2015). Influence of glass-fiber reinforcement on the flexural strength of different resin composites. *Applied Adhesion Science*, 3. [Doi: 10.1186/s40563-015-0053-1](https://doi.org/10.1186/s40563-015-0053-1)

Chai J, Chu FCS, Chow TW. (2011). Effect of surface treatment on shear bond strength of zirconia to human dentin. *Journal of Prosthodontics*, 40, 173-9. [Doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00695.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2011.00695.x)

Chambers RC, Jones WE, Haruvy Y, Webber SE, Fox MA. (1993). Influence of steric effects on the kinetics of ethyltrimethoxysilane hydrolysis in a fast sol–gel system. *Chemistry of Materials*, 5, 1481-6. [Doi: 10.1021/cm00034a018](https://doi.org/10.1021/cm00034a018)

Chen Y, Tay FR, Lu Z, Chen C, Qian M, Zhang H, et al. (2016). Dipentaerythritol pentaacrylate phosphate—an alternative phosphate ester monomer for bonding of methacrylates to zirconia. *Scientific Reports*, 6. [Doi: 10.1038/srep39542](https://doi.org/10.1038/srep39542)

Cheng HCK, Tsoi JKH, Zwahlen RA, Matinlinna JP. (2014). Effects of silica-coating and a zirconate coupling agent on shear bond strength of flowable resin-zirconia bonding. *International Journal of Adhesion Adhesives*, 50, 11-6. [Doi: 10.1016/j.ijadhadh.2013.12.025](https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2013.12.025)

Cheung CK, Botelho MG, Matinlinna JP. (2014). Effect of surface treatments on zirconia ceramics on the bond strength to resin cement. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 16, 49-56. [Doi:10.3290/j.jad.a30753](https://doi.org/10.3290/j.jad.a30753)

Chintapalli RK, Marro FG, Jimenez-Pique E, Anglada M. (2013). Phase transformation and subsurface damage in 3Y-TZP after sandblasting. *Dental Materials*, 29, 566-72. [Doi: 10.1016/j.dental.2013.03.005](https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.03.005)

Coluzzi DJ. (2004). Fundamentals of dental lasers: Science and instruments. *Dental Clinics of North America*, 48, 751-70. [Doi: 10.1016/j.cden.2004.05.003](https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.05.003)

Cotton FA, Wilkinson G.(1988). *Advanced inorganic chemistry (5th edition)*. Inc.; p. 234–36, 265–6. New York: John Wiley & Sons.

Darvell BW, Samman N, Luk WK, Clark RK, Tideman H. (1995). Contamination of titanium casting by aluminium oxide blasting. *Journal of Dentistry*, 23, 319-22. [Doi: 10.1016/0300-5712\(94\)00003-X](https://doi.org/10.1016/0300-5712(94)00003-X)

De Souza G, Henniq D, Aqqarwai A, Tam LE. (2014). The use of MDP-based materials for bonding to zirconia. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 112, 895-902. [Doi: 10.1016/j.prosdent.2014.01.016](https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.01.016)

Deschler U, Kleinschmit P, Panster P. (1986). 3-Chloropropyltrialkoxysilanes—key intermediates for the commercial production of organofunctionalized silanes and polysiloxanes. *Angewandte Chemie International Edition in English*, 25, 236-52. [Doi: 10.1002/anie.198602361](https://doi.org/10.1002/anie.198602361)

Di Francescantonuio M, de Oliveira MT, Garcia RN, Romanini JC, Alves da Silva NRF, Giannini M. (2010). Bond strength of resin cements to Co–Cr and Ni–Cr metal alloys using adhesive primers. *Journal of Prosthodontics* , 19, 125-9. [Doi: 10.1111/j.1532-849X.2009.00534.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2009.00534.x)

Ferracane JL. (2011). Resin composite—state of the art. *Dental Materials Journal*, 27, 29-38. [Doi: 10.1016/j.dental.2010.10.020](https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020)

Fuchigami K, Fujimura H, Teramae M, Nakatsuka T. (2016). Precision synthesis of a long-chain silane coupling agent using micro flow reactors and its application in dentistry. *Journal of Encapsulatin and Adsorption Sciences*, 6 (1) , 35-46. [DOI: 10.4236/jeas.2016.61004](https://doi.org/10.4236/jeas.2016.61004)

Gbureck U, Masten A, Probst J, Thull R. (2003). Tribochemical structuring and coating of implant metal surfaces with titanium oxide and hydroxyapatite layers. *Materials Science Engineering:C*, 23, 461-5. [Doi: 10.1016/S0928-4931\(02\)00322-3](https://doi.org/10.1016/S0928-4931(02)00322-3)

Heikkinen TT, Matinlinna JP, Vallittu PK, Lassila LVJ. (2013). Long term water storage deteriorates bonding of composite resin to alumina and zirconia. *The Open Dentistry Journal*, 7, 123-5. [Doi: 10.2174/1874210601307010123](https://doi.org/10.2174/1874210601307010123)

He M, Zhang Z, Zheng D, Ding N, Liu Y. (2014). Effect of sandblasting on surface roughness of zirconia-based ceramics and shear bond strength of veneering porcelain. *Dental Materials Journal*, 33, 778-85. [Doi: 10.4012/dmj.2014-002](https://doi.org/10.4012/dmj.2014-002)

Jevnikar P, Krnel K, Kocjan A, Funduk N, Kosmac̃ T. (2010). The effect of nano-structured alumina coating on resin-bond strength to zirconia ceramics. *Dental Materials Journal*, 26, 688-96. [Doi: 10.1016/j.dental.2010.03.013](https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.03.013)

Jiang H, Zheng Z, Li Z, Wang X. (2006). Effects of temperature and solvent on the hydrolysis of alkoxy silane under alkaline conditions. *Industrial & Engineering Chemistry Research- ACS Publications*, 45, 8617-22. [Doi: 10.1021/ie0607550](https://doi.org/10.1021/ie0607550)

Jiang H, Zheng Z, Wang X. (2008). Kinetic study of methyltriethoxysilane (MTES) hydrolysis by FTIR spectroscopy under different temperatures and solvents. *Vibrational Spectroscopy*, 46, 1-7. [Doi: 10.1016/j.vibspec.2007.07.002](https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2007.07.002)

Kim SH, Watts DC. (2004). The effect of reinforcement with woven E-glass fibers on the impact strength of complete dentures fabricated with high-impact acrylic resin. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 91, 274-80. [Doi: 10.1016/j.prosdent.2003.12.023](https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2003.12.023)

Kumar SR, Bhat IK, Patnaik A. (2017). Novel dental composite material reinforced with silane functionalized micro sized gypsum filler particles. *Polymer Composites*, 38, 404-15. [Doi: 10.1002/pc.23599](https://doi.org/10.1002/pc.23599)

Kwon SM, Min BK, Son JS, Kim KH, Kwon TY. (2016). Durability of resin bond strength to dental noble metal–ceramic alloys conditioned with novel mercapto silane-based primer systems. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 30, 1-14. [Doi: 10.1080/01694243.2015.1110008](https://doi.org/10.1080/01694243.2015.1110008)

Lee Y, Kim KH, Kim YK, Son JS, Lee E, Kwon TY. (2015). The effect of novel mercapto silane systems on resin bond strength to dental noble metal alloys. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 15, 4851-4. [Doi: 10.1166/jnn.2015.10402](https://doi.org/10.1166/jnn.2015.10402)

Levin I, Brandon D. (1998). Metastable alumina polymorphs: crystal structures and transition sequences. *Journal of the American Ceramic Society*, 81, 1995-2012. [Doi: 10.1111/j.1151-2916.1998.tb02581.x](https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1998.tb02581.x)

Lin CT, Lee SY, Keh ES, Dong DR, Huang HM, Shih YH. (2008). Influence of silanization and filler fraction on aged dental composites. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27, 919-26. [Doi: 10.1111/j.1365-2842.2000.00573.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2000.00573.x)

Liu D, Matinlinna JP, Tsoi JKH, Pow EHN, Miyazaki T, Shibata Y, et al. (2013). A new modified laser pretreatment for porcelain zirconia bonding. *Dental Materials Journal*, 29, 559-65. [Doi: 10.1016/j.dental.2013.03.002](https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.03.002)

Lung CYK, Matinlinna JP. (2010). Resin bonding to silicatised zirconia with two isocyanatosilanes and a cross-linking silanes. Part II: Mechanistic approach. *Silicon, Dental Materials Journal*, 2, 163-9. [Doi: 10.4012/dmj.2012-100](https://doi.org/10.4012/dmj.2012-100)

Lung CYK, Matinlinna JP, Kukk E, Hägert T. (2010). Surface modification of zirconia by various chemical treatments. *Journal of Applied Surface Science*, 257, 1228-35. [Doi: 10.1016/j.apsusc.2010.08.029](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2010.08.029)

Lung CYK, Matinlinna JP. (2012). Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: An overview. *Dental Materials Journal*, 28, 467-77. [Doi: 10.1016/j.dental.2012.02.009](https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.009)

Lung CYK, Botelho M, Heinonen M, Matinlinna JP. (2012). Resin zirconia bonding promotion with some novel coupling agents. *Dental Materials Journal*, 28, 863-72. [Doi: 10.4012/dmj.2019-200](https://doi.org/10.4012/dmj.2019-200)

Lung CYK, Kukk E, Matinlinna JP. (2013). The effect of silica-coating by sol-gel process on zirconia on resin zirconia bonding. *Dental Materials Journal*, 32, 165-72. Doi: [10.4012/dmj.2012-100](https://doi.org/10.4012/dmj.2012-100)

Lung CYK, Matinlinna JP. (2013). Silanes for adhesion promotion and surface modification. In: Moriguchi K, Utagawa S, editors (87-109). *Silane: Chemistry, applications and performance*. New York: Nova Science Publishers.

Lung CYK, Liu D, Matinlinna JP. (2015). Silica coating of zirconia by silicon nitride hydrolysis on adhesion promotion of resin to zirconia. *Materials Science and Engineering I:C*, 46, 103-10. Doi: [10.1016/j.msec.2014.10.029](https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.10.029)

Lung CYK, Sarfraz Z, Habib A, Khan AS, Matinlinna JP. (2016). Effect of silanization of hydroxyapatite fillers on physical and mechanical properties of a bis-GMA based resin composite. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 54, 283-94. Doi: [10.1016/j.jmbbm.2015.09.033](https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2015.09.033)

Janda R, Roulet JF, Wulf M, Tiller HJ. (2003). A new adhesive technology for all-ceramics. *Dental Materials Journal*, 19, 567-73. Doi: [10.1016/S0109-5641\(02\)00106-9](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(02)00106-9)

Matinlinna JP. (2004). Silane chemistry aspects in some conventional and novel dental biomaterials. PhD thesis, University of Turku.

Matinlinna JP, Vallittu PK. (2007). Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces—an insight review of the chemical aspects on surface conditioning. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, 622-30. Doi: [10.1111/j.1365-2842.2005.01569.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2005.01569.x)

Matinlinna JP, Lassila LV, Vallittu PK. (2007). Pilot evaluation of resin composite cement adhesion to zirconia using a novel silane system. *Acta Odontologica Scandinavica*, 65, 44-51. Doi: [10.1080/00016350600973060](https://doi.org/10.1080/00016350600973060)

Matinlinna JP, Lassila LV. (2011). Enhanced resin-composite bonding to zirconia framework after pretreatment with selected silane monomers. *Dental Materials Journal*, 27, 273-80. Doi: [10.1016/j.dental.2010.11.002](https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.11.002)

Matsumura H, Shimizu H, Tanoue N, Koizumi H. (2011). Current bonding systems for resin-bonded restorations and fixed partial dentures made of silver-paladium-copper-gold alloy. *Japanese Dental Science Review*, 47, 82-7. Doi: [10.1016/j.jdsr.2010.04.001](https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2010.04.001)

Mattiello RDL, Coelho TMK, Insaurralde E, Coelho AAK, Terra GP, Kasuya AVB, et al. (2013). A review of surface treatment methods to improve the adhesive cementation of zirconia-based ceramics. *International Scholarly Research Notices Biomaterials*. Doi: [10.5402/2013/185376](https://doi.org/10.5402/2013/185376).

Mustafa AA, Matinlinna JP, Saidin S, Abdul Kadir MR. (2014). The Influence of experimental silane primers on dentin bond strength and morphology: A laboratory and finite element analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 112, 1498-506. Doi: [10.1016/j.prosdent.2014.05.011](https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.011)

Mustafa AA, Tsoi JKH, Matinlinna JP. (2016). Aspects of enamel bonding using experimental silanes for orthodontic adhesion. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 70, 137-41. Doi: [10.1016/j.ijadhadh.2016.06.006](https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2016.06.006)

Nima G, Ferreira PVC, de Paula AB, Consani S, Giannini M. (2017). Effect of metal primers on bond strength of a composite resin to nickel-chrome metal alloy. *Brazilian Dental Journal*, 28, 210-5. Doi: [10.1590/0103-6440201701288](https://doi.org/10.1590/0103-6440201701288)

Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. (2009). Effect of water aging on microtensile bond strength of dual-cured resin cements to pre-treated sintered zirconium-oxide ceramics. *Dental Materials Journal*, 25, 392-9. Doi: [10.1016/j.dental.2008.09.002](https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.09.002)

Özcan M. (2003). Fracture reasons in ceramic-fused-to-metal restorations. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30, 265-9. Doi: [10.1046/j.1365-2842.2003.01038.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2003.01038.x)

Park SJ, Jin JS. (2003). Effect of silane coupling agent on mechanical interfacial properties of glass fiber-reinforced unsaturated polyester composites. *Journal of Polymer Science Part: B Polymer Physics*, 41, 55-62. Doi: [10.1002/polb.10359](https://doi.org/10.1002/polb.10359)

Pattanaik S, Wadkar AP. (2011). Effect of etchant variability on shear bond strength of all ceramic restorations—an in vitro study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 11, 55-62. Doi: [10.1007/s13191-011-0064-y](https://doi.org/10.1007/s13191-011-0064-y)

Piasecik JR, Swift EJ, Thompson JY, Grego S, Stoner BR. (2009). Surface modification for enhanced silanation of zirconia ceramics. *Dental Materials Journal*, 25, 1116-21. Doi: [10.1016/j.dental.2009.03.008](https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.03.008)

Piasecik JR, Wolter SD, Stoner BR. (2011). Development of a novel surface modification for improved bonding to zirconia. *Dental Materials Journal*, 27, 99-105. Doi: [10.1016/j.dental.2011.01.005](https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.01.005)

Plueddemann EP. (1970). Adhesion through silane coupling agents. *Journal of Adhesion*, 2, 184-201. Doi: [10.1080/0021846708544592](https://doi.org/10.1080/0021846708544592)

Pow EHN, Yeung KKC, Matinlinna JP. (2012). Effects of silanes alone and their blends with HEMA on resin titanium bonding. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 26, 2505-15. Doi: [10.1163/156856111X623249](https://doi.org/10.1163/156856111X623249)

Puska M, Zhangs M, Laattala K, Matinlinna JP, Vallittu PK. (2014). Silane-treated E-glass fiber-reinforced telechelic macromer-based polymer-matrix composites. *Silicon*, 6, 57-63. Doi: [10.1007/s12633-013-9155-1](https://doi.org/10.1007/s12633-013-9155-1)

Reston EG, Filho SC, Arossi G, Cogo RB, Rocha CS, Closs LQ. (2008). Repairing ceramic restorations: Final solution or alternative procedure. *Operative Dentistry*, 33, 461-6. Doi: [10.2341/07-151](https://doi.org/10.2341/07-151)

Sakaguchi RL, Powers JM. (2012). *Craig's restorative dental materials*. (13th edit, p.163-4). Philadelphia: Mosby Elsevier. Doi: [10.4012/dmj.2012-178](https://doi.org/10.4012/dmj.2012-178)

Tanis MC, Akay C, Karakis D. (2015). Resin cementation of zirconia ceramics with different bonding agents. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 29, 363-7. Doi: [10.1080/13102818.2014.996606](https://doi.org/10.1080/13102818.2014.996606)

Tham WL, Chow WS, Ishak ZAM. (2010). The effect of 3-(trimethoxysilyl)propyl methacrylate on the mechanical, thermal, and morphological properties of poly(methyl methacrylate)/hydroxyapatite composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 118, 218-28. Doi: [10.1002/app.32111](https://doi.org/10.1002/app.32111)

Tian T, Tsoi JKH, Matinlinna JP, Burrow MF. (2014). Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dental Materials Journal*, 30, 147-62. Doi: [10.1016/j.dental.2014.01.017](https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.01.017)

Tsue F, Takahashi Y, Shimizu H. (2007). Reinforcing effect of glass-fiber-reinforced composite on flexural strength at the proportional limit of denture base resin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 65, 141-8. Doi: [10.3109/23337931.2015.1099441](https://doi.org/10.3109/23337931.2015.1099441)

Underhill PR, DuQuesnay DL. (2000). Corrosion resistance imparted to aluminum by silane coupling agents. In: Mittal KL, editor. Silanes and other coupling agents, vol. 2.(p.149-58). AH Zeist: VSP Besloten Vennootschap.

Wong JDC, Lung CYK, Tsoi JKH, Matinlinna JP. (2014). Effects of a zirconate coupling agent incorporated into an experimental resin composite on its compressive strength and bonding to zirconia. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 29, 171-6. Doi:[10.1016/j.jmbbm.2013.09.007](https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2013.09.007)

Xie H, Wang X, Wang Y, Zhang F, Chen C, Xia Y. (2009). Effects of sol–gel processed silica coating on bond strength of resin cements to glass-infiltrated alumina ceramic. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11, 49-55.

Zakir M, Tsoi JKH, Chu CH, Matinlinna JP. (2014). Bonding dissimilar materials in dentistry: a critical review. *Reviews of Adhesion and Adhesives*, 2, 413-32. Doi: [10.7569/RAA.2014.097309](https://doi.org/10.7569/RAA.2014.097309)

Zhang M, Matinlinna JP. (2012). E-glass fiber reinforced composites in dental applications. *Silicon*, 4, 73-8. Doi: [10.1007/s12633-011-9075-x](https://doi.org/10.1007/s12633-011-9075-x)

Zirkonya Seramiklere Uygulanan Yüzey İşlemleri

İpek BALEVİ AKKESE¹

Giriş

Diş hekimliği, son dönemde estetiğe yönelik artan bir taleple karşı karşıya kalmıştır. Bu talep indirekt restorasyonlarda metal seramik materyaller yerine, metal alt yapıya sahip olmayan protezlerin tercih edilmesiyle sonuçlanmıştır (Miyazaki & ark., 2013),(Sriamporn & ark., 2014), (Colombo & ark., 2019). Zirkonya, mekanik ve biyouyumluluk açısından benzersiz özelliklere sahip olmakla birlikte kabul edilebilir düzeyde estetiğe de sahiptir (Lee & ark., 2019).

Cam seramiklerden farklı olarak, zirkonyanın adeziv prosedürler öncesinde asitlenmemektedir. Zirkonya için güvenilir ve uzun ömürlü bir adeziv simantasyon için işlem öncesinde bazı yüzey protokollerinin uygulanması gerekmektedir. Silika içeren seramiklerde, dayanıklı bir simantasyon elde etmek için hidroflorik asit ile asitleme ve silan kullanımı gerekmektedir. Ancak zirkonyum seramikler silika fazı içermezler ve bağlanma yapamazlar (Inokoshi & ark., 2014), (Kern 2015). Bu nedenle siman ve zirkonya seramik arasındaki adezyonu arttırmak için simantasyon öncesinde çeşitli yüzey işlemlerinin uygulanması önerilmiştir. Mekanik, kimyasal ve mekanokimyasal olmak üzere zirkonya yüzeyine farklı işlemler uygulanabilmektedir (Tablo 1) (Qebrawi, Campillo-Funollet & Muñoz CA, 2010), (Ural & ark., 2010), (Foxton & ark., 2011), (Jiang, Chen & Lv, 2014), (Fathi & ark., 2023).

Tablo 1. Zirkonyaya Uygulanan Yüzey İşlemleri (Fathi & ark., 2023)

Mekanik	Kimyasal	Mekanokimyasal
Elmas döner aletler ile pürüzlendirme	Silan uygulanması	Tribokimyasal silika kaplama
Kumlama	Primer uygulanması	Pirokimyasal silika kaplama
Asit ve asidik solüsyonların uygulaması		
Selektif infiltrasyon asitleme		
Lazer (Er: YAG, Nd: YAG, Yb: YAG, CO ₂)		
Plazma sprej yöntemi		

¹ Dr Dt, Dişpoint Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği

Düşük füzyon porselen kaplaması		
Çok fazlı cam seramik kaplama		

1.Mekanik Yüzey İşlemleri

Döner Aletler İle Pürüzlendirme

Döner aletler ile pürüzlendirme işlemi elmas frezler, karbon separeyler, taş mœletler ve Al_2O_3 (alüminyum oksit) ya da silisyum karbid içerikli zımparalar yardımı ile yapılabilmektedir. Döner aletler ile pürüzlendirme işleminin ağız içerisinde uygulanabilir bir yöntem olması avantajdır. Kullanılacak olan frezlerin gren boyutu, basınç uygulanması, uygulama yönü, hızı ve süresi oldukça önemlidir. Uygun koşullar altında gerçekleştirilmeyen pürüzlendirme işlemi stres birikimi ile birlikte plastik deformasyon, çatlak ve faz dönüşümüne sebep olabilmektedir (Ardlin 2002), (Zhang & ark., 2003). Su soğutması altında, düşük devirde, düşük baskı kuvveti ile yapılan pürüzlendirme işlemi, kritik seviyenin altına inen çatlaklar meydana getirmeden zirkonyanın yüzey pürüzlülüğünü artırabilmektedir.

Kumlama

Kumlama işlemi Al_2O_3 partikülleri ile gerçekleştirilen bir yüzey işlemidir (Skienhe & ark., 2018). Kumlama işleminde farklı sürelerde ve farklı partikül boyutuna (30-250 μm) sahip olan Al_2O_3 partikülleri kullanılmaktadır. Kumlama ile zirkonya yüzeyindeki kontamine tabaka uzaklaştırılır, yüzeyde girintiler oluşturulur ve pürüzlülük artırılır. Artan pürüzlülük ile birlikte yüzey ıslanabilirliği artar ve yüzey gerilimi azalır. Kumlama sonrasında mikro çatlak oluşumu gözlemlenmektedir (Erdem & ark., 2014).

Asit İle Pürüzlendirme

Tam seramik sistemlerde yüzey enerjisini artırmada kullanılan yöntemlerden biri de asit ile pürüzlendirme işlemidir. Gerekli mekanik pürüzlendirme için için hidroflorik asit (HF), asidule fosfat florür (APF), amonyum biflorür (ABF), fosforik asit (H_3PO_4) gibi organik asitler tavsiye edilmektedir.

Diş hekimliğinde %4-10' luk konsantrasyondaki HF tercih edilmektedir (Sriamporn & ark., 2014). HF, silika içerikli seramiklerde reaksiyona girip camı matriksi ortadan kaldırırken kristal yapıyı ortaya çıkarır. Asitleme işlemi sonrasında en az 1 dakika (dk) basınçlı su ile sonrasında 5 dk süre ile ultrasonik cihazlar ile temizle yapmak gerekmektedir. Asit ile yüzeyde ıslanabilirlik ve yüzey enerjisi artar. Bu artış ile birlikte mekanik retansiyon alanları oluşur ve böylece simanın bağlanma dayanımı artar (Ramakrishnaiah & ark., 2016).

Asit ile pürüzlendirme işlemi son yıllarda sıcak kimyasal asitleme olarak modifiye edilerek zirkonya yüzeyini asitlemede tercih edilir hale gelmiştir (Sahoo & ark., 2023). Bu yöntemde 800 ml metanol $100^\circ C$ sıcaklığa getirilir ve %37 konsantrasyonda 200 ml HCl (hidroklorik asit), 2 gram $FeCl_3$ (ferik klorid) karışımı içeren solüsyon hazırlanır (Lv & ark., 2015). Zirkonya seramikler bu hazırlanan solüsyonda 10dk, 30 dk ya da 60 dk bekletilerek uygulanır. Yapılan bu işlemde yüzeyde pürüzlülük artırılması amaçlanır (Elsaka 2013).

Piranha solüsyonunun zirkonya yüzeyine uygulanması, seramiklerin bağlanma dayanımını artırmada kullanılan bir başka yöntemdir. Bu solüsyon 3:1 oranında H_2SO_4 (sülfürik asit) ve %30 H_2O_2 (hidrojen peroksit) içermektedir. Örnekler solüsyona 30 dk süre ile daldırılıp sonrasında 5 dk hava su spreyi ile yıkanıp, 20 dk boyunca distile suda bekletilmesi esasına dayanmaktadır (Feitosa & ark., 2017) .

Zirkonya restorasyonlara %5 HF uygulanması kabul edilebilir düzeyde bir yüzey pürüzlülüğü sağlamaz. Zirkonya yüzeyine %40' lık HF uygulanmasının zirkonya ve rezin siman arasındaki bağlanma dayanımını artırdığı belirtilmiştir (Beata & Leszek, 2015).

Selektif İnfiltrasyon Asitleme (SIE) Yöntemi

SIE yöntemi sinterlenmiş zirkonyanın yüzeyine akışkan kıvamda sıvı cam uygulanması esasına dayanır. Bu yöntemle nano düzeyde pöröz ve aşınmış bir seramik yüzey oluşturulması amaçlanır. Zirkonya 750°C' ye ısıtılır ve 1 dk bekletilir. Daha sonra 650 °C' de 1 dk, 750 °C' de 1 dk olacak şekilde bekletilir ve oda ısısında soğumaya bırakılır. Bu yöntem ile zirkonya sınırlarında stres alanları oluşur. Oluşan bu stres alanlarına % 65 silika, % 15 alumina, % 10 Na₂O (sodyum oksit), % 5 K₂O (potasyum oksit) ve % 5 TiO₂ (titanyum oksit) içerikli bir cam infiltrasyonu gerçekleştirilir. Kaplanan yüzey dakikada 60°C ısı artışı olacak şekilde 750°C'ye ısıtılır ve 2 dk boyunca bekletilir ve oda ısısında soğumaya bırakılır. Sonrasında % 5 HF banyosunda 15 dk bekletilir, buharda temizlenir ve hava ile kurutulur. Bu işlem zirkonya grenleri arasına infiltre olur ve nano pörözite ile adeziv bağlantı sağlanır. Bu yöntem ile birlikte 10 metakriloksidesil dihidrojen fosfat (MDP) içerikli rezin simanların kullanılması güçlü bir dayanım sağlanmaktadır (Aboushelib, Kleverlaan CJ & Feilzer, 2007).

Lazer

Lazer farklı frekanslardaki ışınların düz, yoğun, tek renkli, aynı fazlı paralel dalgalar şeklinde güçlü ve yüksek bir ışın demeti haline gelmesidir. Majman Ruby lazeri 1960 yılında çekilmiş diş üzerinde denemiş; fakat diş hekimliğinde ilk kullanımı 1989 yılında Dr. Terry Myers tarafından gerçekleştirilmiştir. Lazerler kaynağındaki aktif maddelere göre, lazer ışını hareketlerine göre, dalga boylarına göre ve kullanım alanlarına göre sınıflandırılmaktadır (Önal 1993), (Coluzzi 2000). Diş hekimliğinde Argon, Diode, Er: YAG, Nd:YAG, CO₂ ve Femtosecond lazerler kullanılmaktadır.

Argon Lazer

Argon lazerin aktif maddesi argon gazıdır. Diş hekimliğinde 488 nanometre (nm) mavi ve 514 nm mavi-yeşil olmak üzere iki dalga boyu kullanılmaktadır. Argon lazerde 488 nm dalga boyu kamforokinon aktivasyonu ile kompozit rezinlerin aktivasyonunda ve ışık ile aktive olan diş beyazlatma jellerinin aktivasyonunda kullanılmaktadır. Dalga boyu 514 nm olan lazer ise yumuşak dokuların tedavisinde tercih edilmektedir (Coluzzi 2004).

Diode Lazer

Diode lazerin aktif materyali katı fazlıdır. Alüminyum ya da indiyum, arsenik ve galyum gibi elementler ile yarı iletken kristallerin kombinasyonları sonucu üretilmiştir. Diş beyazlatma, biyostimülasyon ve yumuşak doku cerrahisinde kullanılmaktadır (Wawrzyk & ark., 2021).

Erbium Lazerler

Er, Cr: YSGG lazer, erbiyum ve kromiyum eklenmiş itriyum-skandiyum-galyum-garnet kristali içeren, katı ortamlı bir lazerdir. Dalga boyu ise 2790 nm' dir. Er:YAG lazer ise erbiyum eklenmiş itriyum-alüminyum-garnet kristalidir. Dalga boyu 2940 nm' dir ve katı aktif ortamlıdır (Bader & Krejci, 2006). ER:YAG lazerler suda yüksek absorpsiyona sahiptir ve hava soğutmalıdır. Diş hekimliğinde çürüğün temizlenmesinde, eski restorasyonların çıkarılmasında, kavite sterilizasyonunda, mine ve dentinin pürüzlendirilmesinde kullanılmaktadırlar. Yapılan çalışmalar CO₂ lazer ile tedavi edilen dişlerin ısısının 5° düşürebileceğini belirtmiştir. Bu nedenle yumuşak dokuya yönelik işlemlerde doku hasarı oldukça azdır (Bader & Krejci, 2006). Yapılan bazı çalışmalar seramik yüzeyine uygulandığında yüzeyde mikro çatlaklara sebep olabileceğini belirtmiştir (Stübinger & ark., 2008), (Paranhos, Burnett & Magne, 2011).

Nd:YAG Lazer

Nd:YAG lazerin aktif materyali neodimyum ilaveli itriyum alüminyum garnet kristalidir. Katı tipte bir lazerdir ve dalga boyu 1064 nm' dir. Sadece serbest darbe modunda kullanılabilir. Açık renkli dokularda yavaş çalışmakla birlikte koyu renge sahip olan pigmente dokularda yüksek düzeyde absorbe olur ve hızlı kesim sağlar. Hemostaz sağlamada oldukça başarılıdır, bu sebeple yumuşak doku koagülasyonu ve yumuşak dokuların kesiminde kullanılabilir. Kök kanallarının ve kavitelelerin sterilizasyonunda, dentin hassasiyetinin giderilmesinde, mine ve dentin pürüzlendirilmesinde de kullanılabilirler (Özcan & Sevimay, 2016).

CO₂ Lazer

Görünmeyen gaz lazeridir ve aktif maddesi CO₂' dir. Yumuşak doku uygulamalarında kullanılmaktadır. İşlem sonrası dokularda karbon artıklarından dolayı kahverengi bir görünüm alabilir ve kendi rengine dönmesi 10-14 gün sürebilir. Yumuşak dokuların insizyonunda, oral aftların tedavisinde, gingivoplasti, gingivektomi, frenektomi işlemlerinde, submuköz apselerin tedavisinde kullanılabilir (Kasraei & ark., 2014).

Femtosecond (Femtosaniye) Lazer

Femtosaniye lazer endüstriyel, biyolojik ve tıbbi olmak üzere pekçok alanda kullanılmaktadır. Bu lazer ile örneğin yüzeyinde bozulma ve ısı oluşturmada net bir yüzey elde edilebileceği belirtilmiştir. Özel bir yazılım ile örneğin yüzeyinde oluşturulacak şekli ve derinliği belirlenebilmektedir (Symietz & ark., 2010), (Fiedler & ark., 2013). Yüzeyde oluşturulacak olan girintilerin genişliği ve derinliği cihazın çalışma frekansı, darbe gücü, hızı ve tekrarına göre değişebilmektedir (Akpınar & ark., 2015). Bu lazer sistemi ablasyon sırasında çevre dokularda en az mekanik ve termal hasar meydana getirmektedir (Atsu & ark., 2006).

Plazma Sprey Yöntemi

Plazma sprej yönteminde atom, elektron, nötral parçacıklar ve iyon içeren kısmen iyonize olmuş gaz ile bağlanma dayanımının artırılması amaçlanmıştır. Vakumlu alanda gaz iyonizasyonu gerçekleştirilir, yüksek frekansa sahip olan bir jeneratör ile gaz iyonize edilir ve plazmaya dönüştürülür (Denes 1997), (Ramachandran & ark., 2011). Plazma sprej yöntemi ile cam seramiklerin, zirkonya restorasyonların ve fiber içerikli kompozitlerin bağlanma dayanımlarının artırılması amaçlanır (Han & ark., 2017).

2.Kimyasal Yüzey İşlemleri

Silan Uygulanması

Silan silisyum atomlarından oluşan organik ve inorganik bileşiktir. Organik olan kısım, rezin simanda bulunan organik matriks ile reaksiyona girer. Alkali olan gruplar ise inorganik kısım ile kovalent olarak bağlanır. Silanlar ile birlikte yüzey gerilimi düşürülür, ıslanabilirlik artar. En sık tercih edilen silan 3-metakrilosipropil-trimetosisilan' dır. Silan molekülünde bulunan metoksi grubu seramik yüzey ile bağlantı yaparken, metakrilat grubu rezin simandaki organik matrikse bağlanır. Silika esaslı seramiklerde asit ile pürüzlendirme işlemi sonrasında kullanılmaları önerilmektedir.

Primer Uygulanması

Bir çözücü madde içerisinde polimerize olabilen monomerlerden oluşan likite primer denir. Monomerlerin yapısında metakrilat ya da metakrilat benzeri fonksiyonel bir grup bulunur ve bu grup sayesinde rezin ile bağlantı saplanır (Noort RV 2013).

Kıymetli ve kıymetsiz metal alaşımlarının, rezin simanlar ile kimyasal bir bağlantı oluşturabilmesi için günümüzde metal primerleri üretilmiştir (Yoshida & ark., 1993). Bu primerler metal yüzeyindeki oksit tabaka ile bağlantı sağlar. Aynı şekilde zirkonya yüzeyinde de pasif ve ince bir oksit tabaka oluşmaktadır bu da primerlerin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Zirkonya için günümüzde 10-metakriloksidil dihidrojen fosfat (MDP) gibi organofosfat monomerleri içeren primerler tercih edilmektedir (Kitayama & ark., 2010). MDP zirkonya ve rezin siman arasında kimyasal bağlantı yapmaktadır. Tiofostorik asit metakrilat (MEPS) ve 4-metakrilosietil trimellitik anhidrid (4-META) gibi başka asidik monomerler de zirkonya ve rezin siman arasında kimyasal bağlantı sağlamada kullanılabilir (Tsuu, Yoshido & Atsuda, 2006).

3.Mekanokimyasal Yüzey İşlemleri

Pirokimyasal Silika Kaplama

Yüksek sıcaklıktaki koloidal silika uygulanması ile gerçekleştirilmektedir. Yüzeyi kaplayacak olan solüsyon (tetraetoksisilan, TEOS), özel bir alev kullanılarak 0,1-1 µm kalınlığında olacak şekilde silika tabakası ile yüzey kaplanır. Siloc, Silicoater Classic ve Silicoater MD pirokimyasal silika kaplamada kullanılan sistemlerdir (Janda & ark., 2003), (Özcan, Nijhuis & Valandro, 2008), (Yun & ark., 2010). Günümüzde ise tam seramik sistemlerde kullanılmak üzere Silanopen™ üretilmiştir (Matinlinna & ark., 2018).

Tribokimyasal Silika Kaplama

Tribokimyasal silika kaplama sistemlerinde seramik yüzeyinde camsı, ince bir yapıda silikat ile kaplanmaktadır. Seramik yüzeyine silika ile kaplanmış Al_2O_3 püskürtülerek kuşlama yapılır. Silika içeren Al_2O_3 partikülleri seramik yüzeyine yerleşir ve silan ajanı uygulayarak kimyasal bağlantı kurması amaçlanır. Tribokimyasal silika kaplaması ağız içerisinde (Cojet, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) ve laboratuvar ortamında (Rocatec, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) uygulanabilmektedir (Smielak & Klimek, 2015).

Cojet sisteminde silika partikülleri ile modifiye Al_2O_3 (30 µm) kullanılmaktadır. İçeriğinde %3' ten daha az olacak şekilde amorf silika ve %97' den daha fazla Al_2O_3 bulunmaktadır (Özcan, Nijhuis & Valandro, 2008). Metal destekli seramik ve tam seramik sistemlerde oluşan kırıkların ağız içerisinde tamir edilmesinde kullanılabilirler (Uludamar, Akalin & Özkan, 2011), (Diğdem & Aydoğan 2018), (Sevmez, Güngör & Yılmaz, 2018).

Rocatec sisteminde ilk aşamada Rocatec-Pre kumu kullanılmaktadır. İçerisinde 110 µm Al_2O_3 partikülleri olan bu kum 0,28 MPa basınç ile seramik yüzeyine püskürtülür ve mikroretantif alanlar oluşturulur. İkinci aşamada ise silika (30 µm) ile modifiye Rocatec-Soft ya da silika ile modifiye (110 µm) Al_2O_3 içeren Rocatec Plus kumu ile 15 saniye süreyle 10 mm uzaklıktan kuşlama yapılır. Son aşamada yüzeye silan uygulanır (Asar & Çakırbay 2013), (Erdem & ark., 2014).

Kuşlama işlemi yüksek hızlı bir kaynaktan yayılan Al_2O_3 parçacıklarının etkisiyle açığa çıkan enerjinin kullanıldığı bir işlemdir. Yapılan işlemle birlikte materyal aşınır, temiz, ıslanabilir ve pürüzlü bir yüzey elde edilir (Yenisey, Dede & Rona, 2016). Bununla birlikte kuşlama sonucunda yüzeyde hasar ve çatlaklar meydana gelip zirkonyanın mekanik özelliklerini değiştirebilir. Uygulanan basınç, kaynağın uygulandığı uzaklık ve partikül boyutu oldukça önemlidir (Zhang & ark., 2004).

Souza ve ark (2013) yaptıkları çalışmada materyal hasarının önüne geçmek için kumlama işleminin 2,5 bar basınçta ve 30 µm gibi küçük parçacıklara sahip olan alümina tozu ile kullanımını önermişlerdir. Özcan ve ark 2013 yılında yaptıkları çalışmada ise 0,5 ila 2,5 bar basınçta, çapı 30 ila 50 µm olan alümina parçacıklarının en az 20 saniye süreyle kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir (Souza & ark., 2013).

Lazer, zirkonya seramiklerin adezyonu öncesi tercih edilebilen bir mekanik ön yüzey işlemidir. Nd:YAG lazer seramik yüzeyinde tatmin edici bir pürüzlülük ve adezyon garanti edemez (Liu & ark., 2015). Zirkonyanın aşırı ısınması çatlaklara, residüel strese ve faz dönüşümüne neden olmaktadır. Er:YAG lazer 2 watt'lık bir ayarda kullanıldığında aynı alümina ile kumlama işleminde olduğu gibi pürüzlülük sağlarken, bir taraftan da yüzeyde çatlak ve kusurlara sebep olabilmektedir. Lazer 400 mJ ya da 600 mJ enerji yoğunluğunda kullanıldığında materyalde bozunma gözlenirken, 200 mJ gibi daha düşük değerlerde kullanıldığında ise tatmin edici düzeyde bir adezyon sağlayamadığı gözlenmiştir (Lin & ark., 2013), (Türker & ark., 2013), (Cheung, Botelho & Matinlinna, 2014), (Gomes & ark., 2015).

Zirkonya inert bir malzeme olarak kabul edilmektedir. Camsı fazı bulunmadığı için HF asit ile pürüzlendirme işlemi yapılamamaktadır. Yine de bazı asidik solüsyonların belli sıcaklıklar üzerinde uygulanmasının zirkonyayı aşındırmak için yeterli olduğu da belirtilmiştir. Xie ve ark (2013), sıcak asitleme ve 10-MDP primerlerinin uygulanmasını içeren adezyon protokolleri için iyi sonuçlar elde ettiğini belirtmiştir (Xie & ark., 2013). Yapılan bir başka çalışmada, deneysel bir asit solüsyonu (800 mL etanol, 200 mL %37 HCl ve 2 g demir klorür) zirkonya yüzeyine 100°C' de 1 saat süre boyunca uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarda zirkonya yüzeyinde pürüzlenme ve iyi bir adezyon sağladıklarını belirtmişlerdir (Sakrana & Özcan, 2017). Bu teknikler bazı durumlarda, adezyonu artırmada tercih edilebilecek yöntemler gibi görünse de (Xie & ark., 2013), (Sakrana & Özcan 2017) klinikte güvenle kullanım açısından olumsuz etkileri olduğu da unutulmamalıdır (Xie & ark., 2017).

Primerler, 10-MDP veya 4-META dahil olmak üzere organofosfat monomerleri içermektedir. 10-MDP, zirkonya ile reaksiyona giren ve P-O-Zr bağları oluşturan fosforik asit içeren bir terminal fonksiyonel grup sunar. Bu primerlerin, 4-META, MAC-10 veya 3-TMSPMA içerenlerden daha iyi bir adezyon sağlayabileceği belirtilmiştir (Oba & ark., 2014), (Ahn & ark., 2015), (Lopes, Spohr & De Souza, 2016), (Yagawa & ark., 2018). Self adeziv kompozit simanlarla birlikte kullanıldıklarında da kimyasal adezyonda artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte tek başına 10-MDP siman kullanımı, termal siklus sonrası iyi adezyon seviyelerini yeterince sağlayamadığı da bildirilmiştir (Sarmiento & ark., 2014), (Cheung & Botelho, 2015), (Yenisey, Dede & Rona, 2016).

Tribokimyasal silika kaplama (TBS), zirkonyaya yapışmayı desteklemek için kullanılan başka bir yöntemdir. Silika kaplı alümina tanecikleri kullanılarak yapılan, seramiğin yüzeyine çarpan ve aynı zamanda silika salarken düzensiz bir yüzey oluşturan bir kumlama işlemidir. Bu camsı bileşenin varlığı silanın bir bağlayıcı materyal olarak kullanılmasına izin verir. TBS, diğer işlemlere göre ısıl döngüye daha dirençli görünmektedir. Termodinamik hesaplamalara göre silika ve silan arasındaki bağ, zirkonya ve 10-MDP arasındaki bağa göre hidrolize karşı daha dirençlidir (Xie & ark., 2016). Yapılan bazı çalışmalarda silan içeren primerin ardından uygulanan TBS'nin, ardından 10 MDP içerikli primerin uygulandığı alümina kumlamadan daha kararlı olduğu konusunda hemfikirdir (Xie & ark., 2013), (Ribeiro ve ark 2018). Öte yandan diğer yazarlar, alümina kumlama içeren adezyon protokolleri için TBS ile karşılaştırılabilir

adezyon değerleri ile iyi sonuçlar elde etmektedir (Qeblawi, Campillo-Funollet & Muoz, 2015), (Yi & ark., 2015), (Akazawa & ark., 2017).

TBS, termal siklsa diğerlerinden daha dirençli görünmektedir. Termodinamik hesaplamalara göre silika ve silan arasındaki bağ, zirkonya ve 10-MDP arasındaki bağa göre hidrolize karşı daha dirençlidir (Xie & ark., 2016). Birkaç alışma, silan içeren primer uygulamasının ardından TBS'nin, alümina kumlama ve ardından 10-MDP bazlı primerlerin uygulanmasından daha kararlı olduğu konusunda hemfikirdir (Xie & ark., 2013, (Ribeiro & ark., 2018). Öte yandan diğer yazarlar, alümina-kumlama içeren adezyon protokolleri için TBS ile karşılaştırılabilir adezyon değerleri ile iyi sonuçlar elde etmektedir (Qeblawi, Campillo-Funollet & Muoz, 2015), (Yi & ark., 2015), (Akazawa & ark., 2017), (Yi & ark., 2015), (Akazawa & ark., 2017).

Sonuç

Yapılan çalışmalarda zirkonyanın bęlanma dayanımını artırmak için birçok yöntem geliştirildiği gözlemlenmiştir. Mekanokimyasal yüzey işlemlerinin en iyi adeziv sonuçları verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Tribokimyasal silika kaplamanın 1,8-2,8 bar basınç ile uygulandığında zirkonyanın adezyonunda önemli bir artış sağladığı kanıtlanmıştır. Feldspatik seramik kumlama ve silan uygulaması gibi yeni yöntemler veya silanla kombine YAG lazer zirkonya adezyonunda umut verici alternatifler gibi görünmektedir. Bileşenlerin yüzdesinde ve rezin simanın viskozitesinde büyük değişkenlik vardır. Zirkonyaya adezyonda en iyi sonucu self-adeziv simanlar ve 10-MDP içerenler almış, hangisinin daha iyi olduğu netlik kazanmamıştır. 10-MDP primer kullanımı halen tartışmalıdır. Zirkonya ve rezin siman arasındaki bağlantı kuvvetini değerlendirmek için yapılacak olan testin standardize edilmesi gereklidir. Yapay yaşlanma adezyonu azaltır; bu nedenle laboratuvar çalışmalarında 30 gün suda bekletme veya 5000 devir termal sikls yapılmalıdır. Zirkonyaya adeziv simantasyon için birçok teknik sunulmakla birlikte standart bir klinik protokol henüz belirlenmemiştir.

Kaynaklar

Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ, 2007. Selective infiltration-etching technique for a strong and durable bond of resin cements to zirconia-based materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 98, 5, 379-88.

Ahn J-S, Yi Y-A, Lee Y, Seo D-G, 2015. Shear bond strength of MDP-containing self-adhesive resin cement and Y-TZP ceramics: effect of phosphate monomer-containing primers. *BioMed Research International*, 2015.

Akazawa N, Koizumi H, Nogawa H, Nakayama D, Kodaira A, Matsumura H, 2017. Effect of mechanochemical surface preparation on bonding to zirconia of a tri-n-butylborane initiated resin. *Dental Materials Journal*, 36, 1, 19-26.

Akpınar YZ, Yavuz T, Aslan MA, Kepceoglu A, Kilic HS, 2015. Effect of different surface shapes formed by femtosecond laser on zirconia-resin cement shear bond strength. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 29, 3, 149-57.

Ardlin BI, 2002. Transformation-toughened zirconia for dental inlays, crowns and bridges: chemical stability and effect of low-temperature aging on flexural strength and surface structure. *Dental Materials*, 18, 8, 590-5.

Asar NV, Çakırbay M, 2013. Zirkonya-rezin siman bağlantısını güçlendirmede kullanılan yüzey işlemleri. *Acta Odontologica Turcica*, 30, 3, 162-8.

Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS, 2006. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95, 6, 430-6.

Bader C, Krejci I, 2006. Indications and limitations of Er: YAG laser applications in dentistry. *American journal of dentistry*, 19, 3, 178.

Beata S, Leszek K, 2015. Effect of hydrofluoric acid concentration and etching duration on select surface roughness parameters for zirconia. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 113, 6, 596-602.

Cheung GC, Botelho MG, Matinlinna JP, 2014. Effect of surface treatments of zirconia ceramics on the bond strength to resin cement. *J Adhes Dent*, 16, 1, 49-56.

Cheung J, Botelho MG, 2015. Zirconia surface treatments for resin bonding. *The Journal of Adhesive Dentistry*.

Colombo M, Poggio C, Lasagna A, Chiesa M, Scribante A, 2019. Vickers micro-hardness of new restorative CAD/CAM dental materials: evaluation and comparison after exposure to acidic drink. *Materials*, 12, 8, 1246.

Coluzzi DJ, 2000. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dental Clinics of North America*, 44, 4, 753-65.

Coluzzi DJ, 2004. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dental Clinics*, 48, 4, 751-70.

Denes F, 1997. Synthesis and surface modification by macromolecular plasma chemistry. *Trends in polymer science*, 1, 5, 23-31.

Diğdem E, Aydoğan C, 2018. Bir Nanohibrit Kompozitin Tamirinde Kullanılan Farklı Yüzey İşlemleri Ve Kompozit Rezinlerin Mikrosızıntıya Etkisi. *Cumhuriyet Dental Journal*, 21, 3, 184-94.

Elsaka SE, 2013. Influence of surface treatments on the surface properties of different zirconia cores and adhesion of zirconia-veneering ceramic systems. *Dental Materials*, 29, 10, e239-e51.

Erdem A, Akar G, Erdem A, Kose T, 2014. Effects of different surface treatments on bond strength between resin cements and zirconia ceramics. *Operative dentistry*, 39, 3, E118-E27.

Erdem A, Akar G, Erdem A, Köse T, 2014. Effects of different surface treatments on bond strength between resin cements and zirconia ceramics. *Operative dentistry*, 39, 3, E118-E27.

Fathi A, Hashemi S, Tabatabaei SS, Mosharraf R, Atash R, 2023. Adhesion to Zirconia: An umbrella review. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 103322.

Feitosa SA, Lima NB, Yoshito WK, Campos F, Bottino MA, Valandro LF, Bottino MC, 2017. Bonding strategies to full-contour zirconia: Zirconia pretreatment with piranha solution, glaze and airborne-particle abrasion. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 77, 151-6.

Fiedler S, Irsig R, Tiggesbäumker J, Schuster C, Merschjann C, Rothe N, Lochbrunner S, Vehse M, Seitz H, Klinkenberg E-D, 2013. Machining of biocompatible ceramics with femtosecond laser pulses. *Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik*, 58, SI-1-Track-C, 000010151520134093.

Foxton RM, Cavalcanti AN, Nakajima M, Pilecki P, Sherriff M, Melo L, Watson TF, 2011. Durability of resin cement bond to aluminium oxide and zirconia ceramics after air abrasion and laser treatment. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 20, 2, 84-92.

Gomes AL, Ramos JC, Santos-del Riego S, Montero J, Albaladejo A, 2015. Thermocycling effect on microshear bond strength to zirconia ceramic using Er: YAG and tribochemical silica coating as surface conditioning. *Lasers in Medical Science*, 30, 787-95.

Han GJ, Kim JH, Cho BH, Oh KH, Jeong JJ, 2017. Promotion of resin bonding to dental zirconia ceramic using plasma deposition of tetramethylsilane and benzene. *European journal of oral sciences*, 125, 1, 81-7.

Inokoshi M, De Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B, 2014. Meta-analysis of bonding effectiveness to zirconia ceramics. *Journal of dental research*, 93, 4, 329-34.

Janda R, Roulet J-F, Wulf M, Tiller H-J, 2003. A new adhesive technology for all-ceramics. *Dental Materials*, 19, 6, 567-73.

Jiang T, Chen C, Lv P, 2014. Selective infiltrated etching to surface treat zirconia using a modified glass agent. *J Adhes Dent*, 16, 6, 553-7.

Kasraei S, Atefat M, Beheshti M, Safavi N, Mojtahedi M, Rezaei-Soufi L, 2014. Effect of surface treatment with carbon dioxide (CO₂) laser on bond strength between cement resin and zirconia. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 5, 3, 115.

Kern M, 2015. Bonding to oxide ceramics—laboratory testing versus clinical outcome. *Dental Materials*, 31, 1, 8-14.

Kitayama S, Nikaido T, Takahashi R, Zhu L, Ikeda M, Foxton RM, Sadr A, Tagami J, 2010. Effect of primer treatment on bonding of resin cements to zirconia ceramic. *Dental materials*, 26, 5, 426-32.

- Lee J-H, Kim S-H, Han J-S, Yeo I-SL, Yoon H-I, 2019. Optical and surface properties of monolithic zirconia after simulated toothbrushing. *Materials*, 12, 7, 1158.
- Lin Y, Song X, Chen Y, Zhu Q, Zhang W, 2013. Effect of Er: YAG laser irradiation on bonding property of zirconia ceramics to resin cement. *Photomedicine and laser surgery*, 31, 12, 619-25.
- Liu L, Liu S, Song X, Zhu Q, Zhang W, 2015. Effect of Nd: YAG laser irradiation on surface properties and bond strength of zirconia ceramics. *Lasers in medical science*, 30, 627-34.
- Lopes GC, Spohr AM, De Souza GM, 2016. Different strategies to bond Bis-GMA-based resin cement to zirconia. *Journal of Adhesive Dentistry*.
- Lv P, Yang X, Jiang T, 2015. Influence of hot-etching surface treatment on zirconia/resin shear bond strength. *Materials*, 8, 12, 8087-96.
- Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JKH, 2018. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. *Dental materials*, 34, 1, 13-28.
- Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T, 2013. Current status of zirconia restoration. *Journal of prosthodontic research*, 57, 4, 236-61.
- Noort RV, 2013. *Introduction to Dental Materials*, p.
- Oba Y, Koizumi H, Nakayama D, Ishii T, Akazawa N, Matsumura H, 2014. Effect of silane and phosphate primers on the adhesive performance of atri-n-butylborane initiated luting agent bonded to zirconia. *Dental Materials Journal*, 33, 2, 226-32.
- Önal B, 1993. Diş sert dokularında laser kullanımı. *Diş Hek K Derg*, 2, 61-4.
- Özcan A, Sevimay M, 2016. Diş Hekimliğinde Lazer. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 22, 2.
- Özcan M, Nijhuis H, Valandro LF, 2008. Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. *Dental materials journal*, 27, 1, 99-104.
- Paranhos MPG, Burnett Jr LH, Magne P, 2011. Effect of Nd: YAG laser and CO 2 laser treatment on the resin bond strength to zirconia ceramic. *Quintessence international*, 42, 1.
- Qeblawi DM, Campillo-Funollet M, Muñoz CA, 2015. In vitro shear bond strength of two self-adhesive resin cements to zirconia. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 113, 2, 122-7.
- Qeblawi DM, Muñoz CA, Brewer JD, Monaco Jr EA, 2010. The effect of zirconia surface treatment on flexural strength and shear bond strength to a resin cement. *The Journal of prosthetic dentistry*, 103, 4, 210-20.
- Ramachandran C, Balasubramanian V, Ananthapadmanabhan P, 2011. Multiobjective optimization of atmospheric plasma spray process parameters to deposit yttria-stabilized zirconia coatings using response surface methodology. *Journal of thermal spray technology*, 20, 590-607.
- Ramakrishnaiah R, Alkheraif AA, Divakar DD, Matinlinna JP, Vallittu PK, 2016. The effect of hydrofluoric acid etching duration on the surface micromorphology, roughness, and wettability of dental ceramics. *International journal of molecular sciences*, 17, 6, 822.

Ribeiro BRG, Caldas MRGR, Almeida Jr AA, Fonseca RG, Adabo GL, 2018. Effect of surface treatments on repair with composite resin of a partially monoclinic phase transformed yttrium-stabilized tetragonal zirconia. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119, 2, 286-91.

Sahoo N, Carvalho O, Özcan M, Silva F, Souza JC, Lasagni A-F, Henriques B, 2023. Ultrashort pulse laser patterning of zirconia (3Y-TZP) for enhanced adhesion to resin-matrix cements used in dentistry: An integrative review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 105943.

Sakrana AA, Özcan M, 2017. Effect of chemical etching solutions versus air abrasion on the adhesion of self-adhesive resin cement to IPS e. max ZirCAD with and without aging. *Int J Esthet Dent*, 12, 1, 72-85.

Sarmiento HR, Campos F, Sousa RS, Machado JP, Souza RO, Bottino MA, Özcan M, 2014. Influence of air-particle deposition protocols on the surface topography and adhesion of resin cement to zirconia. *Acta Odontologica Scandinavica*, 72, 5, 346-53.

Sevmez H, Güngör MB, Yılmaz H, 2018. Tam seramik restorasyonlarda uygulanan yüzey işlemleri. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 39, 3, 148-59.

Skienhe H, Habchi R, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z, 2018. Structural and morphological evaluation of presintered zirconia following different surface treatments. *J Contemp Dent Pract*, 19, 2, 156-65.

Smielak B, Klimek L, 2015. Effect of hydrofluoric acid concentration and etching duration on select surface roughness parameters for zirconia. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 113, 6, 596-602.

Souza RO, Valandro LF, Melo RM, Machado JP, Bottino MA, Özcan M, 2013. Air-particle abrasion on zirconia ceramic using different protocols: Effects on biaxial flexural strength after cyclic loading, phase transformation and surface topography. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 26, 155-63.

Sriamporn T, Thamrongananskul N, Busabok C, Poolthong S, Uo M, Tagami J, 2014. Dental zirconia can be etched by hydrofluoric acid. *Dental materials journal*, 33, 1, 79-85.

Stübinger S, Homann F, Etter C, Miskiewicz M, Wieland M, Sader R, 2008. Effect of Er: YAG, CO₂ and diode laser irradiation on surface properties of zirconia endosseous dental implants. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*, 40, 3, 223-8.

Symietz C, Lehmann E, Gildenhaar R, Krüger J, Berger G, 2010. Femtosecond laser induced fixation of calcium alkali phosphate ceramics on titanium alloy bone implant material. *Acta biomaterialia*, 6, 8, 3318-24.

Tsuo Y, Yoshida K, Atsuta M, 2006. Effects of alumina-blasting and adhesive primers on bonding between resin luting agent and zirconia ceramics. *Dental materials journal*, 25, 4, 669-74.

Türker SB, Özcan M, Mandali G, Damla I, Bugurman B, Valandro LF, 2013. Bond strength and stability of 3 luting systems on a zirconia-dentin complex. *Gen dent*, 61, 7, e10-3.

Uludamar A, Akalin B, Özkan YK, 2011. Zirkonyum esaslı tam seramik restorasyonlarda simantasyon öncesi yüzey hazırlıkları. *Cumhuriyet Dental Journal*, 14, 2, 140-53.

Ural Ç, Külünk T, Külünk Ş, Kurt M, 2010. The effect of laser treatment on bonding between zirconia ceramic surface and resin cement. *Acta Odontologica Scandinavica*, 68, 6, 354-9.

Wawrzyk A, Łobacz M, Adamczuk A, Sofińska-Chmiel W, Wilczyński S, Rahnema M, 2021. The use of a diode laser for removal of microorganisms from the surfaces of zirconia and porcelain applied to superstructure dental implants. *Microorganisms*, 9, 11, 2359.

Xie H, Chen C, Dai W, Chen G, Zhang F, 2013. In vitro short-term bonding performance of zirconia treated with hot acid etching and primer conditioning etching and primer conditioning. *Dental materials journal*, 32, 6, 928-38.

Xie H, Cheng Y, Chen Y, Qian M, Xia Y, Chen C, 2017. Improvement in the Bonding of Y-TZP by Room-temperature Ultrasonic HF Etching. *J Adhes Dent*, 19, 5, 425-33.

Xie H, Li Q, Zhang F, Lu Y, Tay FR, Qian M, Chen C, 2016. Comparison of resin bonding improvements to zirconia between one-bottle universal adhesives and tribochemical silica coating, which is better? *Dental materials*, 32, 3, 403-11.

Yagawa S, Komine F, Fushiki R, Kubochi K, Kimura F, Matsumura H, 2018. Effect of priming agents on shear bond strengths of resin-based luting agents to a translucent zirconia material. *Journal of prosthodontic research*, 62, 2, 204-9.

Yenisey M, Dede DÖ, Rona N, 2016. Effect of surface treatments on the bond strength between resin cement and differently sintered zirconium-oxide ceramics. *Journal of prosthodontic research*, 60, 1, 36-46.

Yi YA, Ahn JS, Park YJ, Jun SH, Lee IB, Cho BH, Son HH, Seo DG, 2015. The effect of sandblasting and different primers on shear bond strength between yttria-tetragonal zirconia polycrystal ceramic and a self-adhesive resin cement. *Operative dentistry*, 40, 1, 63-71.

Yoshida K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M, 1993. Effect of adhesive primers on bonding a prosthetic composite resin to metals. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 69, 4, 357-62.

Yun J-y, Ha S-r, Lee J-b, Kim S-h, 2010. Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic. *Dental Materials*, 26, 7, 650-8.

Zhang B, Zheng X, Tokura H, Yoshikawa M, 2003. Grinding induced damage in ceramics. *Journal of materials processing technology*, 132, 1-3, 353-64.

Zhang Y, Lawn BR, Rekow ED, Thompson VP, 2004. Effect of sandblasting on the long-term performance of dental ceramics. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 71, 2, 381-6.

Amiloidozis ve Diş Hekimliği Açısından Önemi

Enes YILDIRIM
Güldane MAĞAT
Mehmet AKYÜZ

Giriş

Amiloidozis, primer veya başka hastalıklara sekonder olarak anormal protein yapısındaki amiloid denilen maddenin, dokularda ve organlarda birikmesi ile karakterize bir hastalıktır. Amiloidin temel bileşeni fibril proteinden oluşur, diğer bileşenler ise glikozaminoglikanlar, amiloid p bileşeni ve apoE lipoproteindir. Amiloidozisin patogeneğinde, birtakım protein ve protein çeşitlerinin, yanlış katlanması sonucu çözünmez amiloid hâline gelerek, hücre dışı dokularda birikmesi yatmaktadır. Lokalize ve sistemik amiloidozis olmak üzere iki farklı başlıkta incelenmektedir. Sistemik varyantında birden çok organ tutulumu mevcut iken, lokalize tipinde tek bir organda (akciğer, mesane, deri) birikim tespit edilir ve sistemik tutulumuna ait belirtilere rastlanmaz. Sistemik amiloidozis ise kendi içinde primer ve sekonder olarak ikiye ayrılır. Sekonder sistemik amiloidozis; kronik enfeksiyon, kronik inflamasyon, hemodiyaliz, otoinflamatuvar hastalıklar, Alzheimer hastalığı gibi birçok nedene bağlı olarak gelişebilir. Primer sistemik amiloidozis ise nadir görülen bir amiloidozis tipidir ve tek başına olabileceği gibi plazma hücre diskrazileri ile bir arada da olabilir. Bu plazma hücre diskrazilerinden biri anormal plazma hücre proliferasyonu ile seyreden multipl miyelom (MM)'dur. Bu bölümde amiloidozisin görülme sıklığı, histolojik özellikleri, klinik özellikleri, tedavisi ve sınıflandırılmasından bahsedilmiştir.

İnsidans, Genetik

Amiloidozisin yıllık insidansının milyonda beş ile dokuz vaka olduğu tahmin edilmektedir, 60 ile 80 yaşları arasındaki yetişkinlerde ve erkeklerde daha sık görünür (Real de Asu'a ve ark, 2014).

Kalıtsal amiloidozislerde (TTR ve ATTR olmayan), amiloid proteinlerinin yanlış katlanmasına sebep olan, otozomal baskın genetik mutasyonların kalıtımı neden olur. Bazı sonradan ortaya çıkan amiloidozisler de genetik olarak belirlenmiş faktörlerden etkilenebilir.

ITM2B, APP, CST3 genindeki mutasyonların neden olduğu kalıtsal serebral amiloid anjiyopatisi, otozomal dominant paternde kalıtsaldır; bu, her hücrede değiştirilmiş genin bir kopyasının, hastalığa neden olmak için yeterli olduğu anlamına gelir.

Ailelerinde, hastalık geçmişi olmayan insanlarda ortaya çıkan, kalıtsal olmayan bir serebral amiloid anjiyopati formu da vardır. Bunun sebebi bilinmemektedir. Bu vakalar sporadik olarak tanımlanmaktadır ve kalıtsal değildir.

ABD'de yıllık yaklaşık 4000 yeni AL amiloidozis (Monoklonal İmmünoglobulin Hafif Zincirinin Birikmesi veya Primer Amioidozis) vakası olduğu tahmin edilmektedir, ancak bu veriler, yetersiz teşhis sonucu biraz daha yüksek olabilir. İnsidansın erkek ve kadınlarda eşit olduğu düşünülmeye rağmen, amiloid merkezlerine başvuran hastaların yaklaşık% 60'ı

erkektir. 20 yaşından küçük bireylerde AL amiloidozisi rapor edilmiştir, ancak en sık yaklaşık 50-65 yaşlarında teşhis edilir.

AA amiloidozis (Amiloid a Amiloidozis veya Sekonder Amiloidozis) riski taşıyan bireyler arasında psoriatik artrit, romatizmal artrit, çocuklarda ankilozan spondilit, kronik genç çocuk artrit, enflamatuar barsak hastalığı ve Ailevi Akdeniz Ateşi gibi kronik enflamatuar hastalıkları vardır. Tüberküloz, bronşektazi, lepra, kronik pyelonefrit ve kronik osteomyelit gibi kronik hastalıkları olan kişiler de risk altındadır. Sekonder amiloidozis (AA) bu hastalıklara sahip bireylerin% 5'inden azında görülür.

Bir transtiretin mutasyonunun neden olduğu ailesel amiloidozis ABD'de 100,000 Kafkasyalıdan yaklaşık 1'inde görülürken daha yaygın olarak Afrika kökenli Amerikalılarda meydana gelir (bu popülasyonda yaklaşık % 4). Bu durum Japonya, Portekiz, Almanya, İspanya, İrlanda, Fransa, Finlandiya, ve Yunanistan'da yaygındır. Belirtiler genellikle 40 ile 65 yaş arasında başlar.

Hem AA hem de ailevi amiloidozis, AL amiloidozisinde daha az görülse de, ATTRwt amiloidozisi muhtemelen daha yaygındır, ancak oldukça az teşhis edilir.

Histopatolojisi

Tüm şüpheli amiloidozis vakalarında tanıyı doğrulamak için doku biyopsisi gereklidir. Amiloid alt tipi daha sonra tanımlanmalı ve sistemik tutulumun kapsamı belirlenmelidir.

Hematoksilen-eozin incelemesinde amiloid, lamina propriada ve perivasküler tarzda biriken hücresiz, amorf, eozinofilik materyal olarak görülür. Amiloid ayrıca minör tükürük bezi parankiminin içine sızabilir ve yerini alabilir ve değişken bir yabancı cisim reaksiyonu olabilir (Gouve ve ark, 2012). Polarize ışık kullanılarak incelenen Kongo yeniden boyanmış amiloid, "elma yeşili çift kırılma" dâhil anormal renkler göstermektedir (Şekil 2.1.) (Hoiwe ve ark, 2008). AL amiloidozisinde plazma hücreleri normal veya atipik bir morfolojiye sahip olabilir; ikincisi, multipl miyelom şüphesini akla getirir. Daha ileri araştırmalarda, bir amiloid birikimi kappa ve lambda hafif zincirleri, prealbümin, b2-mikroglobulin ve SAA1 gibi immünohistokimyasal boyalar kullanılır. Normal kappa/lambda oranı 2:1'dir. Kappa veya lambda'nın kısıtlı ifadesi, monoklonaliteyi ve multipl miyelom gibi neoplastik bir süreci düşündürür (Pernick ve ark, 2016).

Klinik Özellikleri

Sistemik klinik belirtiler, kalp yetmezliği, hepatomegali, nefrotik sendrom, periferik ve/veya otonomik nöropati (örn., karpal tünel sendromu), bozulmuş pıhtılaşma ve kas psödohipertrofisi (örn., makroglossi) belirti ve semptomlarını içerebilir.

Makroglossi, dişlerde girintilere ve dişlerde çıkıntılara neden olarak ön açık kapanışa neden olabilir. Dil ve suprahyoid kaslarda amiloid birikimi hipoguzi, dizartri, disfaji, disfoni, dispne ve obstrüktif uyku apnesine neden olabilir (Kaushik ve ark, 2016).

Diğer belirtiler arasında sarımsı, kırmızı, mavi veya mor papüller, nodüller ve plaklar, peteşi, büllöz lezyonlar, veziküller ve oral mukoza ülserleri; periodontal yıkım; ve sklerotik dudaklardır (Gouve ve ark, 2012). Tükürük bezlerine penetre olması, glandüler hipertrofi ve ağız kuruluğu ile sonuçlanabilir. Nadiren amiloidozis, çene klodikasyonu, temporal bölge baş ağrıları ve görme bozuklukları ile kendini gösterebilir.

Sistemik amiloidozisde dermal tutulum, mumsu bir kalınlaşma olarak kendini gösterebilir. Bunun yanında kolay morarma; ve minör travmadan sonra gelişen subkutan nodüller, plaklar veya purpura oluşabilir (karakteristik olarak periorbital dağılımda). Lokalize

kutanöz amiloidozisde maküler, likenoid, bifazik veya nodüler patern olabilir.(Gorevic ve ark, 2016)

Klinik ortamda, oral amiloidozis bir kez doğrulandıktan sonra alt tipin doğru bir şekilde belirlenmesi çok önemlidir. Amiloid oluşturan proteinin doğasına ve kaynağına göre, lokalize veya sistemik, birincil veya ikincil, kalıtsal veya edinilmiş olabilir ve bu da önemli ölçüde farklı prognoz ve sonuçlara yol açabilir (Penner ve Muller, 2006). Sistemik bozukluklar için kapsamlı bir çalışma yapılmalıdır.

Tedavi

Mevcut tedavi tipi, amiloidozis tipine ve hastanın klinik durumuna göre belirlenir. AL amiloidozisinde neden anormal plazma hücreleridir ve bu hücrelerin yok edilmesini amaçlayan kemoterapi, tedavinin temel taşıdır. Çeşitli yöntemler üzerinde çalışılmış, ancak en etkili kanıtlara sahip olanlar oral yoldan verilen melphalan ve deksametazon veya otolog kök hücre nakli ile intravenöz olarak verilen yüksek doz melphalandır. Her ikisi de eşit derecede etkilidir ancak tedaviler ve yan etkiler farklıdır. Kök hücre nakli ile birlikte yüksek doz melphalan, genellikle 2-3 haftalık bir hastanede kalmayı ve birkaç aylık ek iyileşme süresini içeren ilgili bir tedavi yöntemidir. Oral melphalanın aylık olarak kullanımı daha az toksiktir, ancak tedaviyle ilişkili lösemi riski daha yüksektir. MM'de aktif olan yeni ajanların, örneğin bortezomib veya lenalidomid, AL amiloidozisinde de çok etkili olduğu ve relaps hastalığı olan hastalarda da yarar sağladığı gösterilmiştir. Çoğu zaman, bu ilaçlar tedaviye dâhil edilir. Şu an devam eden tedavide, kök hücre destek nakli ile yüksek doz melphalan alamayan hastaların çoğu, başlangıçta yeni tedaviler almaktadır.

Siklofosfamid, bortezomib ve deksametazonun kombinasyonu iyi tolere edilebilirlik ve hızlı tepkilerle ilişkilidir. Herhangi bir bireye özgü tedavi, kendi özel durumlarına göre kişiselleştirilmelidir.

AL ile uzun süreli sağ kalımın en önemli iki belirleyicisinden ilki, kardiyak tutulumun varlığı ve kapsamı, diğeri de ise tedaviye hematolojik cevaptır. Destekleyici tedavidir (konjestif kalp yetmezliği tedavisi, beslenmeye dikkat, otonom nöropati tedavisi vb.). Hastalığın karmaşıklığı göz önüne alındığında, tedavinin amiloidozis tecrübesi olan bir merkezde yapılması veya en azından hastanın böyle bir merkezde ilk değerlendirmenin yapılması gereklidir. Genetik TTR amiloidozis, mümkünse, anormal TTR üretiminin kaynağının uzaklaştırılmasıyla tedavi edilir. Asıl kaynak karaciğer olduğu için, hastalığı çok fazla ilerlemeyen dikkatlice seçilmiş hastalarda karaciğer nakli gerçekleştirilebilir. Tafamidis yakın zamanda Avrupa'da ailesel amiloid polinöropati (FAP) için onaylanmış bir ilaçtır. Bu ajan, diğer ATTR formları için devam eden denemelerde test edilmektedir. İnterese ve Patisiran, TTR gen susturucuları ve son zamanlarda periferik nöropatili ATTR amiloidozisi için onaylanmış ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) ilaçlarıdır. Genetik danışmanlık, kalıtsal amiloidozisli bireyler ve aileleri için önerilmektedir. ATTRwt amiloidozisinde, tedavi destekleyici olmakla birlikte, hem bu hastalık hem de ATTR için, transtiretin molekülünü stabilize etmeyi ve böylece amiloid oluşumunu önlemeyi amaçlayan farmakolojik tedaviler aktif olarak araştırılmaktadır. AA amiloidozis tedavisinin temel amacı, altta yatan hastalığın tedavisidir. AA amiloidozisi nedeniyle böbrek nakli başarıyla gerçekleştirilmiştir. Eprodisat, amiloid fibrillerin oluşumunu engelleyen ve AA amiloidozisi olan hastalarda mütevazı bir klinik etkiye sahip görünen küçük bir moleküldür. 2015 yılında FDA tarafından, diyalize bağlı beta2-mikroglobulin amiloidozisini tedavi etmek için Lixelle Beta2-mikroglobulin aferez sütunu adı verilen tıbbi bir cihazın kullanılmasına izin verildi. Cihaz, beta2-mikroglobulin proteinini kandan alarak çalışmaktadır.

Teşhisin ve tedavinin daha doğru yapılabilmesi için sınıflandırmanın doğru yapılması ve buna uygun materyal ve tedavi prosedürünün kullanılması gereklidir.

Sınıflandırma

1. Biriktirme Yeri ve Kapsamına Göre Sınıflandırma

Sistemik Amiloidozis

Primer amiloidozis herhangi bir primer hastalıkla doğrudan ilişkili değildir. Esas olarak önemli organlarda (karaciğer, kalp, böbrek, dalak gibi) monoklonal immünooglobulin hafif zincir amiloid birikiminden kaynaklanır ve konjestif kalp yetmezliği ve açıklanamayan proteinüri gibi sistemik belirtilere ve organ disfonksiyonuna yol açar. Sinir sistemi ve gastrointestinal sistem tutulumu da sık görülür (Gertz ve Kyle, 1989).

Sekonder amiloidozis, sistemik amiloidozisin yaklaşık %45'ini oluşturur. Bu amiloidozis tipi temel olarak malign tümörler (örn. Hodgkin lenfoma), kronik sepsis, tüberküloz, romatoid artrit ve kalıtsal hastalıklar dahil olmak üzere kronik inflamasyonu içeren bir dizi birincil hastalığa ikincildir. (örn. sekonder amiloidozisin en yaygın komplikasyonu Ailesel Akdeniz Ateşi) (Falk, ve ark, 1997; Sohar ve ark, 1967).

Günlük diyalize giren hastalarda sekonder amiloidozis bulunabilir ve amiloid materyali eklemlerde kolaylıkla birikebilir. Sekonder amiloidozisin bir diğer sebebi de kronik periodontitis olabileceği bildirilmiştir. Amiloid birikimine neden olabilecek inflamatuvar mediatörlerin oluşumu periodontal tedaviden sonra etkili bir şekilde azalabilir (Cengiz ve ark, 2010).

Kalıtsal amiloidozis olarak da adlandırılan ailesel amiloidozis, otozomal dominant geçişli bir genetik hastalıktır. Temelde belirli gen mutasyonlarının neden olduğu anormal protein oluşumundan kaynaklanmaktadır (Khan ve Falk, 2001).

Lokalize Amiloidozis

Lokalize amiloidozis, herhangi bir sistemik hastalık olmaksızın sadece sınırlı bir bölgeyi tutan ve mükemmel bir prognoza sahip olan nadir bir amiloidozis alt tipidir (Fahrner ve ark, 2004; Khan ve Falk, 2001).

Günümüzde lokalize amiloidoziste amiloidin dejenere keratinositlerden köken aldığı düşünülmektedir. Lokalize amiloidozisin maküler amiloidozis, liken amiloidoz ve nodüler amiloidozis olmak üzere iki ana klinik tipi, ayrıca poikiloderma benzeri kutanöz amiloidozis, büllöz amiloidozis, vitiliginöz amiloidozis ve anosakral amiloidozis gibi nadir görülen tipleri vardır. Maküler amiloidozis en sık interskapular bölgede retiküler pigmentasyon şeklinde görülürken; liken amiloidozis sıklıkla tibia üzerinde yerleşen, birleşerek plaklar oluşturabilen, hiperkeratotik, hiperpigmente papüller ile karakterizedir. Hem maküler hem de liken amiloidozisin klinik özelliklerini gösteren tablo bifazik amiloidozis olarak adlandırılmaktadır. Nodüler amiloidozis ise sert, kahverengi veya pembe, santral atrofi gösterebilen 1-3 cm çaplı nodüler ile karakterizedir (Apaydın ve Bayramgüler, 1999).

2. Birikmiş Fibrinojenin Tipine Göre Sınıflandırma

Biriken fibrinojenin tipine göre, başlıca immünooglobulin hafif zincir amiloidozisi (AL), amiloid A amiloidozisi (AA), β 2 mikroglobulin amiloidozisi (A β 2M) ve transtiretin amiloidozisi (ATTR) içeren 30'dan fazla amiloid alt tipi vardır (Mollee ve ark, 2014).

AL Amiloidozisi: Monoklonal İmmüoglobulin Hafif Zincirinin Birikmesi

AL amiloidozisi, monoklonal immüoglobulin hafif zincirlerinin birikmesi ve idrar ve serumda amiloid hafif zincirlerinden (Bence Jones proteinleri, BJP olarak da bilinir) oluşan bir monoklonal paraprotein varlığı ile karakterize edilir. Bu protein, primer sistemik amiloidozisli hastaların %88'inde bulunduğu için tanısal öneme sahiptir (Fahrner ve ark, 2004). Kabaca 1:3 oranında κ ve λ tiplerine ayrılabilir (Falk ve ark, 1997). En çok görülen amiloidozis tipidir.

Klinik olarak, AL amiloidozisi birincil bir hastalık veya MM ile ilişkili bir hastalık olabilir. Her iki durumda da patolojik bozukluğa, klinik durum farklı olsa da, bir monoklonal immüoglobülinin aşırı üretimi ve birikmesi aracılık eder. İmmüoglobulin amiloidozda, plazma hücrelerinde minimal artış vardır veya hiç yoktur. Oysa MM ile ilişkili amiloidozda plazma hücrelerinin sayısı artar ve genellikle kemik hastalığı, hiperkalsemi ve anemi gibi ek belirtiler vardır. MM hastalarında AL amiloidozis insidansı %34 kadar yüksek olabilir ve daha kötü bir prognozla ilişkilidir. Uzun süreli hastalığı olan MM hastaları, amiloidozis geliştirmeye daha yatkındır. İmmüoglobulin amiloidozisinin MM ile ilişkili AL'ye dönüşümü nadirdir (Gertz ve ark, 2009).

AA Amiloidozisi: Amiloid A Proteininin Birikmesi

AA amiloidozisi, belirli kronik inflamatuvar veya enfeksiyöz durumlar (sırasıyla romatoid artrit ve tüberküloz gibi) tarafından üretilen serum AA proteinlerinden türetilir; bunlar 76 amino asitten oluşan yüksek oranda korunmuş proteinlerdir. AA proteini, tümör nekroz faktörü (TNF- α) dâhil sitokinlerin regülasyonu altında inflamasyona yanıt olarak üretilen bir akut faz reaktanı olan serum amiloid A'dan türetilir (Ueno ve ark, 2016).

Hayat kalitesinin artması ve bilinç ile birlikte bulaşıcı hastalıklar giderek azalmış ve inflamatuvar artrit, AA amiloidozisinin asıl sebebi haline gelmiştir. Bazı durumlarda AA amiloidozisi olan hastalarda enflamasyon ve enfeksiyon belirtileri görülmez (Rocken ve Shakespeare, 2002).

Böbrek hastalığı, AA amiloidozisinin en yaygın belirtisidir, ancak birikim semptomları olmadan yaygın olabilir. Splenomegali ve Hepatomegali de bu durumla ilişkilidir. Bunun yanında, duysal ve otonom nöropati, spontan periorbital purpura ve gastrointestinal kanama nadirdir. AA amiloidozisinin periodontitisin ilerlemesini desteklediği de bildirilmiştir (Cengiz ve ark, 2009).

Sistemik Amiloidozis İle Lokalize Amiloidozis Arasındaki İlişki

Sistemik amiloidozisde, amiloidin birikme yeri, üretildiği yerden uzaktadır ve amiloid, dolaşım sistemi yoluyla birikme yerine taşınır. Örneğin, MM kemik iliğinde oluşur, ama karşılık gelen amiloid kalpte birikir; aynı şekilde varyant fibrinojen karaciğerde üretilir ve böbrekte birikir (Mollee ve ark, 2014).

Amiloid üretiminin yeri ile birikim yeri aynı olduğunda Lokalize amiloidozis ortaya çıkar. Asıl olarak lokal bölgelerde üretilen ve biriktirilen AL amiloidinden kaynaklanır (düşük seviyeli monoklonal B hücreleri veya lezyon yerlerindeki plazma hücreleri, monoklonal immüoglobulin hafif zincirini yakın çevreye salgılar) (Pasternak ve ark, 1996). Lokalize amiloidozis genellikle sistemik semptomlara sahip değildir, ancak sistemik amiloidozisten farklı bir özellik olarak sık lokal nöksler vardır. Lokalize amiloidozis vücudun hemen hemen her yerinde ortaya çıkabilir ve genellikle hava yollarında (nazofarenks, boğaz ve bronş), akciğerlerde, periorbital, mesane, gastrointestinal sistem, lenf düğümleri ve ciltte bulunur,

ancak en sık baş ve boyun bölgelerinde görülür. Sistemik AL amiloidozis ilerlemeden hayatı tehdit etmeyen bir hastalıktır (Fahrner ve ark, 2004; Mollee ve ark, 2014).

Oral Amiloidozis

Oral amiloidozisin klinik belirtileri karmaşıktır. Klinik olarak, sistemik amiloidozisli hastaların %25'inde makroglosi ile kendini gösterir (Faramarz ve ark, 2011). Oral amiloidozis ayrıca sarımsı beyaz nodüller, yaygın mor bül benzeri kitleler (Li ve ark, 2012), ekimoz, papüller ve sıklıkla ağız tabanını, dişeti ve bukkal mukozayı tutan ülserler olarak da ortaya çıkabilir. (Stoopler, Sollecito ve Chen. 2003). Bucci ve diğerleri (2014), diş etinde nodüler kitlesi olan bir lokalize amiloidozis hastası bildirmiştir (Bucci ve ark, 2014). Saavedra ve arkadaşları damak ve dilde beyaz yama benzeri lezyonları olan iki hasta bildirmiştir (Anaya-Saavedra ve ark, 2015). Submental ve submandibular bölgeler, belirsiz bir sınırla şişer ve sertleşir. Tükürük bezleri etkilenirse, ağız kuruluğu görülebilir. Damarlar tutulduğunda hastalarda damar hastalığı ve kanama görülebilir (Fahrner ve ark, 2004).

Oral amiloidozis, esas olarak sistemik amiloidozise sekonderdir. Lokalize oral amiloidozis daha nadirdir ve vakaların %10'undan azını oluşturur. Sistemik veya lokalize amiloidozisli hastalarda hem yaygın makroglossi hem de lokalize lezyonlar tanımlanmıştır. Bu nedenle, ilgili dilin kapsamı, sistemik ve lokalize hastalığı ayırt etmede güvenilir bir gösterge değildir (O'Reilly ve ark, 2013).

Oral Amiloidozis Teşhisi Konduktan Sonraki Sorunlar

Amiloidin farklı kaynaklarına ve özelliklerine göre tedavi ve prognoz da oldukça farklıdır. Bu nedenle, amiloid birikintileri tanımlandıktan sonra, amiloidozisin lokalize mi yoksa sistemik mi olduğunun belirlenmesi önemlidir. Amiloidozisin alt tipini, etkilediği organları ve altta yatan hastalıkları doğru bir şekilde tespit etmek için bazı testleri yapmak da önemlidir.

Organ Tutulumu Araştırmaları

Amiloid genellikle, amiloid alt tipinin bir göstergesi olarak kabul edilebilecek çeşitli klinik fenotiplerle önemli organlarda birikir. En fazla tutulumun olduğu organ böbrektir. Bu nedenle, nefrotik sendrom klinik tablosuyla başvuran veya açıklanamayan üremisi olan hastalarda ayırıcı tanıda amiloidozis da düşünülmeli ve doku biyopsisi yapılmalıdır. Bazen tipik bir klinik bulgu olmamasına rağmen önemli organların ciddi işlev bozukluğu yaşamı tehdit edebilir. Amiloidozis teşhisi koyarken, kalp (elektrokardiyogram (EKG), ekokardiyografi, N-terminal pro-beyin natriüretik peptidi (NT-proBNP) ve troponin, böbrek (idrara rutinleri, böbrek fonksiyonu ve 24 saatlik proteinüri), karaciğer ve sinir sistemi araştırmalarını dikkate alan klinik değerlendirmeyi içermelidir (fizik muayene, sinir iletimi ve otonom sinir fonksiyonu).

Altta Yatan Hastalıkların Araştırılması

Amiloidozisin bir çoğu sistemik olduğundan, plazma hücre diskrazisi veya kronik inflamasyon gibi altta yatan bozuklukları tanımlamak için kapsamlı bir değerlendirme gereklidir. Doz araştırma süreci sadece amiloidozis alt tipini belirlememize yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda tedavi ve prognoz değerlendirmesine de rehberlik eder.

AL amiloidozisi ile ilgili anormal immünoglobulin hafif zincirinin taranması, serumun immünofiksasyonunu, idrarın immünofiksasyonunu ve Ig serbest hafif zincir (FLC) testini gerektirir. BJP, idrarda tanınan önemli olan serbest immünoglobulin hafif zinciridir. Serum ve idrarın immünofiksasyonu negatifse ve Ig FLC ($\kappa:\lambda$) oranı normal aralık (0.26–1.65) içindeyse,

AL amiloidozisi ekarte edilebilir. Plazma hücrelerinin kantitatif analizini yapmak için ayrıca bir kemik iliği biyopsisi uygulanabilir (Gertz, 2016).

Kronik inflamatuvar artrit, kronik sepsis, tüberküloz, ailevi Akdeniz ateşi, Crohn hastalığı, vaskülit, bronşektazi, kronik osteomyelit ve birkaç malignite gibi AA amiloidozise neden olabilen birçok inflamasyon türü vardır (Tablo 1). Dikkatli bir tıbbi öykü araştırması yapılmalıdır. AA amiloidozisinin klinik başlangıcından önce sistemik inflamasyon uzun yıllar boyunca mevcuttur ve inflamasyon ve inflamasyonun süresi ile ilişkilidir. Ek olarak, kanıtlanmış AA amiloidozisi olan az sayıda hastada kesin bir inflamatuvar kanıt saptanmamıştır (Mollee ve ark, 2014).

Tablo 1. Altta Yatan Hastalıklar

Birincil hastalıklar	Başlıca araştırma öğeleri
Tüberküloz	Akciğer röntgeni görüntüleme, solunum fonksiyon testi, balgam sitolojisi, açlık mide suyu ve deri tüberkülin testi
Romatizmal eklem iltihabı	Tıbbi öykü, fizik muayene, romatoid faktör muayenesi
Ailesel Akdeniz Ateşi	Tıbbi öykü, fizik muayene, MEFV mutasyon ekranı
Crohn hastalığı	Kolonoskopi, baryumlu lavman muayenesi vb.
Ülseratif kolit	Baryum lavman çift kontrast, Fiber kolonoskopi
Hodgkin lenfoma	Klinik muayene, göğüs ve karın bilgisayarlı tomografisi vb.
Mezotelyoma	Laparoskopi, ultrason, bilgisayarlı tomografi kılavuzluğunda biyopsi vb.

Amiloid Proteinin Alt Tiplerinin Araştırılması

Amiloidozun alt tipini doğrulamak için organ tutulumu ve altta yatan hastalıkların araştırılmasının yanı sıra histolojik kanıtlar sağlanmalıdır. Biyopsi örneklerinin immünohistokimyasal boyamasında anti- λ veya κ immünooglobulin hafif zincir antikoları, anti-SSA antikoları, anti-TTR antikoları vb. kullanılabilir. Frozen kesitlerin immünofloresan sonuçları daha güvenilirdir; amiloid tiplerini belirlemek için geleneksel yöntemler zor ise, daha hassas ve doğru olan kütle spektrometrisi kullanılabilir; gen mutasyon analizi, kalıtsal amiloidozis tiplerinin belirlenmesine yardımcı olur (Mollee ve ark, 2014).

İmmünohistokimya (λ ve κ serbest hafif zincirlere, SAA ve TTR'ye karşı antikorlar kullanılarak) henüz rutin olarak mevcut olmadığından, amiloid alt tiplendirmede, hastanın geçmişi ve klinik belirtileri ile ilgili multidisipliner bir bilgi sentezi gerekmektedir (Tablo 5.2.).

Tablo 2. Amiloid fibrillerinin tipleri (Cengiz ve ark,2010)

Klinik tanımlar	Amiloid fibrilleri
Primer sistemik amiloidoz	AL
Sekonder sistemik amiloidoz	AA
Diyaliz ile ilişkili amiloidoz	β 2 mikroglobulin
Senil sistemik amiloidoz	TTR
Otosomal dominant polinöropati	TTR
	Apolipoprotein A1
Santral sinir sistemi amiloidleri	
Alzheimer hastalığı	β protein (A4)
Down sendromu	β protein (A4)
Hereditör serebral amiloid anjiopati	
Dutch tipi	β protein (A4)
İzlanda tipi	Sistain
Amiloidin lokal tipleri	
Medüller karsinom	Prokalsitonin
İslet hücreli tümör	İAPP
Senil kardiyak amiloidoz	ANP
Kutanöz amiloidoz	Keratin

Sistemik ve Lokalize Oral Amiloidozisi Ayırt Etme

Oral amiloidozisin tanı ve tedavisi için, biriken fibrinojenin alt tipi, oral amiloidozisin sistemik mi yoksa lokalize mi olduğunu belirlemeye yardımcı olabilir. AL amiloidozisi, plazma hücre diskrazisi ile ilişkilidir. AA amiloidozisi kronik inflamasyona (veya kronik enfeksiyon hastalıklarına), genetik koşullara, malign tümörlere vb. bağlı olabilir. Oral amiloidozun çoğunluğu sistemik AL amiloidozisdir ve lokalize AL amiloidozis nadir olarak sebep olur. Bu nedenle amiloidozis bir kez doğrulandıktan sonra alt tipin doğru olarak belirlenmesi kritik önem taşır. Süreç, klinik belirtilerin sorgulanmasını, organ tutulumunun değerlendirilmesini, plazma hücre diskrazisinin ayrıntılı araştırılmasını ve immünohistokimyasal boyama ve immünofloresan testi gibi tekniklerle işbirliğini içerir. Yukarıdaki incelemeler yoluyla sistemik tutulum ekarte edilirse, lokalize oral amiloidozis doğrulanabilir. Lokalize veya sistemik amiloidozisi tanımlamaya yönelik fikirler sağlamak için oral amiloidozis teşhisi için bir süreç öneriyoruz (Tablo 3.). Ayrıca, diğer tıp disiplinleriyle işbirliği yaparak yanlış tanıyı önleyebiliriz. (Gertz, 2016).

Tablo 3. Amiliodosiz klinik tanı kriterleri (Deng ve ark, 2019)



Prognoz

Tedavi edilmemiş sistemik AL amiloidozisinin prognozu, bir ila 2 yıllık medyan sağkalım süresi ile çok kötüdür. Ancak kemoterapi programındaki iyileşme nedeniyle prognozu iyileşmiştir. Tutulan organın şiddeti ve yaygınlığı, özellikle kardiyak tutulumun nasıl bir yol seyredeceği ile ilgili en önemli faktördür. AA amiloidozisli hastaların prognozu alta yatan hastalıklardan etkilenir. ATTR amiloidozisli hastaların hayat süresi ise spesifik mutasyona ve tanı zamanına göre değişmektedir (Khan ve Falk, 2001).

Lokalize oral amiloidozisin prognozu iyidir.Yapılan 236 amiloidozis vakasının retrospektif bir çalışması, sadece 22'sinin (%9) lokalize amiloidozise sahip olduğunu bulmuştur; bu hastaların hiçbirinde 10 yıllık takipte sistemik bir hastalık gelişmemiştir (Kyle ve Bayrd, 1975). ABD, California Üniversitesi'nden yapılan bir araştırma, lokalize amiloidozisin birincil veya ikincil sistemik amiloidozise veya MM' ye ilerlemediğini öne sürdü (Kerner ve ark,1995). O'Reilly ve arkadaşları 1969'dan 2011'e kadar Mayo Clinic'te 140 dil amiloidozis vakasının retrospektif bir analizini yaptı. Bunlardan altı vaka lokalize amiloidozisdi ve geri kalanı sekonder sistemik amiloidozisdi. Sadece üç vaka takip verisi bulunabilmektedir, bu hastaların hiçbirisi 1-3 yıllık takip süresinde sistemik tutulum geliştirmemiştir (O'Reilly ve ark., 2013). Daha da önemlisi, AL amiloidozis ve MM iyi bilinen plazma hücre diskrazileridir. Bunlar, farklı klinik özellikleri ve farklı sonuçları olan ayrı hastalıklardır.

Sonuç

Oral amiloidozis, erken evrede atipik semptomlarla seyreden ve diğer hastalıklarla karışabilen nadir bir durumdur. Oral lezyonlar kolayca gözlenip biyopsi yapıldığından amiloidozis tanısını koymak zor değildir. Amiloidin doğru alt tiplendirilmesi ve sistemik veya lokalize oral amiloidozisin belirlenmesi, doğru tedavi ve prognozunun değerlendirilmesi açısından kilit noktadır. Burada, herhangi bir sistemik öncü nedeniyle oral amiloidozisli hastalar için tanısal çalışmaları tartıştık. Ayrıca, sistemik ve lokalize oral amiloidozisi ayırt etmeye yönelik bir dizi araştırma da vurgulanmıştır. Ağız hastalıkları uzmanlarının muayene yolu planlaması konusunda tavsiyelerde bulunmaları ve diğer tıp disiplinleriyle işbirliği içinde olmaları, doğru ve erken teşhisin sağlanabilmesi için gereklidir.

KAYNAKÇA

Anaya-Saavedra, G., Ramirez-Amador, V., & Valencia-Mayoral, P. (2015) Oral primary localized amyloidosis in HIV- infected patients: The oral face of a described skin lesion. *International Journal of STD and AIDS*, 26, 1049–1051. <https://doi.org/10.1177/0956462414566254>

Bucci, T., Bucci, E., Rullan, A. M., Bucci, P., & Nuzzolo, P. (2014) Localized amyloidosis of the upper gingiva: A case report. *Journal of Medical Case Reports*, 8(1), 1-4. <https://doi.org/10.1186/1752-1947-8-198>

Cengiz K., Şahan C., Güner E. (2000) Amiloidoz ve Gastrointestinal Sistem, *O.M.Ü. Tıp Dergisi*, 17(4): 270-276.

Cengiz, M. I., Wang, H. L., & Yildiz, L. (2000) Oral involvement in a case of AA amyloidosis: A case report. *Journal of Medical Case Reports*, 4, 1-6. <https://doi.org/10.1186/1752-1947-4-200>

Cengiz, M. I., Bagci, H., Cengiz, S., Yigit, S., & Cengiz, K. (2009) Periodontal disease in patients with familial Mediterranean fever: From inflammation to amyloidosis. *Journal of Periodontal Research* 44(3), 354-361.

Deng, J., Chen, Q., Ji, P., Zeng, X., & Jin, X. (2019). Oral amyloidosis: A strategy to differentiate systemic amyloidosis involving the oral cavity and localized amyloidosis. *Oral Diseases*, 25(3), 670-675.

Fahrner, K. S., Black, C. C., & Gosselin, B. J. (2004) Localized amyloidosis of the tongue: A review. *American Journal of Otolaryngology*, 25(3),186–189. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2004.01.007>

Falk, R. H., Comenzo, R. L., & Skinner, M. (1997) The systemic amyloidoses. *New England Journal of Medicine*, 337(13), 898–909. <https://doi.org/10.1056/NEJM199709253371306>

Faramarz Memari, H. J., & Khosro Moghtader, A. A. H. (2011) Narrowing of the upper airway due to amyloidosis: A case report. *Journal of Clinical Medicine and Research*, 3(4), 52–56.

Gertz, M. A. (2016) Immunoglobulin light chain amyloidosis: 2016 update on diagnosis, prognosis, and treatment. *American Journal of Hematology*, 91(9), 947–956. <https://doi.org/10.1002/ajh.24433>

Gertz MA, Lacy MQ, Dispenzieri A, Hayman SR. (2009) Immunoglobulin light chain amyloidosis (primary amyloidosis). In: Hoffman R, Benz EJ Jr, Shattil SJ, Furie B, Silberstein LE, McGlave P, Heslop HE, Anastasi J, editors. *Hematology basic principles and practice*. Philadelphia PA: Chruchill Livingstone.

Gertz, M. A., & Kyle, R. A. (1989) Primary systemic amyloidosis—a diagnostic primer. *Mayo Clinic Proceedings*, 64(12), 1505–1519. [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)65706-1](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)65706-1)

Gorevic, PD. Overview of amyloidosis. (2016) In: Schur PH, Romain PL, editors. *UpToDate*. Waltham (MA): UpToDate. Available at: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-amyloidosis>. Accessed June 12.

Gouvêa, A. F., Ribeiro, A. C. P., León, J. E., Carlos, R., de Almeida, O. P., & Lopes, M. A. (2012) Head and neck amyloidosis: clinicopathological features and immunohistochemical analysis of 14 cases. *J Oral Pathol Med*, 41(2):178-185.

Howie, A. J., Brewer, D. B., Howell, D., & Jones, A. P. (2008) Physical basis of colors seen in Congo red-stained amyloid in polarized light. *Laboratory investigation*, 88(3), 232-242.

Kaushik R, Pushpanshu K, Punyani SR. (2016) Orofacial amyloidosis-unusual presentation of a rare condition: a case report. *Spec Care Dentist*, 36(2):104-107.

Kerner, M. M., Wang, M. B., Angier, G., Calcaterra, T. C., & Ward, P. (1995) H. Amyloidosis of the head and neck. A clinicopathologic study of the UCLA experience, 1955-1991. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 121(7), 778-782. <https://doi.org/10.1001/archotol.1995.01890070064014>

Khan, M. F., & Falk, R. H. 2001 Amyloidosis. *Postgraduate Medical Journal*, 77(913), 686-693. <https://doi.org/10.1136/pmj.77.913.686>

Kyle, R. A., & Bayrd, E. D. 1975 Amyloidosis: Review of 236 cases. *Medicine*, 54(4), 271-299. <https://doi.org/10.1097/00005792-197507000-00001>

Li, Y., Liu, N., Xu, Y., Wang, J., Wu, L., Zhou, Y., Jiang, L. (2012) Widespread purple bulla-like masses of the oral mucosa. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 114(5), 552-557. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.11.007>

Mollee, P., Renaut, P., Gottlieb, D., & Goodman, H. (2014) How to diagnose amyloidosis. *Internal Medicine Journal*, 44(1), 7-17. <https://doi.org/10.1111/imj.12288>

O'Reilly, A., D'Souza, A., Lust, J., & Price, D. (2013). Localized tongue amyloidosis: a single institutional case series. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 149(2), 240-244. <https://doi.org/10.1177/0194599813490896>

Pasternak, S., White, V. A., Gascoyne, R. D., Perry, S. R., Johnson, R. L., & Rootman, J. (1996) Monoclonal origin of localised orbital amyloidosis detected by molecular analysis. *British journal of ophthalmology*, 80(11), 1013-1017.

Real de Asúa, D., Costa, R., Galván, J. M., Filigheddu, M. T., Trujillo, D., & Cadiñanos, J. (2014) Systemic AA amyloidosis: epidemiology, diagnosis, and management. *Clinical epidemiology*, 369-377.

Rebiay Apaydın, Dilek Bayramgürler. (1999) Primer lokalize kutanöz amiloidoz, 33(2): 66-72.

Rocken, C., & Shakespeare, A. (2002) Pathology, diagnosis and pathogenesis of AA amyloidosis. *Virchows Archiv*, 440(2), 111-122. <https://doi.org/10.1007/s00428-001-0582-9>

Sohar, E., Gafni, J., Pras, M., & Heller, H. (1967) Familial Mediterranean fever. A survey of 470 cases and review of the literature. *American Journal of Medicine*, 43(2), 227-253. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(67\)90167-2](https://doi.org/10.1016/0002-9343(67)90167-2)

Stoopler, E. T., Sollecito, T. P., & Chen, S. Y. (2003) Amyloid deposition in the oral cavity: A retrospective study and review of the literature. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 95, 674-680. <https://doi.org/10.1067/moe.2003.136>

Ueno, T., Sumida, K., Hoshino, J., Suwabe, T., Mise, K., Hazue, R., Ubara, Y. (2016) AA-negative and Kappa-positive amyloidosis in a patient with rheumatoid arthritis. *Internal Medicine*, 55(17), 2491-2495. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.55.6796>

Direkt Pulpa Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar

Naime Selen OZDEMİR
Basak KIZILTAN ELIACIK

Direkt Pulpa Kuafajı

Travma, morfolojik anomaliler veya pulpa odasına kadar ilerlemiş çürükten etkilenen diş pulpasının canlılığı genç sürekli dişlerin kök gelişimlerini tamamlaması için önemlidir (Zhu et al. 2019). Diş tedavilerini başarılı olarak sınıflandırabilmek için pulpanın canlılığını koruması esastır. Vital pulpa derinleşmiş çürüğü temizlerken ortaya çıkabileceği gibi, kavite hazırlanırken veya travma sonucu açığa çıkabilir (Komabayashi et al. 2016). Başarılı vital pulpa tedavisinin en önemli amacı enfekte olmuş pulpanın tedavisi yapılırken altındaki sağlıklı pulpa dokusunu, dişin normal canlılığını ve fonksiyonunu koruyarak iyileşmesini sağlamaktır. Bu iyileşme süreci için açıkta kalan pulpa odasına koruyucu bir ajan uygulanmaktadır (Miyashita et al. 2007). Klinik semptomlara bağlı olarak vital pulpa; normal pulpa, geri dönüşümlü pulpitis ve geri dönüşümsüz pulpitis olmak üzere üç ayrı grupta incelenir. Semptomu olmayan pulpa normal pulpa olarak adlandırılırken, termal uyarılara kısa süreli yanıt verip, uyarı ortadan kalkınca normale dönen pulpa geri dönüşümlü pulpitis olarak adlandırılır. Geri dönüşümsüz pulpitis ise sürekli devam eden spontan veya yansıyan ağrı şikayetleriyle tanınmaktadır. Direkt pulpa tedavisi normal pulpaya sahip ve geri dönüşümlü pulpa iltihabı olan dişlere uygulanmaktadır. Direkt pulpa tedavis endikasyonu koyabilmek için radyolojik muayenede normal apikal doku izlenmeli ve açığa çıkan pulpa dokusu çapı 1mm den az olmalıdır. Pulpa odasına biyoyumlu materyali yerleştirmeden önce kanamanın durması ön koşulu gözardı edilmemelidir (Komabayashi et al. 2016).

Vital pulpa mekanik olarak, çürükle ya da travmayla açığa çıkabilir. Çürük dokular tamamen temizlenmeden açığa çıkan pulpa çürükle ekspoze olmuş demektir. Çürük temizlendikten sonra tutuculuk için kavite hazırlanırken açığa çıkan pulpa mekanik olarak; dışardan gelen bir kuvvet sonucu kuron kırığıyla beraber açığa çıkan pulpa travmatik olarak ekspoze olmuştur. Bu gibi durumlarda açığa çıkan vital pulpa, kuafaj ya da pulpatomi ile tedavi edilmelidir. Direkt pulpa kuafajı pulpanın canlılığını koruması (Bergenholtz 2005; Bergenholtz et al. 1985; Zander and Cuss n.d.) ve kavite tabanında koruyucu bariyerin sağlanması (Bergenholtz et al. 1985; Couve 1986; Pashley n.d.) için açığa çıkan pulpa dokusu üzerine dental materyalin uygulandığı tedavi olarak tanımlanmaktadır (Schroder 1985).

Direkt Pulpa Kuafaj Materyalleri

Kalsiyum Hidroksit

Ekspoze olan pulpaya uygulanan kalsiyum hidroksitin ilk etkisi yüzeyde üç tabakalı nekroz gelişimidir. Dokunun kalsiyum hidroksil iyonlarına tepkisinden dolayı intak nekroz tabakası oluşarak kalsiyum hidroksit yararlı etkisini göstermiş olur. Dokudaki nekroz alan hafif bir irritasyona sebep olmakla beraber pulpanın iyileşmesini stimule eder. Pulpa etrafındaki dokuların iyileşmesi bağ doku iyileşmesine benzer. Önce vasküler ve inflamatur hücreler

çoğalmaya başlar ve irritasyon bölgesi yaratan ajana doğru göç ederek, ajanın eliminasyonunu hedeflerler. Daha sonra mezenkimal ve endotel pulpa hücreleri çoğalır, yara bölgesine doğru ilerler ve kollagen oluşumu başlar. Bu şekilde onarım süreci başlamış olur. Bu mekanizma sonucu pulpa irritasyondan korunurken odontoblastlar farklılaşarak dentine benzer bir yapı meydana getirirler ve pulpa işlevine devam edebilir hale gelir (Schroder 1985). Direkt pulpa tedavisinin iyileşme mekanizmasının altında yatan en önemli süreç dentin köprüsü oluşumudur. Fakat maymunlar üzerinde yapılan bir çalışmada oluşan dentin köprülerinin yüzde sekseninden fazlasında tünel defekti olduğu görülmüştür. (Cox CF n.d.) Oluşan tünel defektleri kavite içerisinde ölü boşluklar (Taira et al. 2011) ve mikrosızıntıya (Cox and Suzuki 1994) sebep olarak başarısızlık riskini arttırmaktadır.

Sulu Kalsiyum Hidroksit

Geçmişten günümüze kalsiyumun kullanım formu farklılık göstermektedir. En başlarda kalsiyumun tozu ekspoz olmuş pulpa üzerine direkt olarak uygulanırken günümüzde bu yöntem yerine kalsiyumu hidroksitin su veya salin ile karıştırılmasıyla hazırlanan pasta formunda açığa çıkan pulpa ile kontak haline getirilmektedir. Piyasa isimleri UltraCal XS ve Calcicur olan bu materyaller içlerinde bulunan barium sülfattan dolayı radyografik bir görüntü vermektedir (Komabayashi et al. 2016). Dycal ve steril su ile hazırlanmış kalsiyum hidroksit patıyla yapılan çalışmalarda ekpoze pulpa ve bu materyaller arasında fibrotik doku oluştuğu görülmüştür. Çok küçük bir alanda nekrotik pulpa olduğu ve pulpanın normal olduğu görülmüştür. Dördüncü ve beşinci haftalardaki takipte ise kalsiyum hidroksit ve açığa çıkmış pulpa arasında odontoblast diziliminin normal olduğu ve vital pulpa üzerinde koruyucu bir dentin tabakası olduğu kaydedilmiştir. İki materyal arasında ise bir fark olmadığı belirtilmiştir (Eleazer et al. 1981; Weiss n.d.). Su ya da salin ile hazırlanan kalsiyum hidroksitin klinik olarak kullanımı başarılı görünse de çalışma süresinin kısıtlı olması, ilerleyen dönemlerde rezorpsiyona ve tünel defektlerine neden olarak mikrosızıntı sonucu dişin vitalitesini kaybetmesine ve kalsifikasyona yol açabildiği görülmüştür (Aguilar and Linsuwanont 2011).

Kalsiyum Hidroksit Bazlı Sement

Su ya da saline ile karıştırılarak elde edilen kalsiyum hidroksit patının dezavantajlarını gidermek için üretilmiş sementtir. En çok bilineni kalsiyum hidroksit, N-ethyl-optoluene sulfonamide, çinko oksit, titanyum dioxide, ve çinko stearate içeren katalizör ile içinde 1,3-bbutylene glycol disalicylate, çinko oxide, kalsiyum fosfat ve kalsiyum tungstate bulunduran bazın 1:1 oranda karıştırılmasıyla elde edilen Dycaldır. Yapılan çalışmalarda mekanik olarak pulpanın açığa çıktığı durumlarda kalsiyum hidroksit bazlı materyalin başarı oranı %92, çürük temizlenirken açığa çıkan pulpanın kuafajında başarısı-%33 olarak belirlenmiştir (Abdelaz et al. 2019; Brizuela et al. 2017; Mente et al. 2010). Yapılan vitalite testlerinde pulpanın nekroz olduğu; radyolojik incelemelerde ise kalsifikasyonun başladığı görülmüş ve bu başarısızlıklar asemptomatik olarak izlenmiştir (Abdelaz et al. 2019; Imura et al. 2007; Mente et al. 2010) .

Kalsiyum Silikat Bazlı Materyaller

Mineral Trioksit Agregat (Mta)

90'lı yılların ortalarında Mahmud Torabinejad tarafından üretilen, içeriği %75 tip1 porland çimentosu, %20 bizmut oksit, ve %5 kalsiyum sülfat dihidrat olarak belirtilen MTA, Proroot MTA Gray (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Johnson City, TN, USA) 1998 de ilk kez piyasaya sürülmüştür. MTA' nın içeriğini oluşturan bizmut oksit radyoopasiteyi sağlarken kalsiyum sülfat ise MTA'nın sertleşme süresiyle ilişkilidir (Tablo 1) (Camilleri J. n.d.; Komabayashi et al. 2016). MTA temel olarak trikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat,

trikalsiyum oksit ve silikat oksitten oluşmaktadır. Temel içerikler değiştirilmeden farklı içeriklerden oluşan, sertleşme süresi, akıcılık, çalışma kolaylığı, renkleşme gibi özellikleri değiştirilen ticari formları da üretilmiştir (Camilleri J. n.d.; Komabayashi et al. 2016). İlk kullanıldığı yıllarda gri renkli olmasından dolayı dişlerde renklemeye neden olduğu için tetrakalsiyum alimüna ferritin formülünden çıkartılmıştır. Demir, magnezyum oksit ve alüminyum miktarı azaltılarak piyasaya sürülen beyaz MTA 2002 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Beyaz MTA'nın gri MTA ile kıyaslandığında daha sert olduğu, çözünürlüğünün daha az olduğu ve yapısal olarak daha homojen olduğu görülmüştür (Camilleri J. n.d.; Cardoso-Silva et al. 2011; Danesh et al. 2006; Zanatta et al. n.d.). Fakat yapılan hiçbir çalışmada beyaz MTA ve gri MTA arasında inflamasyon reaksiyonu, dentin köprüsü oluşumu ve pulpa cevabı ile ilgili farklılık görülmemiştir (Parirokh and Torabinejad 2010). Kalsiyum silikat içerikli biyouyumlu materyaller (Gou et al. 2005; Zhao et al. 2005) ve MTA üzerinde yapılan in vivo ve in vitro çalışmalarda sıvı temasında yüzeyde apetit benzeri bir yapı oluşturmaktadır (Ducheyne and El-Ghannam n.d.; Parirokh and Torabinejad 2010) Yapılan birçok araştırmanın da desteklediği gibi MTA'nın sert doku oluşumunu indüklediği kanıtlanmıştır (Baek, Plenck, and Kim 2005; Holland et al. 1999, 2002; Huang et al. 2005; Kim et al. 2008; Koh et al. 1997; Moreton et al. 2000; Pelliccioni et al. n.d.; Tani-Ishii et al. 2007; Yaltirik et al. 2004; Yasuda et al. 2008) Biyoaktivite, biyouyumluluk, mineralize doku oluşumunu indükleme, sızdırmaz bir alan oluşturma gibi avantajlarının yanı sıra MTA kalsiyum hidroksite kıyasla daha homojen ve daha kalın dentin köprüleri oluşturması, inflamatuvar cevabın daha az olmasını ve pulpanın nekroz olma oranını azalmasını sağladığı için daha üstün özellikler göstermektedir (Dominguez et al. 2003; Torabinejad and Parirokh 2010) .

Tablo 1: MTA'nın içeriği (Torabinejad^Δ, Pitt Ford^Λ, and Torabinejad 1996)

İÇERİK	YÜZDE
TİP 1 Porland Çimentosu	75
Bizmut oksit	20
Kalsiyum Sülfat Hidrat	5

MTA'nın ana komponenti olan kalsiyum oksit nem ile temas ettiğinde kalsiyum hidroksiapetite dönüşerek pH seviyesini yükseltir, alkali bir ortam oluşturur ve böylece MTA'nın antibakteriyel etkisi aktifleşmiş olur. MTA'nın sertleşme prosedürü zaman dilimlerine bölerek incelendiğinde, başlangıçta 10,2 olarak ölçülen pH değeri sertleşmenin tamamlanmasıyla 12,5 değerine ulaşarak antibakteriyel etkisini tamamlamış olur (Ribeiro et al. 2010). MTA fakültatif bakteriler üzerinde antibakteriyel etki gösterirken anaerobik bakteriler üzerinde ekili olmamıştır (Parirokh and Torabinejad 2010). MTA, kalsiyum hidroksit ve çinko oksit öjenolün antimikrobiyal etki güçleri karşılaştırıldığında MTA'nın antimikrobiyal etkisinin diğer materyaller kadar güçlü olmadığı görülmüştür (Okiji and Yoshida 2009) .

MTA'nın sertleşme süresinin uzun olması (Camilleri, Montesin, di Silvio, et al. n.d.; Kogan et al. 2006; Santos et al. n.d.), dişte renklemeye neden olması (Belobrov and Parashos 2011; Bogen, Kim, and Bakland 2008; Ioannidis et al. 2013; Jacobovitz and de Lima 2008) gibi dezavantajları klinikteki çalışma sürecini etkilemektedir. Yüz altmış beş dakika sertleşme süresi olan gri MTA beyaz MTA (Parirokh and Torabinejad 2010) kıyaslandığında daha hızlı sertleşmektedir. MTA'nın uzun sürede sertleşmesi iki seans gerektirdiği için klinikte çalışma

güçlüğü yaratmaktadır (Komabayashi et al. 2016; Lee et al. 2004). MTA'nın sertleşme süresi ve uygulama kolaylığı 1- 10 µm arası değişen partikül boyutuna, bu partiküllerin dağılımına ve şekline bağlıdır (Lee et al. 2004).

MTA'nın genişleme ve büzülme özellikleri ile dentin dokusuna benzer olduğu için dentin ile uyumu çok iyidir, sızdırmazlık ve bakterilere karşı direnci de oldukça yüksektir (Camilleri and Pitt Ford 2006; Parirokh and Torabinejad 2010; Parirokh, Torabinejad, and Dummer 2018).

Gri MTA kullanılan direkt pulpa tedavisinde görülen koronal renkdeşmeden dolayı estetik bölgelerde yapılan MTA tedavilerinin beyaz MTA ile yapılmasını savunan Bogen ve arkadaşlarının (Bogen et al. 2008) yanı sıra endodontik tedavide kullanılan beyaz MTA'nın da renkdeşmeye neden olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Belobrov and Parashos 2011; Jacobovitz and de Lima 2008). Ioannidis ve arkadaşlarının yaptığı in vitro çalışmada hem gri hem beyaz MTA'nın renkdeşmeye neden olduğu görülmüştür (Ioannidis et al. 2013). Beyaz MTA'nın kanla (Felman and Parashos 2013; Lenherr et al. 2012), sodyum hipokloritle kontamine olması (Camilleri 2014), kaviteyi etkileyen yüksek ışık varlığı ve oksijen (Vallés, Montse Mercadé, et al. 2013; Vallés, Montserrat Mercadé, et al. 2013) renkdeşme oluşumunda etkili faktörler olarak gösterilmektedir. Tek köklü dişlerde yapılan bazı çalışmalarda beyaz MTA'nın sertleşme sürecinden sonra uygulandığı derinlikle ilişkili olarak renkdeşmeye neden olduğu görülmüştür. Asgary ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise gri MTA ve beyaz MTA'nın kimyasal ve kristal yapılarının benzediği görülmüş fakat gri MTA'da daha fazla bulunan demir oksit, alüminyum oksit ve magnezyum oksit gibi bileşenlerden dolayı dişte renkdeşme yapma potansiyelinin daha yüksek olduğu düşünülmektedir (Asgary et al. 2005). Radyoopasiteyi sağlayan bizmut oksidin renkdeşme üzerinde etkisi olabileceği düşünülse de renkdeşme mekanizması henüz net olarak anlaşılamamıştır (Vallés, Montse Mercadé, et al. 2013).

MTA ve dentin arasında bakteriyel sızıntıyı engelleyecek bir bağlantı oluşmadığı için tedavi sonrasında başarısızlıktan şüphe duyulmasına rağmen kök ucunda tıkaç olarak kullanılan MTA'nın sızdırmazlık özelliği cam iyonomer, güçlendirilmiş çinkooksit öjenol, amalgam ile kıyaslandığında oldukça yüksek bulunmuştur (Luiz Pereira, Sérgio Cenci, and Fernando Demarco 2004; Torabinejad et al. 1994). Fischer ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada MTA, amalgam, güçlendirilmiş çinkofosfat öjenol (süper EBA) ve rezin modifiye cam iyonomer (vitremer) gibi materyallerin sızdırmazlık özellikleri karşılaştırılmış ve sızdırmazlık özelliği en iyi olan materyalin MTA olduğu bulunmuştur (Fischer, Arens, and Miller 1998). Sızdırmazlığın yanı sıra tedavi başarısında önemli rolü olan marginal uyumluluğun değerlendirilmesinde Shipper ve arkadaşlarının öncülüğünde elektron mikroskopu taraması aracılığı ile yapılan çalışmada MTA'nın marjinal adaptasyonunun amalgama göre çok daha iyi olduğu görülmüştür (Shipper et al. n.d.). Marjinal adaptasyon ile ilgili çalışan Gondim ve arkadaşları da MTA'nın güçlendirilmiş çinko fosfat öjenol ve rezin modifiye cam iyonomere göre daha iyi bir uyum sağladığını belirlemişlerdir (Gondim et al. n.d.).

Deney hayvanları üzerinde yapılan MTA ve kalsiyum hidroksitin karşılaştırıldığı direkt pulpa kuafajı çalışmalarında MTA'nın daha iyi iyileşme kapasitesi olduğu görülmüştür (Aeinehchi et al. n.d.; Dominguez et al. 2003; Pitt Ford et al. 1996; Simon et al. 2008). Yapılan birçok çalışmaya rağmen MTA'nın biyolojik olarak uyumluluğunu sağlayan mekanizması henüz netleşmemiştir (Glasser FP n.d.). Sağlam sert doku oluşumunu indüklemesi, dokularla biyouyumlu olması, sızdırmaz bir yüzey ve alkali bir ortam yaratarak pulpayı koruması gibi özellikleri nedeni ile MTA multifaktoriyel bir materyal olarak tanımlanmaktadır (Nair et al. 2008).

MTA'nın tüm bu özelliklerinden dolayı diş hekimliğinde kullanım alanı oldukça geniştir. Direkt ve indirekt pulpa kuafajı başta olmak üzere, kök ucu gelişimi tamamlanmamış genç

sürekli dişlerde parsiyel ampütasyon, süt dişlerinde pulpatomi gibi vital pulpa tedavilerinde kullanımı gitgide artmaktadır. Kök kırıklarında, perforasyon bölgelerinin tamir materyali olarak tercih edilmektedir. Aynı zamanda kök kanal dolumu, apikalrezeksiyon sonrası retrograd dolgu materyali olarak da MTA'nın kullanım alanı çeşitlenmektedir (Camilleri, Montesin, Papaioannou, et al. n.d.; Gandolfi et al. 2015; Parirokh et al. 2018)

Modife edilmiş MTA'lar ve MTA benzeri Materyaller

Orijinal MTA'nın dezavantajlarını kompanse etmek için partikül boyutu ve bileşenleri değiştirilerek modifiye edilen MTA'lar kullanılmaya başlanmıştır. Sertleşme süresinin kısaltılması ve renkleşmenin önüne geçmek gibi amaçlara hizmet eden modifiye edilmiş MTA'lardan biri Angulus White MTA'dır. Orijinal MTA'dan kalsiyum sülfat çıkartılarak içeriği trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat ve bizmut oksit olarak güncellenmiş ve sertleşme süresi 15 dk olarak bildirilmiştir. MM-MTA'ya kalsiyum karbonat, Tech BioSeal MTA'ya kalsiyum klorür ve montmorillonit eklenirken; MTA Plus'ın partikül boyutu küçültülerek modifiye edilmiştir (Camilleri, Montesin, Papaioannou, et al. n.d.; Komabayashi et al. 2016). DiaRoot Bioaggregate gibi MTA benzeri materyaller ise mineral içerikli portland çimento kökenli değildir, sentetik kalsiyum silikat içerikli ve eser miktarda alüminyum içeren bileşenlerdir (Kum et al. 2014) . Trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, amorf silikon oksit kalsiyum fosfat monobazik ve tantal pentoksitten oluşan BioAggregate 2006 yılında piyasaya sürülmüştür. BioAggregate'in içeriğini oluşturan silikon oksit ve kalsiyum hidroksitin kimyasal reaksiyonu sonucu ortalama dört saat olan sertleşme süresinin azaldığı görülmüştür. BioAggregate'in antibakteriyel etkisi Dycal ile benzerlik gösterirken, çinkooksit öjenolden daha iyi olduğu görülmüştür (Yalcin, Arslan, and Dundar 2014) .

2009 yılında piyasaya Septodont tarafından sürülen dentin ile benzer özellikler gösteren kalsiyum silikat bazlı Biodentin (Septodont, <http://www.septodontusa.com/>) MTA benzeri materyaller olarak sınıflandırılmaktadır. Diş hekimliğinde kök perforasyonlarının tamiri, apeksifikasyon tedavisi, pulpa kuafajı gibi geniş çaplı uygulama alanına sahiptir (Malkondu, Kazandağ, and Kazazoğlu 2014). Biodentin toz ve sıvı olmak üzere iki bileşenden oluşur. Toz bileşeninin içeriği trikalsiyum silikat, kalsiyum karbonat, doldurucu oksit, demir oksit ve zirkonyum oksitten oluşurken sıvı bileşenin içeriği katolizer etkiyle sertleşmeyi hızlandırıcı olarak kalsiyum klorid ve suda çözülebilir polimer içermektedir (Tablo 2). Biodentini diğer biyoseramiklerden ayıran önemli özelliklerinde biri 9-12 dakika ile sınırlı hızlı sertleşme süresidir. Partikül boyutunun sıvı bileşenin içinde bulunan kalsiyum klorür oranının arttırılması ve sıvı bileşenin miktar olarak azaltılması hızlı sertleşmesini sağlayan faktörler olarak belirtilmiştir (Septodont n.d.). İnce bir tabaka halinde uygulanan Biodentin'in radyopak görüntü çevre dokulardan kolayca ayırt edilebilmesi önemli bir özelliktir (Anon 2001). MTA ve benzeri diğer materyallerde radyoopasite bizmut oksit ile sağlanırken Biodentinin radyopaklığı zirkonyum oksit ile sağlanmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda zirkonyum oksitin biyouyumluluk esaslarına uyduğu, korozyona karşı dirençli biyo inert bir malzeme olduğu görülmüştür (Piconi and Maccauro 1999; Tagger and Katz 2003). Kalsiyum salınımla bilinen biodentin, trikalsiyum silikat içerikli diğer ürünler gibi doku sıvılarıyla etkileşime girdiğinde hidroksi apetit üretiminde başarılı olduğu görülmüştür (Camilleri et al. 2012; Grech, Mallia, and Camilleri 2013; Han, Okiji, and Okawa 2010). MTA ve MTA benzeri materyaller sınıfına giren Biodentin'in beraber incelendiği birçok çalışmada antibakteriyel etkinin daha yüksek olması ve çalışma zamanının daha kısa olması açısından Biodentin'in daha üstün bulunmuştur (Parirokh et al. 2018; Torabinejad, Parirokh, and Dummer 2018).

Tablo 2: Biodentinin toz ve likit içeriği

TOZ İÇERİĞİ	LİKİT İÇERİĞİ
Trikalsiyum Silikat	Kalsiyum Klorid
Kalsiyum Karbonat	Suda Çözülebilir Polimer
Doldurucu Oksit	
Demir Oksit	
Zirkonyum Oksit	

Resin Modifiye MTA Sement

TheraCal LC içeriği kalsiyum oksit, kalsiyum silikat partikülleri, strontium cam, isli silika, baryum sülfat, baryum zirkonat, rezin içerikli Bis-GMA ve polietil glikol dimethakrilattan oluşan ışıkla polimerize olan bir materyaldir. Resin modifiye kalsiyum silikat dolgulu pasta olarak da adlandırılmaktadır. ProRoot MTA ve Dycal'a göre daha fazla kalsiyum salabilme özelliğinin yanısıra çözünürlüğünün daha düşük olmasından dolayı direkt pulpa tedavilerinde tercih edilmektedir. Işıklı polimerize olması MTA'nın sertleşme süresinin klinikte yarattığı dezavantajı elimine etmektedir. Sızdırmazlık özelliği de oldukça kabul edilebilirdir. Fakat pulpada daha fazla enflamutuar yanıtı neden olmaktadır ve sert doku oluşumunu uyarmadığı belirlenmiştir. MTA'nın çalışma zamanının uzunluğunu ve uygulanabilirliğinin zorluğunu elimine eden bir materyal de olsa biyolojik yanıtı MTA'dan üstün bulunmamıştır (Gandolfi, Siboni, and Prati 2012; Gomes-Filho et al. 2008).

Resin Bazlı Sementler

Kompozit ve Metil Metakrilat MMA bazlı Sementler

Klinikte yaygın olarak kullanılan inorganik yapıllı materyallerin sızdırmazlık özelliklerinin geliştirilmesi ihtiyacıyla adeziv rezinler gündeme gelmiştir. Bu amaçla Cox ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada kalsiyum hidroksit ile kuafaj yapıllı amalgam ile restore edilen dişlerin yarısının iyileşme gösterdiği diğer yarısının ise mononükleer lökosit artışı, apse oluşumu ve nekroz gibi cevaplar verdiği görülmüştür. Pulpada görülen bu enflamasyona bakteriyel kontaminasyonun sebep olduğu anlaşılmış ve sızdırmaz bir materyal ile pulpanın kaplanması başarı için önemli olduğu görülmüştür (Cox et al. 1985; Davalou, Gutmann, and Nunn 1999). Sızdırmazlık özelliği yüksek materyaller olarak bilinen kalsiyum hidroksit ve MTA'nın oluşturdukları dentin köprüsünde de tünel defektleri olduğu görülmüştür (Faraco Junior et al. 2004). Etkili bir sızdırmazlık için adeziv rezinler kullanılarak yapılan hayvan deneylerinde dentin köprüsü oluşumları görülmüş ve başarılı bir pulpa iyileşmesi izlenmiştir (Murray PE 2003; Tarim B 1998). Dycal ve adeziv rezinlerin incelendiği çalışmalar da All Bond 2 (Bisco), Clearfil Liner Bond 2 (kuraray, Tokyo, Japan), Single Bond (3M ESPE), Scotch Bond MultiPurpose (3M ESPE) dişlere uygulanmış, artık monomerin pulpa üzerinde inflamutuar etkisi olduğu görülmüştür ve dycal tüm bu adeziv rezinlerden daha başarılı bulunmuştur (Hebling, Giro, and Costa n.d.; Hörsted-Bindslev, Vilkinis, and Sidlauskas 2003; de Lourdes Rodrigues Accorinte et al. 2005; de Souza Costa, Lopes Do Nascimento, et al. n.d.). Yapılan bu çalışmalarda adeziv rezinlerin kalsiyum hidroksit yerine kullanımının

mikromekanik bağlanmayı güçlendirdiği bu nedenle daha etkili sızdırmazlık sağlanacağı düşünülmektedir. Fakat adeziv rezinlerin kaviteye mikromeknaik bağlanmasını arttırmak için yapılan asitleme işlemi smear tabakasını kaldırdığı ve dentin tübüllerini açık hale getirdiği için daha geçirgen bir diş yapısı oluşturmaktadır. Adeziv rezin monomerlerin bu geçirgen yapıdan pulpal dokuya geçişi kolaylaşmaktadır. Bis-GMA, HEMA, UDMA, TEGDMA gibi bu monomerler odontoblast ve fibroblast benzeri hücreler üzerinde sitotoksik etkilere sebep olduğu görülmüştür (de Souza Costa, Vaerten, et al. n.d.; Thonemann et al. n.d.). İncelenen tüm bu monomerlerin arasında en az toksik olan monomerin metil metakrilat (MMA) olduğu görülmüştür. Bu sebeple sadece diş hekimliğinde değil eklem cerrahisinde de kullanımı yaygındır (Imai Y 1988; Takeda S 1993). Inoue ve arkadaşlarının MMA bazlı rezinler ile yapılan pulpa kuafajının başarısını değerlendirmek için yaptığı bir çalışmada ise osteojenik aktivitenin devam ettiği görülmüştür (Inoue T 2001). Metil metakrilat- trietilboran içerikli rezin sementlerle ilk çalışma 1968 yılında Herrmann ve Fischer tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada vital dişlerin pulpalarında histolojik olarak bir zarar görmediği belirlenmiştir (F Fischer CH 1968; HerrmannD 1968). Polycap (MMA-TBB rezin) ile yapılan başka bir çalışmada da 2-35 ay içerisinde pulpa nekrozu ya da pulpitis belirtisi gözlenmemiştir (Smékal VM 1976). Christensen 1998 yılında MMA-TBB içeren 4-META (4-[2- (methacryloyloxy) – ethoxycarbonyl] phthalic anhydride) bağlayıcı ajanın da pulpa kuafajında başarılı sonuçlar verdiği bahsetmiştir (Christensen 1998). 4-META/MMA-TBB kısaca 4-META rezinin (SuperBond, Sun Medical, Moriyama, Japan) hücre canlılığını koruduğu hatta sertleşmenin devam ettiği süre içerisinde toksisitesinin yüksek oranda azaldığı görülmüştür (Nakako Imaizumi 1 2006). Ratlardan elde edilen pulpa dokusu üzerine 4-META uygulandığında dentin köprüsü oluşumu gözlenmiş ayrıca yine ratlarla yapılan çalışmada retrogat kanal dolumu sonrası periapikal bölgede çok az inflamasyon izlenmiş çok iyi bir kemik oluşumu olduğu için 4-META'nın rejenerasyon kapasitesinin başarılı olduğu anlaşılmıştır. Buna ek olarak ampute pulpa üzerine 4-META ve kalsiyumhidroksit uygulamalarında rejenerasyon etkilerinin benzer olduğu görülmüştür (Maeda et al. 1999; Nakamura, Inoue, and Shimono 2000). Innou ve Shimono 4-META rezinin vital pulpa üzerine uygulanabileceği, dentin köprüsü oluşumuna izin verdiği görülmüştür. Aynı zamanda uygulandığı pulpa bölgesine makrofaj göçü olduğu buna rağmen pulpada bir enflamasyon olmadığı izlenmiştir (Inoue T 1992)

Yine Morohoshi ve arkadaşlarının 1992 yılında yaptıkları bir çalışmada ise pulpa üzerine uygulanan 4-META'nın polimerize edilmesiyle yumuşak doku hibrit tabaksı oluşumu izlenmiştir (Inoue T 1996). Innou daha önceki çalışmalarında da bahsettiği 4-META uygulanan pulpa yüzeyinde oluşan makrofaj birikiminini yine 4-META uygulamasından sonra oluşan yumuşak doku hibrit tabakasının rugofilik doğasından kaynaklandığını öne sürmüştür. Ek olarak 4-META içerikli rezin, pulpa kuafajı yapmak amacı ile uygulandığında üç katman oluştuğu görülmüştür. Yüzeysel olan ilk katman, 4-META ve pulpa yüzeyi arasında oluşan yumuşak doku hibrit tabaksı; ikinci yani ara katman polimerize edilen 4-META'nın küçük partikülleri ve en derin katman ise polimerize olmamış MMA monomeri ve bütanol içerdiği görülmüştür (Inoue T 2001). 4-META'nın Bis-GMA ile karşılaştırılarak sitotoksitesi değerlendirilmiş ve 4-META'nın az seviyede toksik etki ürettiği fakat Bis-GMA'nın hücre proliferasyon kapasitenin değerlendirildiği bir çalışmada 4-META'nın daha başarısız olduğu görülürken; hücrelerin vitaliteleri değerlendirildiğinde 4-META'nın hücreler üzerinde sitotoksik bir etkisi olmadığı görülmüş fakat Bis-GMA bölgesindeki hücrelerin canlı kalamadığı izlenmiştir (Morohoshi Y 1992). 4-META'nın dentin köprüsü oluşumu üzerinde etkisi incelendiğinde %50 oranında dentin köprüsü oluşturduğu görülmüş, oluşmadığı durumlarda hafif şiddetli inflamasyondan kaynaklandığı düşünülmekteyken aynı zamanda bu hafif inflamasyonun kalsiyumla yapılan pulpa kuafajı çalışmalarında dentin köprüsü oluşumunu başlattığı da bilinmektedir (Inoue T 1993). Fakat MMA-TBB rezin dentin köprüsü

oluşumu açısından MTA ve kalsiyum ile kıyaslandığında pulpada hasarı veya bakteri kontaminasyona karşı bariyer olacak olan yapay dentin köprüsünü bir gün içinde oluştururken; MTA ve kalsiyum tarafından doğal dentin köprüsü oluşumu için bir haftalık bir süreç gerekmektedir. Bunun yanında oluşan bu doğal dentin köprüsünde tünel defektleriyle karşılaşılırken yapay dentin köprüsünde böyle kusurlar izlenmemiştir(Hörsted-Bindslev et al. 2003). Rezinlerin polimerizasyondan sonra meydana gelen büzülmeleri incelendiğinde geleneksel resinlerde polimerizasyon büzülmesi sonrası boşluklar oluşurken MMA-TBB rezinde minimum seviyede boşluk olduğu görülmüştür(Imai et al. 1991; Imai and Komabayashi 2002).

Klinik ve radyolojik muayenede bulguları normal olan, herhangi bir semptomu bulunmayan vital dişlerde pulpa kuafajı düşünülmemelidir. Çürük kaldırılırken veya sonrasında pulpanın ekspoz olduğu ve endikasyonun pulpa kuafajı olduğu durumlarda bakterisit etkisi bulunan kalsiyum hidroksit bazlı materyaller MMA-TBB rezin yerine tercih edilmelidir. Çünkü MMA-TBB bakterisit etki göstermediği için enfekte olmadığına emin olunan pulpa kuafajında tercih edilmesi doğru olur.

Lazerler

Çürük, mekanik faktörler ve travma sebebiyle ekspoz olan pulpa kalsiyum hidroksit veya kalsiyum hidroksit bazlı materyaller (Al-Hiyasat, Barrieshi-Nusair, and Al-Omari 2006; Barthel et al. 2000; Yamamura 1985), MTA (Bogen et al. 2008; Nair et al. 2008; Torabinejad et al. 1996) veya adeziv rezinlerle (Inoue T 2001; Kitamura et al. 2002) örtülerek dişin vitalitesinin korunmasının amaçlandığı pulpa kuafajı tedavisinde son dönemlerde hemostaz ve dekontaminasyon özelliklerinden faydalanmak amacıyla lazerler(Anon n.d.; Parker 2007) kullanılmaya başlanmıştır. Uyarılmış radyasyon emisyonuyla ışık amplifikasyonu yani LAZER tek fotonlu dalga boyuna sahip, atomların kendiliğinden foton yayması için uyarıldığı bir cihazdır (Anon n.d.). Bu uyarılmış emisyon; paralel ışınlar, monokromatik (tek dalga boyu ve senkronize dalgalar üreterek doğal ışıktan çok daha düşük enerjili bir ışık seviyesiyle hedef doku üzerinde etkili olmaktadır. Lazerler bu foto-fiziksel özellikleri sayesinde güçlü ablasyon (Alexander Asokan1 2014; Anon n.d.), hemostaz (Anon n.d.), detoksifikasyon (Anon n.d.) ve bakterisidal etkilerinin (Anon n.d.; Convissar 2004) yanında biyolojik dokuları stimule etme (Alexander Asokan1 2014; Anon n.d.) özellikleriyle bilinmektedir (Tablo 3).

Tablo 3: Dalgaboylarına göre lazer ve doku etkileşimi tablo

	Diod	Nd:YAG Neodymium:YAG	Er,Cr:YSGG Erbium,kronium: YSGG	Er:YAG Erbium:YAG	C02 karbondioksit
Dalgaboyu	810-980 nm	1,064 nm	2,780 nm	2,936 nm	10,600 nm
Renk	Kızılötesi	Kızılötesi	Kızılötesi	Kızılötesi	Kızılötesi
Yumuşak Doku ablasyonu	+	+	++	++	++
Koagulasyon	++	++	+/-	+/-	+
Karbonizasyon	++	++	+/-	+/-	++
Hemostaz	++	++	+	+	++
Bakterisidal etki	+	+	+	+	+
Sert doku ablasyonu	-	-	++	++	-
Biyositumulasyon	++	++	+	+	+

Lazerin tarihçesini incelediğimizde ilk dental lazer araştırmalarının 1960'lı yıllarda başladığı görülmüştür. İlk lazer 1960 yılında ruby lazer olarak Maiman tarafından yapılırken, sürekli salınım yapan ilk lazer Javan ve arkadaşları tarafından geliştirilen düşük enerjili helyum ve neon (he-Ne) lazerdir (Javan A n.d.). Nd:YAG lazer ise ilk kez Geusic ve arkadaşları tarafından 1964 yılında Bell laboratuvarlarında üretilmiştir (Geusic, Marcos, and van Uitert 1964). 1965' de mine ve dentinin kaldırılması için ruby lazerin kullanımıyla Argon,

karbondioksit, neodimum: yitrium aluminum-garnet (Nd:YAG), erbium (Er:YAG) gibi lazerler de kullanılmaya başlanmıştır (Stern RH 1965; Sulewski JG 2000).

Karbondioksit Lazerler (CO₂)

Karbondioksit lazer sert dokuda fosfat iyonları tarafından emilir, inorganik dokuda ısı artışına sebep olurken organik dokuda karbonizasyona neden olur. Sert ve yumuşak dokularda etki edeceği derinlik lazerin gücüne bağlı olarak değişir genelde 0.5 mmdir (Tablo 4) (Aoki 2000). 10.600 nm dalga boyuna sahip karbondioksit lazer ile pulpa dokusu üzerinde 1985 yılında yapılan in vitro ve hayvan çalışmalarında canlı hücre modifikasyonu gerçekleşmediği ancak mineralize bir dentin tabakası olduğu görülmüştür (Melcer et al. 1985). Pulpa üzerinde yapılan başka çalışmalarda ise karbondioksit lazerin enerji yoğunluğuna bağlı olarak pulpa dokusu ve odontoblastlar uyarılır bunun sonucunda kalsifiye dentinin neoformasyonu gözlemlenirke, kısmi nekroz, inflamasyon, dentin kalınlığında ve dentin matrisindeki fibroz doku dağılımında değişiklikler olduğu görülmüştür (Melcer, Chaumette, and Melcer 1987). Karbondioksit lazer ve kalsiyum ile pulpa kuafajı tedavileri karşılaştırılarak vitalitenin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise lazerin %89'luk bir başarı gösterdiği belirlenmiştir (Moritz et al. 1998b, 1998a).

Er:YAG Lazerler

Suda en iyi şekilde absorbe olan 2940 nm dalga boyuna sahip bu lazerlerin enerjisi su molekülü tarafından emilir, ısıyla beraber dokularda buharlaşma olur ve basınç artar. Bu basınçla patlayıcı ablyasyon denen olay gerçekleşir ve dokulara bu mekanizmayla etki eder (Watanabe, Suzuki, and Hasegawa 1996). Yapılan hayvan çalışmalarında Er:YAG lazer direkt pulpa kuafajı yapılacak olan dişlerin üzerine MTA ve kalsiyum ile kombine bir şekilde uygulanmıştır. MTA ile beraber kullanıldığı çalışma gruplarında sadece MTA kullanılan çalışma gruplarına göre pulpanın vitalitesini korumakta çok az bir farkla daha iyi olduğu anlaşılırken, kalsiyum ile beraber kullanıldığında kalsiyumun tek kullanıldığı durumlara göre vitalitenin daha iyi korunduğu görülmüştür. Fakat insanlarda kullanımını önerilmemiştir (Hasheminia et al. 2010; Komabayashi, Ebihara, and Aoki 2015). Canlı pulpa dokusuna 2 Hz, 34, 68 ve 102 mJ/pulse güçlerde uygulanan Er:Yag lazerin yüksek enerjili olduğu deneylerde periodontal dokulara ve pulpaya zarar verdiği görülmüştür (Tablo 4) (Kimura et al. n.d.).

Nd:YAG Lazerler

İyonize olmayan ve bu sayede dokularda karsojenik ve mutojenik etki göstermeyen 1064 nm dalga boyundaki Nd:YAG lazer ile yapılan pulpotomi çalışmaları incelendiğinde, formkrezol pulpotomisiyle aralarında anlamlı bir fark görülmemiştir. Dycal ve vitrobond ile kıyaslandığında ise Nd:YAG lazerin ve vitrobondun sağ kalım oranlarının uzun vadede dycaldan daha başarılı olduğu bulunmuştur (Kimura et al. n.d.; Odabaş et al. 2007). Diğer lazer çeşitlerinde de olduğu gibi pulpa hücrelerindeki stimülasyon etkileri, sterilizasyon, hemostazi sağlama avantajlarının yanı sıra pulpaya mekanik olarak teması olmaması atravmatik ve aseptik bir teknik olması nedeni ile son dönemlerde ilgi görmektedir (Tablo 4) (Odabaş et al. 2007).

Er,Cr:YSGG Lazerler

2780 nm dalga boyuna sahip Er,Cr:YSGG lazerler yapılan in vitro çalışmalarda vital pulpa tedavilerinde kullanılan kalsiyum, vitrabond (modifiye cam iyonomer siman) ile karşılaştırılmıştır. Tedaviden sonraki üç ile sekizinci aylarda yapılan radyografik ve klinik incelemeler sonucu Er,Cr:YSGG lazer ile pulpa kuafajı yapılan dişlerde bir inflamasyon

beliritisi görülmemiş, vital oldukları saptanmış ve %80'lik başarı oranı saptanmıştır (Toomarian et al. 2008). Erbiyum, krom: itriyum-skandiyum-galyum-garnet lazerler yumuşak doku ve sert doku prosedürlerinde kanama kontrolü için önerilen lazerlerdir (Marx I 2002). Kanal tedavisinde kanal içi hazırlığı (Matsuoka, Jayawardena, and Matsumoto 2005), çürükleri temizleme ve kavite hazırlığı (Kinoshita, Kimura, and Matsumoto n.d.), minenin asit direncini artırma, smear tabakasını kaldırma (Ishizaki et al. n.d.; Mir et al. 2005) gibi alanlarda kullanımını tavsiye eden çalışmalar da mevcuttur (Tablo 4).

Diod Lazerler

Hemoglobin ve pigmente başka hücreler tarafından emilen dalga boyu 800-980 nm arası değişen diod lazerler daha çok yumuşak dokularda kullanılır. Yumuşak dokulara temas etmeden atravmatik ve aseptik doku kaldırma özelliğinden dolayı direkt pulpa kuafajı tedavilerinde kullanılmış ve kalsiyum hidroksit, vitrobond gibi materyallerle başarısı kıyaslandığında uzun dönemde önemli derecede başarılı olduğu görülmüştür (Tablo 4) (Y Yılmaz 1 2013; Yazdanfar, Gutknecht, and Franzen 2015)

Tablo 4: Direkt pulpa kuafajında kullanılan lazerler, parametreleri, endikasyonları, avantajları ve dezavantajları

	Dalgaboyu	Güç	Zaman	Endikasyon	Avantajları	Dezavantajları
CO2	10,60nm	0,5-1 W Sürekli dalga ve darbe	0,5-3 s	Yumuşak doku	<ul style="list-style-type: none"> Güçlü hemostaz Dekontaminasyon Fotobiyomodulasyon Ucuz 	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek sıcaklık değişimi (karbonizasyon ve güçlü hemostaz) Fiber optik yönlendirmesine uygun değil. Boyutu büyük
Nd:YAG	1,064 nm	1,75-2 W 20 pps	0,5-20 s	Yumuşak doku	<ul style="list-style-type: none"> Güçlü hemostaz Dekontaminasyon Fotobiyomodulasyon Fiber optik veya içi boş dalga yönlendirme 	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek sıcaklık değişimi (karbonizasyon ve güçlü hemostaz) Pahalı boyutu büyük bir alet
Er:YAG	2,936 nm	25-200 mJ/pulse 2-20 pps	5-15 s	Yumuşak ve sert doku	<ul style="list-style-type: none"> Düşük ya da orta hemostaz Dekontaminasyon Fotobiyomodulasyon Minimal ısı değişimi Fiber optik yönlendirme 	<ul style="list-style-type: none"> Pahalı ve boyutu büyük
Er,Cr:YSGG	2,780 nm	0,25-0,5W 10-20 pps	5-15 s	Yumuşak ve sert doku	<ul style="list-style-type: none"> Düşük ya da orta hemostaz Dekontaminasyon Fotobiyomodulasyon Minimal ısı değişimi 	<ul style="list-style-type: none"> Pahalı ve boyutu büyük

					<ul style="list-style-type: none"> Fiber optik yönlendirme 	
Diod	810-980 nm	0,7-5 W Sürekli dalga	1-2 s	Yumuşak doku	<ul style="list-style-type: none"> Güçlü hemostaz Dekontaminasyon Fotobiomodulasyon Geniş fiber optik çeşitliliği Fiber optik yönlendirme 	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek sıcaklık değişimi (karbonizasyon ve güçlü hemostaz)

Klinikte Direkt Pulpa Kuafajında Lazer Uygulama Prosedürleri

Lazer ile pulpa kuafajı tedavisinde ilk olarak klinik muayene, pulpa vitalite testi teşhis için çok önemlidir. Teşhis pulpa kuafajı tedavisi ise lokal antestezi uygulandıktan sonra rubberdam ile izolasyon sağlanmalıdır. Çürük doku ve tüm yumuşak dentin kaldırılmalı bu işlem yapılırken pulpa ekpoze olmuşsa ekspoze alan genişletilmeden çürükler temizlenmelidir. Bu süreçte Er:YAG veya Er,Cr:YSGG lazer kullanımı doğrudan temas olmadan çürük dentinin kaldırılmasına ve sert dokunun tedavi için hazırlanmasına yardımcı olacaktır. Böylece açığa çıkan pulpa dokusunda zarar görmeyecek şekilde hazırlıklar yapılmış olacaktır (van As 2004; Komabayashi et al. 2015). Sert dokunun hazırlanmasını takiben açığa çıkan pulpa dokusunun dekontaminasyonu ve hemostazı için geleneksel yöntemler olarak adlandırdığımız sodyum hipoklorit ile irrigasyon, minimal kanamalarda kalsiyum hidroksit uygulaması, yoğun kanamalı pulpada ferrik sülfat uygulamasının yerine geçen güncel bir yaklaşım olan lazer uygulaması bu aşamada kullanılmaktadır (Jeansonne, Boggs, and Lemon 1993; Komabayashi et al. 2015). Hemostaz ve dekontaminasyon için lazerin kullanılması kolaydır ve uygulandığı kanama bölgesine temas etmeden etki ettiği için aseptiktir. Etki ettiği bölgenin çevresini de sterilize edebildiği için teknik olarak daha avantajlıdır (Sutton C 1995; Kravitz and Kusnoto 2008).

Lazerlerin Avantajları

Lazer ile tedavi sırasında ağrı, rahatsız edici ses, titreşim ve baskı gibi hastanın tedaviyi reddedeceği durumlar daha az yaşanır. Bu sebeple anestezi ihtiyacı oldukça az yaşanmakta ve operasyon sonrası daha konforlu olmaktadır. İşlem süresi geleneksel yöntemlere göre daha kısadır. Lazer küçük alanlarda etki gösterdiği için çevre dokulara zarar görme riski oldukça azdır. Lazerin ilgili alana uygulanması sırasında oluşan ısı sterilizasyon sağlamaktadır (Convissar 2004; Myers 1991; ORBAK 2014).

Lazerlerin Dezavantajları

Lazerler kullanımı eğitim ve beceri gerektiren deneyimle geliştirilebilen, maliyetleri yüksek cihazlardır. Ayrıca lazer ilgili dokuya temas etmediği için hekim ne kadar ilerlediğini hangi seviyede etki ettiğini anlayamaz, tecrübeyle doğru orantılı olarak gelişir. Ayrıca lazer ışınları yanlış kullanım ya da dikkat dağınıklığı sonucu hekime zarar verebilir.

Dentin Pulpa Kompleksi Rejenerasyonu İçin Doku Mühendisliği İskeleleri

Çok yaygın olan diş çürüğünün bir sonucu olarak ortaya çıkan pulpa hasarlarının tedavisinde pulpanın vitalitesi tedavi opsiyonları için önemlidir. Pulpa hala canlılığını koruyorsa, geri dönüşümlü olarak yaralanmışsa işlevini ve canlılığını sürdürebilmesi için hasar

gören dokunun bir dentin köprüsü oluşumunu indüklemesi beklenir. Bu doku onarım mekanizması zarar görmüş odontoblast hücrelerinin pulpa kök hücrelerinden yeni rejenere olmuş odontoblastlarla yer değiştirmesi şeklinde tanımlanabilir (Scheller, Krebsbach, and Kohn 2009). Bu mekanizmayı sağlayabilmek için kullanılan materyallerin progenitör hücreleri uyararak ilgili alana çağırılması, odontoblast farklılaşması için gerekli biyolojik sinyallerin kontrolünün sağlanması gibi dişin vitalitesini değiştirecek önemli sınırlamaları mevcuttur. Ayrıca bu materyallerin tamir mekanizması için doku oluşumunu indüklemekte etkili olduğu bilinirken, enfeksiyon kontrolünde soru işaretleri bulunmaktadır (Schmalz and Smith 2014). Günümüzde rejeneratif diş hekimliği dentin pulpa kompleksini koruyarak iyileşme mekanizmasını sağlayacak, kök hücre, moleküler biyoloji ve malzeme bilimlerinden yararlanarak etkili terapötik bir yaklaşımı temsil etmektedir (Mitsiadis, Woloszyk, and Jiménez-Rojo 2012). Bu amaçla yeni tedavi yöntemleri geliştirirken en önemli nokta; dokunun yenilenebilmesi için oluşacak doku iskelesinde yer alacak olan biyoyumlu, hücrelerin çoğalmasını ve yenilenmesini indükleyecek, doku ve hasarlı bölgeyle bağlantı kurabilecek yapıda, güçlü mekanik özellikleri olan çeşitli biyomateryaller üretilmesidir. Hücre dışı matrisi (ECM) bileşenleri, polisakkaritler, peptitler, doğal veya sentetik polimerler, yeni nesil kompozitler son zamanlarda bu amaçla kullanılan ve uygulandığı dokuya göre modifiye olma özelliğine sahip, böylece kişiye özel biyoaktif bir ortam yaratan materyallerdir. Vital pulpa tedavilerinden olan direkt pulpa kuafajı tedavilerinde pulpa ile direkt temas edecek olan biyoyumluluğu ve dokuyu taklit etme potansiyeli çok yüksek olan doku iskelelerinin hasarlı bölgedeki pulpa rejenerasyonunu; hücre çoğalması ve yenilenmesi indükleyerek, güçlü mekanik özellikleri sayesinde bu bölgeyi koruyarak sağladığı görülmüştür. (Moussa and Aparicio 2019).

Kaynakça

- Sutton C. 1995. "Power Sources in Endoscopic Surgery." *Curr Opin Obstet Gynecol*.
- Abdelaz, Possy, Amira el Zoghbi, Mohamed Shokry, Abo Zeid Ahmed, and Hassan Rasha. 2019. "Reparative Dentin Formation Using Stem Cell Therapy versus Calcium Hydroxide in Direct Pulp Capping: An Animal Study." *Brazilian Dental Journal* 30(6):542–49. doi: 10.1590/0103-6440201902711.
- Aeinehchi, M., B. Eslami, M. Ghanbariha, and A. S. Saffar. n.d. *Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and Calcium Hydroxide as Pulp-Capping Agents in Human Teeth: A Preliminary Report*.
- Aguilar, Panuroot, and Pairoj Linsuwanont. 2011. "Vital Pulp Therapy in Vital Permanent Teeth with Cariously Exposed Pulp: A Systematic Review." *Journal of Endodontics* 37(5):581–87.
- Alexander Asokan¹, Bharath KP², Halasawmy V. kambalimath¹, Raju U. Patil¹. 2014. "Laser - Multiphased Applications in Dentistry." *International Journal of Dental Sciences and Research* 26–30.
- Al-Hiyasat, Ahmad S., Kefah M. Barrieshi-Nusair, and Mohammad A. Al-Omari. 2006. "The Radiographic Outcomes of Direct Pulp-Capping Procedures Performed by Dental Students: A Retrospective Study." *Journal of the American Dental Association* 137(12):1699–1705. doi: 10.14219/jada.archive.2006.0116.
- Anon. 2001. *Dental Rootsealing Materials, International Organization for Standardization*. Geneva, Switzerland.
- Anon. n.d. *Lasers in Nonsurgical Periodontal Therapy*.
- Aoki, A. ., Sasaki, K. M. ., Watanabe, H. [Hisashi], ve Ishikawa, I. [Isao]. 2000. "Lasers in Nonsurgical Periodontal Therapy." *Periodontology*.
- van As, Glenn. 2004. "Erbium Lasers in Dentistry." *Dental Clinics of North America* 48(4):1017–59.
- Asgary, Saeed, Masoud Parirokh, Mohammad Jafar Eghbal, and Frank Brink. 2005. *Chemical Differences Between White and Gray Mineral Trioxide Aggregate*.
- Baek, Seung-Ho, Hanns Plenck, and Syngcuk Kim. 2005. *Periapical Tissue Responses and Cementum Regeneration with Amalgam, SuperEBA, and MTA as Root-End Filling Materials*.
- Barthel, Claudia Roxane, Bianca Rosenkranz, Ariane Leuenberg, and Jean-Franç Ois Roulet. 2000. *Pulp Capping of Carious Exposures: Treatment Outcome after 5 and 10 Years: A Retrospective Study*.
- Belobrov, Ilya, and Peter Parashos. 2011. "Treatment of Tooth Discoloration after the Use of White Mineral Trioxide Aggregate." *Journal of Endodontics* 37(7):1017–20. doi: 10.1016/j.joen.2011.04.003.
- Bergenholtz, Gunnar. 2005. "Advances since the Paper by Zander and Glass (1949) on the Pursuit of Healing Methods for Pulpal Exposures: Historical Perspectives." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 100(2 SUPPL.). doi: 10.1016/j.tripleo.2005.03.032.

Bergenholtz, G., L. A. Mjor², W. R. Cotton³, C. T. Hanks, S. Kims, C. D. Torneck⁶, and H. O. Trowbridge⁷. 1985. *0371 Oslo 3. Norway; 3Session Chairman. Georgetown University, School of Dentistry. 3900 Reservoir Road.*

Bogen, George, Jay S. Kim, and Leif K. Bakland. 2008. "Direct Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate: An Observational Study." *Journal of the American Dental Association* 139(3):305–15. doi: 10.14219/jada.archive.2008.0160.

Brizuela, Claudia, Andrea Ormeño, Carolina Cabrera, Roxana Cabezas, Carolina Inostroza Silva, Valeria Ramírez, and Montse Mercade. 2017. "Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial." *Journal of Endodontics* 43(11):1776–80. doi: 10.1016/j.joen.2017.06.031.

Camilleri J. n.d. "Camilleri J. The Chemical Composition of Mineral Trioxide Aggregate. J Conserv Dent. 2008 Oct;11(4):141-3. Doi: 10.4103/0972-0707.48834. PMID: 20351970; PMCID: PMC2843533. Camilleri J. The Chemical Composition of Mineral Trioxide Aggregate. J Conserv Dent. 2008 Oct;11(4):141-3. Doi: 10.4103/0972-0707.48834. PMID: 20351970; PMCID: PMC2843533."

Camilleri, J., P. Kralj, M. Veber, and E. Sinagra. 2012. "Characterization and Analyses of Acid-Extractable and Leached Trace Elements in Dental Cements." *International Endodontic Journal* 45(8):737–43. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02027.x.

Camilleri, J., F. E. Montesin, S. Papaioannou, F. McDonald, and T. R. Pitt Ford. n.d. *Biocompatibility of Two Commercial Forms of Mineral Trioxide Aggregate.*

Camilleri, J., F. E. Montesin, L. di Silvio, and T. R. Pitt Ford. n.d. *The Chemical Constitution and Biocompatibility of Accelerated Portland Cement for Endodontic Use.*

Camilleri, J., and T. R. Pitt Ford. 2006. "Mineral Trioxide Aggregate: A Review of the Constituents and Biological Properties of the Material." *International Endodontic Journal* 39(10):747–54.

Camilleri, Josette. 2014. "Color Stability of White Mineral Trioxide Aggregate in Contact with Hypochlorite Solution." *Journal of Endodontics* 40(3):436–40. doi: 10.1016/j.joen.2013.09.040.

Cardoso-Silva, Cristina, Elena Barbería, Myriam Maroto, and Franklin García-Godoy. 2011. "Clinical Study of Mineral Trioxide Aggregate in Primary Molars. Comparison between Grey and White MTA - A Long Term Follow-up (84 Months)." *Journal of Dentistry* 39(2):187–93. doi: 10.1016/j.jdent.2010.11.010.

Christensen, Gordon J. 1998. "Pulp Capping 1998." *Journal of the American Dental Association* 129(9):1297–99. doi: 10.14219/jada.archive.1998.0428.

Convissar, Robert A. 2004. "The Biologic Rationale for the Use of Lasers in Dentistry." *Dental Clinics of North America* 48(4):771–94.

Couve, E. 1986. *ULTRASTRUCTURAL CHANGES DURING THE LIFE CYCLE OF HUMAN ODONTOBLASTS*. Vol. 31.

Cox, C. F., G. Bickel, K. U. Ooi, D. R. Hrysz, S. A. Svkd, and M. Fitz. 1985. *Pulp Capping of Dental Pulp Mechanically Exposed to Oral Microflora: A 1-2 Year Observation of Wound Healing in the Monkey.*

Cox, C. F., and S. Suzuki. 1994. "Re-Evaluating Pulp Protection: Calcium Hydroxide Liners vs. Cohesive Hybridization." *Journal of the American Dental Association (1939)* 125(7):823–31. doi: 10.14219/jada.archive.1994.0205.

Cox CF, Sübay RK, Ostro E, Suzuki S, Suzuki SH. n.d. "Cox CF, Sübay RK, Ostro E, Suzuki S, Suzuki SH. Tunnel Defects in Dentin Bridges: Their Formation Following Direct Pulp Capping. *Oper Dent.* 1996 Jan-Feb;21(1):4-11. PMID: 8957909."

Danesh, G., T. Dammaschke, H. U. v Gerth, T. Zandbiglari, and E. Schä Fer. 2006. *A Comparative Study of Selected Properties of ProRoot Mineral Trioxide Aggregate and Two Portland Cements.* Vol. 39.

Davalou, S., J. L. Gutmann, and M. H. Nunn. 1999. *Assessment of Apical and Coronal Root Canal Seals Using Contemporary Endodontic Obturation and Restorative Materials and Techniques.* Vol. 32.

Dominguez, Mercedes S., David E. Witherspoon, James L. Gutmann, and Lynne A. Opperman. 2003. *Histological and Scanning Electron Microscopy Assessment of Various Vital Pulp-Therapy Materials.*

Ducheyne, P., and A. El-Ghannam. n.d. *Effect of Bioactive Class Templates on Osteoblast Proliferation and In Vitro Synthesis of Bone-Like Tissue.* Vol. 56.

Eleazer, P., ; O Bolanos, I. Sinai, ; J Martin, and S. Seltzer. 1981. *The Effect of Unbound Powdered Materials on Dog Dental Pulps.* Vol. 7.

F Fischer CH, Grosz A, Masuhara E. 1968. "St Experiences with a New Plastic Filling Material." *Dtsch Zahnärztl Z* 209-212.

Faraco Junior, Im, R Holland, Italo Medeiros FARACO JUNIOR, and Roberto Holland. 2004. "Histomorphological Response of Dogs' Dental Pulp Capped with White Mineral Trioxide Aggregate." *Braz Dent J* 15(2).

Felman, Daniel, and Peter Parashos. 2013. "Coronal Tooth Discoloration and White Mineral Trioxide Aggregate." *Journal of Endodontics* 39(4):484–87. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.053.

Fischer, Edward J., Donald E. Arens, and Chris H. Miller. 1998. *Bacterial Leakage of Mineral Trioxide Aggregate as Compared with Zinc-Free Amalgam, Intermediate Restorative Material, and Super-EBA as a Root-End Filling Material.*

Gandolfi, M. G., F. Siboni, and C. Prati. 2012. "Chemical-Physical Properties of TheraCal, a Novel Light-Curable MTA-like Material for Pulp Capping." *International Endodontic Journal* 45(6):571–79. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02013.x.

Gandolfi, Maria Giovanna, Francesco Siboni, Tatiana Botero, Maurizio Bossù, Francesco Riccitiello, and Carlo Prati. 2015. "Calcium Silicate and Calcium Hydroxide Materials for Pulp Capping: Biointeractivity, Porosity, Solubility and Bioactivity of Current Formulations." *Journal of Applied Biomaterials and Functional Materials* 13(1):1–18. doi: 10.5301/jabfm.5000201.

Geusic, J. E., H. M. Marcos, and L. G. van Uitert. 1964. "Laser Oscillations in Nd-Doped Yttrium Aluminum, Yttrium Gallium and Gadolinium Garnets." *Applied Physics Letters* 4(10):182–84. doi: 10.1063/1.1753928.

Glasser FP. n.d. "Reactions Occurring during Cement Making. In: Barnes P, Ed." *Structure and Performance of Cements.* New York: Applied Science Publishers, Pp. 104–5.

Gomes-Filho, João Eduardo, Max Dougals de Faria, Pedro Felício Estrada Bernabé, Mauro Juvenal Nery, José Arlindo Otoboni-Filho, Eloi Dezan-Júnior, Mariana Machado Teixeira de Moraes Costa, and Mark Cannon. 2008. "Mineral Trioxide Aggregate but Not Light-Cure Mineral Trioxide Aggregate Stimulated Mineralization." *Journal of Endodontics* 34(1):62–65. doi: 10.1016/j.joen.2007.09.018.

Gondim, E., A. A. Zaia, B. P. F A Gomes, C. C. R Ferraz, F. BTeixeira, and F. J. Souza-Filho. n.d. *Investigation of the Marginal Adaptation of Root-End Filling Materials in Root-End Cavities Prepared with Ultrasonic Tips*.

Gou, Zhongru, Jiang Chang, Wanyin Zhai, and Junying Wang. 2005. "Study on the Self-Setting Property and the in Vitro Bioactivity of β -Ca₂SiO₄." *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials* 73(2):244–51. doi: 10.1002/jbm.b.30203.

Grech, L., B. Mallia, and J. Camilleri. 2013. "Characterization of Set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a Prototype Calcium Silicate Cement for Use as Root-End Filling Materials." *International Endodontic Journal* 46(7):632–41. doi: 10.1111/iej.12039.

Han, Linlin, Takashi Okiji, and Seigo Okawa. 2010. "Morphological and Chemical Analysis of Different Precipitates on Mineral Trioxide Aggregate Immersed in Different Fluids." *Dental Materials Journal* 29(5):512–17. doi: 10.4012/dmj.2009-133.

Hashemina, Seyed Mohsen, Ghader Feizi, Seyed Mohammad Razavi, Mahboobe Feizianfard, Norbert Gutknecht, and Maziar Mir. 2010. "A Comparative Study of Three Treatment Methods of Direct Pulp Capping in Canine Teeth of Cats: A Histologic Evaluation." *Lasers in Medical Science* 25(1):9–15. doi: 10.1007/s10103-008-0584-9.

Hebling, J., E. M. A. Giro, and C. A. S. Costa. n.d. *Human Pulp Response after an Adhesive System Application in Deep Cavities*.

HerrmannD, ViohlJ. 1968. "Clinical Studies Ona New Plastic Filling Material." *Dtsch Zahnärztl Z* 212-217.

Holland, Roberto, Valdir de Souza, Mauro J. Nery, Jos6 A. Otoboni Filho, Pedro F. E. Bernab6, and Eloi Dezan. 1999. *Reaction of Rat Connective Tissue to Implanted Dentin Tubes Filled with Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide*.

Holland, Roberto, Valdir de Souza, Mauro Juvenal Nery, Pedro Felicio, Estrada Bernabé, José Arlindo, Otoboni Filho, Dezan Junior, and Sueli Satomi Murata. 2002. *Calcium Salts Deposition in Rat Connective Tissue After the Implantation of Calcium Hydroxide-Containing Sealers*.

Hörsted-Bindslev, Preben, Valdas Vilkinis, and Antanas Sidlauskas. 2003. "Direct Capping of Human Pulp with a Dentin Bonding System or with Calcium Hydroxide Cement." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 96(5):591–600. doi: 10.1016/S1079-2104(03)00155-0.

Huang, Tsui Hsien, Chi Chiang Yang, Sinn Jyh Ding, Ming Yeng, Chia Tze Kao, and Ming Yung Chou. 2005. "Inflammatory Cytokines Reaction Elicited by Root-End Filling Materials." *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials* 73(1):123–28. doi: 10.1002/jbm.b.30182.

Imai, Y., Y. Kadoma, K. Kojima, T. Akimoto, K. Ikakura, and T. Ohta. 1991. *Importance of Polymerization Initiator Systems and Interfacial Initiation of Polymerization in Adhesive Bonding of Resin to Dentin*. Vol. 70.

Imai Y, Watanabe M, Lee HE, Kojima K, Kadoma Y. 1988. "Cytotoxicity of Monomers Used in Dental Resins." *Reports Inst Med Dent Eng* 22: 87-90.

Imai, Yohji, and Takashi Komabayashi. 2002. *Properties of a New Injectable Type of Root Canal Filling Resin with Adhesiveness to Dentin*.

Imura, Noboru, Ericka T. Pinheiro, Brenda P. F. A. Gomes, Alexandre A. Zaia, Caio C. R. Ferraz, and Francisco J. Souza-Filho. 2007. "The Outcome of Endodontic Treatment: A Retrospective Study of 2000 Cases Performed by a Specialist." *Journal of Endodontics* 33(11):1278–82. doi: 10.1016/j.joen.2007.07.018.

Inoue T, Miyakoshi S, Shimono M. 1996. "Dentin/Pulp Adhesive Resin Interface. Biological View from Basic Science to Clinic. In: Dentin/Pulp Complex." *Tokyo: Quintessence Publishing Co. Ltd., Pp* 217–20.

Inoue T, Miyakoshi S, Shimono M. 2001. "The in Vitro and in Vivo Influence of 4-META/MMA-TBB Resin Components on Dental Pulp Tissues." *Adv Dent Res* 101-104.

Inoue T, Shimono M. 1992. "Repair Dentinogenesis Following Transplantation into Normal and Germ-Free Animals." *Proc Finn Dent Soc* 83–194.

Inoue T, Shimono M, Ichimura K, Masaka N, Miyakoshi S. 1993. "4-META/MMA-TBB Resin and Pulpal Response." *Jpn J Endod Assoc* 34–41.

Ioannidis, K., I. Mistakidis, P. Beltes, and V. Karagiannis. 2013. "Spectrophotometric Analysis of Coronal Discolouration Induced by Grey and White MTA." *International Endodontic Journal* 46(2):137–44. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02098.x.

Ishizaki, Nelson Tatsunari, Koukichi Matsumoto, Yuichi Kimura, Xiaogu Wang, Jun-Ichiro Kinoshita, Sheila Mayumi Okano, and Jayanetti Asiri Jayawardena. n.d. *Thermographical and Morphological Studies of Er,Cr:YSGG Laser Irradiation on Root Canal Walls*.

Jacobovitz, M., and R. K. P. de Lima. 2008. "Treatment of Inflammatory Internal Root Resorption with Mineral Trioxide Aggregate: A Case Report." *International Endodontic Journal* 41(10):905–12. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01412.x.

Javan A, Bennett WR Jr, Herriott DR. n.d. "Population Inversion and Continuous Optical Maser Oscillation in a Gas Discharge Containing a He-Ne Mixture." *Physiol Rev Letter* 106–10.

Jeansonne, Billie G., William S. Boggs, and Ronald R. Lemon. 1993. *Ferric Sulfate Hemostasis: Effect on Osseous Wound Healing, II, With Curettage and Irrigation*. Vol. 19.

Kim, Eun Cheol, Byung Cheon Lee, Hoon Sang Chang, Wan Lee, Chan Ui Hong, and Kyung San Min. 2008. "Evaluation of the Radiopacity and Cytotoxicity of Portland Cements Containing Bismuth Oxide." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 105(1). doi: 10.1016/j.tripleo.2007.08.001.

Kimura, Yuichi, Kazuo Yonaga, Keiko Yokoyama, Haruji Watanabe, Xiaogu Wang, and Koukichi Matsumoto. n.d. *Histopathological Changes in Dental Pulp Irradiated by Er:YAG Laser: A Preliminary Report on Laser Pulpotomy*.

Kinoshita, Jun-Ichiro, Yuichi Kimura, and Koukichi Matsumoto. n.d. *Comparative Study of Carious Dentin Removal by Er,Cr:YSGG Laser and Carisolv*.

Kitamura, Chiaki, Yukio Ogawa, Takahiko Morotomi, and Masamichi Terashita. 2002. *Differential Induction of Apoptosis by Capping Agents during Pulp Wound Healing*.

Kogan, Paul, Jianing He, Gerald N. Glickman, and Ikuya Watanabe. 2006. "The Effects of Various Additives on Setting Properties of MTA." *Journal of Endodontics* 32(6):569–72. doi: 10.1016/j.joen.2005.08.006.

Koh, E. T., M. Torabinejad, T. R. Pitt Ford, K. Brady, and F. McDonald. 1997. *Mineral Trioxide Aggregate Stimulates a Biological Response in Human Osteoblasts*.

Komabayashi, Takashi, Arata Ebihara, and Akira Aoki. 2015. "The Use of Lasers for Direct Pulp Capping." *Journal of Oral Science* 57(4):277–86.

Komabayashi, Takashi, Qiang Zhu, Robert Eberhart, and Yohji Imai. 2016. "Current Status of Direct Pulp-Capping Materials for Permanent Teeth." *Dental Materials Journal* 35(1):1–12.

Kravitz, Neal D., and Budi Kusnoto. 2008. "Soft-Tissue Lasers in Orthodontics: An Overview." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 133(4 SUPPL.). doi: 10.1016/j.ajodo.2007.01.026.

Kum, K. Y., E. C. Kim, Y. J. Yoo, Q. Zhu, K. Safavi, K. S. Bae, and S. W. Chang. 2014. "Trace Metal Contents of Three Tricalcium Silicate Materials: MTA Angelus, Micro Mega MTA and Bioaggregate." *International Endodontic Journal* 47(7):704–10. doi: 10.1111/iej.12208.

Lee, Yuan Ling, Bor Shiunn Lee, Feng Huei Lin, Ava Yun Lin, Wan Hong Lan, and Chun Pin Lin. 2004. "Effects of Physiological Environments on the Hydration Behavior of Mineral Trioxide Aggregate." *Biomaterials* 25(5):787–93. doi: 10.1016/S0142-9612(03)00591-X.

Lenherr, P., N. Allgayer, R. Weiger, A. Filippi, T. Attin, and G. Krastl. 2012. "Tooth Discoloration Induced by Endodontic Materials: A Laboratory Study." *International Endodontic Journal* 45(10):942–49. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02053.x.

de Lourdes Rodrigues Accorinte, Maria, Alessandro D. Loguercio, Alessandra Reis, Antonio Muench, and Vera Cavalcanti de Araújo. 2005. "Adverse Effects of Human Pulp after Direct Pulp Capping with the Different Components from a Total-Etch, Three-Step Adhesive System." *Dental Materials* 21(7):599–607. doi: 10.1016/j.dental.2004.08.008.

Luiz Pereira, Cecília, Maximiliano Sérgio Cenci, and Flávio Fernando Demarco. 2004. *Sealing Ability of MTA, Super EBA, Vitremer and Amalgam as Root-End Filling Materials Capacidade de Selamento de MTA, Super EBA, Vitremer e Amálgama Como Materiais Retroturadores*. Vol. 18.

Maeda, Hidefumi, Isamu Hashiguchi, Hiroyoshi Nakamuta, Yoshikazu Toriya, Naohisa Wada, and Akifumi Akamine. 1999. *Histological Study of Periapical Tissue Healing in the Rat Molar after Retrofilling with Various Materials*. Vol. 25.

Malkondu, Özlem, Meriç Karapinar Kazandağ, and Ender Kazazoğlu. 2014. "A Review on Biodentine, a Contemporary Dentine Replacement and Repair Material." *BioMed Research International* 2014.

Marx I, Op't Hof J. 2002. "The Er,Cr:YSGG Hydrokinetic Laser System for Dentistry—Clinical Applications." *S Afr Dent J*.

Matsuoka, Emi, Asiri Jayawardena, and Koukichi Matsumoto. 2005. *Morphological Study of the Er,Cr:YSGG Laser for Root Canal Preparation in Mandibular Incisors with Curved Root Canals*. Vol. 23.

Melcer, J., M. T. Chaumette, ~ Melcer, S. Zeboulon, R. Hasson, R. Merard, Y. Pinaudeau, J. De Jardin, and R. Weill. 1985. *SCIENTIFIC ARTICLES Preliminary Report on the Effect of*

the CO2 Laser Beam on the Dental Pulp of the Macaca Mulatta Primate and the Beagle Dog Informe Preliminar Del Efecto Del Rayo Laser de CO2 Sobre La Pulpa de Los Monos Macaca Mulatta y Perros Sabuesos. Vol. 11.

Melcer, J., M. T. Chaumette, and F. Melcer. 1987. *Dental Pulp Exposed to the CO2 Laser Beam.* Vol. 7.

Mente, Johannes, Beate Geletneky, Marc Ohle, Martin Jean Koch, Paul Georg Friedrich Ding, Diana Wolff, Jens Dreyhaupt, Nicolas Martin, Hans Joerg Staehle, and Thorsten Pfefferle. 2010. "Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide Direct Pulp Capping: An Analysis of the Clinical Treatment Outcome." *Journal of Endodontics* 36(5):806–13. doi: 10.1016/j.joen.2010.02.024.

Mir, Nowazesh, B. D. S. Ali, Mozammal Hossain, Yukio Nakamura, D. D. S. Matsuoka, Jun-Ichiro Kinoshita, and Koukichi Matsumoto. 2005. *Efficacy of Root Canal Preparation by Er,Cr:YSGG Laser Irradiation with Crown-Down Technique in Vitro.* Vol. 23.

Mitsiadis, Thimios A., Anna Woloszyk, and Lucia Jiménez-Rojo. 2012. "Nanodentistry: Combining Nanostructured Materials and Stem Cells for Dental Tissue Regeneration." *Nanomedicine* 7(11):1743–53.

Miyashita, H., H. v. Worthington, Alison Qualtrough, and A. Plasschaert. 2007. "Pulp Management for Caries in Adults: Maintaining Pulp Vitality." *Cochrane Database of Systematic Reviews* (2).

Moretton, Tod R., Cecil E. Brown, Joseph J. Legan, and A. H. Kafrawy. 2000. *Tissue Reactions after Subcutaneous and Intraosseous Implantation of Mineral Trioxide Aggregate and Ethoxybenzoic Acid Cement.*

Moritz, Andreas, Ulrich Schoop, Kawe Goharkhay, and Wolfgang Sperr. 1998a. *Advantages of a Pulsed CO 2 Laser in Direct Pulp Capping: A Long-Term In Vivo Study.* Vol. 22.

Moritz, Andreas, Ulrich Schoop, Kawe Goharkhay, and Wolfgang Sperr. 1998b. *The CO2 Laser as an Aid in Direct Pulp Capping.* Vol. 24.

Morohoshi Y, Inoue T, Shimono M, Ichimura K, Masaka N. 1992. "The Effective 4-META/MMA-TBB Adhesive Resin on the Conservative Pulp Treatment -2 An Experimental Study on Cell Reaction." *Adhes Dent* 235–39.

Moussa, Dina G., and Conrado Aparicio. 2019. "Present and Future of Tissue Engineering Scaffolds for Dentin-Pulp Complex Regeneration." *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 13(1):58–75.

Murray PE, Hafez AA, Smith AJ, Cox CF. 2003. "Identification of Hierarchical Factors to Guide Clinical Decision Making for Successful Long-Term Pulp Capping." *Quintessence Int.*

Myers, T. D. 1991. "Lasers in Dentistry." *Journal of the American Dental Association (1939)* 122(1):46–50. doi: 10.14219/jada.archive.1991.0018.

Nair, P. N. R., H. F. Duncan, T. R. Pitt Ford, and H. U. Luder. 2008. "Histological, Ultrastructural and Quantitative Investigations on the Response of Healthy Human Pulp to Experimental Capping with Mineral Trioxide Aggregate: A Randomized Controlled Trial." *International Endodontic Journal* 41(2):128–50. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01329.x.

Nakako Imaizumi 1, Hisatomo Kondo, Keiichi Ohya, Shohei Kasugai, Kouji Araki, Norimasa Kurosaki. 2006. "Effects of Exposure to 4-META/MMA-TBB Resin on Pulp Cell Viability." *J. Med Dent Sci* . 53:127-33.

Nakamura, M., T. Inoue, and M. Shimono. 2000. *Immunohistochemical Study of Dental Pulp Applied with 4-META/MMA-TBB Adhesive Resin after Pulpotomy*.

Odabaş, Mesut Enes, Haluk Bodur, Emre Barş, and Cem Demir. 2007. "Clinical, Radiographic, and Histopathologic Evaluation of Nd:YAG Laser Pulpotomy on Human Primary Teeth." *Journal of Endodontics* 33(4):415–21. doi: 10.1016/j.joen.2006.12.013.

Okiji, Takashi, and Kunihiko Yoshiba. 2009. "Reparative Dentinogenesis Induced by Mineral Trioxide Aggregate: A Review from the Biological and Physicochemical Points of View." *International Journal of Dentistry* 2009:1–12. doi: 10.1155/2009/464280.

ORBAK, Gulnihal. 2014. "LOW LEVEL LASER APPLICATIONS IN PERIODONTOLOGY." *Journal of Marmara University Institute of Health Sciences* 1. doi: 10.5455/musbed.20140208014035.

Parirokh, M., M. Torabinejad, and P. M. H. Dummer. 2018. "Mineral Trioxide Aggregate and Other Bioactive Endodontic Cements: An Updated Overview – Part I: Vital Pulp Therapy." *International Endodontic Journal* 51(2):177–205.

Parirokh, Masoud, and Mahmoud Torabinejad. 2010. "Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action." *Journal of Endodontics* 36(3):400–413.

Parker, S. 2007. "Surgical Laser Use in Implantology and Endodontics." *British Dental Journal* 202(7):377–86. doi: 10.1038/bdj.2007.284.

Pashley, D. H. n.d. *DYNAMICS OF THE PULPCHDENTIN COMPLEX*.

Pelliccioni, G. A., G. Ciapetti, E. Cenni, D. Granchi, M. Nanni, S. Pagani, and A. Giunti. n.d. *Evaluation of Osteoblast-like Cell Response to Proroot 2 MTA (Mineral Trioxide Aggregate) Cement*.

Piconi, C., and G. Maccauro. 1999. *Zirconia as a Ceramic Biomaterial*. Vol. 20.

Pitt Ford, Thomas R., Mahmoud Torabinejad, Hamid R. Abedi, Leif K. Bakland, and Stalin P. Kariyawasam. 1996. "Using Mineral Trioxide Aggregate: As a Pulp-Capping Material." *Journal of the American Dental Association* 127(10):1491–94. doi: 10.14219/jada.archive.1996.0058.

Ribeiro, Caroline Sousa, Miriam F. Zaccaro Scelza, Raphael Hirata Júnior, and Lidia Maria Buarque de Oliveira. 2010. "The Antimicrobial Activity of Gray-Colored Mineral Trioxide Aggregate (GMTA) and White-Colored MTA (WMTA) under Aerobic and Anaerobic Conditions." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 109(6). doi: 10.1016/j.tripleo.2010.02.008.

Santos, A. D., J. C. S. Moraes, E. B. Araújo Jo, K. Yukimitu, and W. v Valé Rio Filho. n.d. *Physico-Chemical Properties of MTA and a Novel Experimental Cement*.

Scheller, E. L., P. H. Krebsbach, and D. H. Kohn. 2009. "Tissue Engineering: State of the Art in Oral Rehabilitation." *Journal of Oral Rehabilitation* 36(5):368–89.

Schmalz, Gottfried, and Anthony J. Smith. 2014. "Pulp Development, Repair, and Regeneration: Challenges of the Transition from Traditional Dentistry to Biologically Based Therapies." *Journal of Endodontics* 40(4 SUPPL.). doi: 10.1016/j.joen.2014.01.018.

Schroder, U. 1985. *Effects of Calcium Hydroxide-Containing Pulp-Capping Agents on Pulp Cell Migration, Proliferation, and Differentiation*.

Septodont. n.d. "Biodentine Active Biosilicate Technology Scientific File, Paris, France."

Shipper, G., E. S. Grossman, A. J. Botha, and P. E. Cleaton-Jones. n.d. *Marginal Adaptation of Mineral Trioxide Aggregate (MTA) Compared with Amalgam as a Root-End Filling Material: A Low-Vacuum (LV) versus High-Vacuum (HV) SEM Study*.

Simon, S., P. Cooper, A. Smith, B. Picard, C. Naulin Ifi, and A. Berdal. 2008. "Evaluation of a New Laboratory Model for Pulp Healing: Preliminary Study." *International Endodontic Journal* 41(9):781–90. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01433.x.

Smékal VM, Cecava J, Hornová J, Buresová N. 1976. "Reaction of the Dental Pulp to the Filling Material Polycap." *Stomatol DDR* 1976; 26: 648-653. 26:648-653.

de Souza Costa, C. A., A. B. Lopes Do Nascimento, H. M. Teixeira, and U. F. Fontana. n.d. *Response of Human Pulps Capped with a Self-Etching Adhesive System*.

de Souza Costa, C. A., M. A. Vaerten, C. A. Edwards, and C. T. Hanks. n.d. *Cytotoxic Effects of Current Dental Adhesive Systems on Immortalized Odontoblast Cell Line MDPC-23*.

Stern RH, Sognaes RF. 1965. "Laser Effect on Dental Hard Tissues." *J South Calif Dent Assoc* 17–19.

Sulewski JG. 2000. "Historical Survey of Laser Dentistry." *Dent Clin North Am* 717–52.

Tagger, Michael, and Alexander Katz. 2003. *Radiopacity of Endodontic Sealers: Development of a New Method for Direct Measurement*.

Taira, Yoshihisa, Koichi Shinkai, Masaya Suzuki, Chikage Kato, and Yoshiroh Katoh. 2011. "Direct Pulp Capping Effect with Experimentally Developed Adhesive Resin Systems Containing Reparative Dentin-Promoting Agents on Rat Pulp: Mixed Amounts of Additives and Their Effect on Wound Healing." *Odontology* 99(2):135–47. doi: 10.1007/s10266-011-0006-5.

Takeda S, Hashimoto Y, Miura Y, Kimura Y, Nakamura M. 1993. "Cytotoxicity Test of Dental Monomers Using Serum-Free Cell Culture (in Vitro)." *J Jpn Dent Mater* 613-619.

Tani-Ishii, Nobuyuki, Nobushiro Hamada, Kiyoko Watanabe, Yasuhisa Tujimoto, Toshio Teranaka, and Toshio Umemoto. 2007. "Expression of Bone Extracellular Matrix Proteins on Osteoblast Cells in the Presence of Mineral Trioxide." *Journal of Endodontics* 33(7):836–39. doi: 10.1016/j.joen.2007.02.003.

Tarim B, Hafez AA, Suzuki SH, Suzuki S, Cox CF. 1998. "Biocompatibility of Optibond and XR-Bond Adhesive Systems in Nonhuman Primate Teeth. ." *Int J Periodontics Restorative Dent*. .

Thonemann, B., G. Schmalz, K. A. Hiller, and H. Schweikl. n.d. *Responses of L929 Mouse Fibroblasts, Primary and Immortalized Bovine Dental Papilla-Derived Cell Lines to Dental Resin Components*.

Toomarian, Lida, Reza Fekrazad, Davood Sharifi, Mojdeh Baghaei, Hessam Rahimi, and Behnam Eslami. 2008. "Histopathological Evaluation of Pulpotomy with Er,Cr:YSGG Laser vs Formocresol." *Lasers in Medical Science* 23(4):443–50. doi: 10.1007/s10103-007-0505-3.

Torabinejad, M., M. Parirokh, and P. M. H. Dummer. 2018. "Mineral Trioxide Aggregate and Other Bioactive Endodontic Cements: An Updated Overview – Part II: Other Clinical Applications and Complications." *International Endodontic Journal* 51(3):284–317.

Torabinejad, M., T. R. Pitt Ford, and Mahmoud Torabinejad. 1996. *Endodontics & Dental Traumatology Root End Filling Materials: A Review*. Vol. 12. © Mtmksgaard.

Torabinejad, Mahmoud, Robert K. Higa, Douglas J. Mckendry, and Thomas R. Pitt Ford. 1994. *Dye Leakage of Four Root End Filling Materials: Effects of Blood Contamination*. Vol. 20.

Torabinejad, Mahmoud, and Masoud Parirokh. 2010. "Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations." *Journal of Endodontics* 36(2):190–202.

Vallés, Marta, Montse Mercadé, Fernando Duran-Sindreu, Jose L. Bourdelande, and Miguel Roig. 2013. "Influence of Light and Oxygen on the Color Stability of Five Calcium Silicate-Based Materials." *Journal of Endodontics* 39(4):525–28. doi: 10.1016/j.joen.2012.12.021.

Vallés, Marta, Montserrat Mercadé, Fernando Duran-Sindreu, Jose Luis Bourdelande, and Miguel Roig. 2013. "Color Stability of White Mineral Trioxide Aggregate." *Clinical Oral Investigations* 17(4):1155–59. doi: 10.1007/s00784-012-0794-1.

Watanabe, Hisashi, Motoyuki Suzuki, and Kohji Hasegawa. 1996. *Clinical Assessments of the Erbium:YAG Laser for Soft Tissue Surgery and Scaling*. Vol. 14. Mary Ann Liebert, Inc. Pp.

Weiss, Marvin B. n.d. *Pulp Capping in Deciduous and Newly Erupted Permanent Teeth of Monkeys*.

Y Yilmaz, S. Keles, A. Mete. 2013. "Temperature Changes in the Pulpal Chamber and the Sealing Performance of Various Methods of Direct Pulp Capping of Primary Teeth." *Eur J Paediatr Dent* . 95–100.

Yalcin, Muhammet, Ugur Arslan, and Ayse Dundar. 2014. "Evaluation of Antibacterial Effects of Pulp Capping Agents with Direct Contact Test Method." *European Journal of Dentistry* 8(1):95–99. doi: 10.4103/1305-7456.126256.

Yaltirik, Mehmet, Hakan Ozbas, Bilge Bilgic, and Halim Issever. 2004. *Reactions of Connective Tissue to Mineral Trioxide Aggregate and Amalgam*.

Yamamura, T. 1985. *Differentiation of Pulpal Cells and Inductive Influences of Various Matrices with Reference to Pulpal Wound Healing*.

Yasuda, Yoshiyuki, Masafumi Ogawa, Toshiya Arakawa, Tomoko Kadowaki, and Takashi Saito. 2008. "The Effect of Mineral Trioxide Aggregate on the Mineralization Ability of Rat Dental Pulp Cells: An In Vitro Study." *Journal of Endodontics* 34(9):1057–60. doi: 10.1016/j.joen.2008.06.007.

Yazdanfar, Iraj, Norbert Gutknecht, and Rene Franzen. 2015. "Effects of Diode Laser on Direct Pulp Capping Treatment: A Pilot Study." *Lasers in Medical Science* 30(4):1237–43. doi: 10.1007/s10103-014-1574-8.

Zanatta, Patrícia, Aranha Coneglian, Fernando Accorsi Orosco, Clóvis Monteiro Bramante, Ivaldo Gomes De Moraes, Roberto Brandão Garcia, and Norberti Bernardineli. n.d. *IN VITRO SEALING ABILITY OF WHITE AND GRAY MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE (MTA) AND WHITE PORTLAND CEMENT USED AS APICAL PLUGS*.

Zasder, H. 9., and R. L. Cuss. n.d. *THE HEALING OF PHENOLIZED PULP EXPOSURES*.

Zhao, Wenyuan, Junying Wang, Wanyin Zhai, Zheng Wang, and Jiang Chang. 2005. "The Self-Setting Properties and in Vitro Bioactivity of Tricalcium Silicate." *Biomaterials* 26(31):6113–21. doi: 10.1016/j.biomaterials.2005.04.025.

Zhu, Ningxin, Xanthippi Chatzistavrou, Petros Papagerakis, Lihong Ge, Man Qin, and Yuanyuan Wang. 2019. "Silver-Doped Bioactive Glass/Chitosan Hydrogel with Potential Application in Dental Pulp Repair." *ACS Biomaterials Science and Engineering* 5(9):4624–33. doi: 10.1021/acsbmaterials.9b00811.

Beyazlatma Uygulamasının Mine Dokusu Üzerindeki Olası Zayıflatıcı Etkilerinin Remineralizasyon Ajanları İle İyileştirilmesine İlişkin Güncelleme

Başak YAZKAN¹
Ashhan ERTEMÜR²

Giriş

Günümüzde estetik beklentilerin artmasıyla birlikte daha güzel bir gülüşe sahip olma isteği diş beyazlatma uygulamalarını popüler hale getirmiştir. Beyazlatma uygulamaları hekim eşliğinde dental klinikte, hekim gözetiminde hasta tarafından evde veya hasta tarafından market üstü ürünler kullanılarak evde yapılabilmektedir (Auschill & ark., 2005). Her üç uygulama yönteminde de farklı içerik ve konsantrasyonlarda, aktif içeriği hidrojen peroksit, karbamiit peroksit veya sodyum perborat olan beyazlatma ajanları kullanılmaktadır (Çelik, 2017). Sodyum perborat ya da karbamiit peroksit içeren ajanlar da kimyasal reaksiyon sonucunda hidrojen peroksit açığa çıkarak etkisini ortaya koymaktadır (Kwon & Wertz, 2015).

Hidrojen peroksit güçlü bir oksidan olduğundan serbest oksijen radikallerini açığa çıkartır, bu radikaller pigment molekülleri küçük parçalara ayırarak dişin dış yüzeyine difüze olmasını sağlar. Bu sayede moleküler yapısı değişen diş dokusu daha az ışık absorbe ederek daha açık renkte görünür (Eimar & ark., 2012). Hidrojen peroksit diş dokusunun rengini açıp daha estetik sonuçlar sağlarken mine dokusunun mineral içeriğinde kayba, yüzey morfolojisinde bozulmaya, yüzey pürüzlülüğünde artışa ve yüzey sertliğinde azalmaya neden olabilmektedir. Bu olumsuz etkiler beyazlatma uygulaması sonrasında diyetle birlikte alınan renk pigmentlerinin dişe tutunmasını kolaylaştırabilir. Bu nedenle beyazlatmadan hemen sonra elde edilen rengin uzun süre kalıcılığı da olumsuz etkilenebilir (Pinto & ark., 2004; Tredwin & ark., 2006).

Beyazlatma uygulamasının mine dokusu yüzeyinde oluşturabileceği bu olumsuz etkileri iyileştirmek için tedaviden hemen sonra farklı içeriklerde remineralizasyon ajanları kullanılabilir. Remineralizasyon ile dokunun kaybettiği kalsiyum (Ca) ve fosfat (P) gibi minerallerin tekrardan mine yüzeyine kazandırılması amaçlanır (Cochrane & ark., 2010). Günümüzde farklı içeriğe sahip birçok remineralizasyon ajanı bulunmaktadır ve bu ajanlar beyazlatma uygulamalarından sonra uygulanabileceği gibi beyazlatma ajanının içeriğine de eklenebilmektedir (Borges & ark., 2013; Misilli & ark., 2022). Bu konuda yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, farklı içerikteki remineralizasyon ajanlarının, beyazlatılmış mine dokusunun pürüzlülüğünü azaltabildiği, sertliğini arttırabildiği ve renk stabilitesini arttırabildiği rapor edilmiştir (Attia & Kamel, 2016; Bilge & Kılıç, 2021; Borges & ark., 2010). Bununla birlikte bu ajanların kullanılmasının, mine dokusunun bu özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını bildiren araştırmalar da mevcuttur (da Costa Soares & ark., 2013; Misilli & ark., 2022).

¹ Doç.Dr., Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

² Arş.Gör., Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Bu makalede beyazlatma uygulaması sonrasında kullanılan farklı remineralizasyon ajanlarının mine dokusu üzerine etkilerini araştıran, son beş yıldı yayımlanmış olan çalışmalara ilişkin güncel sonuçlar ve nerileri hakkında bilgi sunulması amaçlanmıştır.

Literatür taraması “Google Akademik” veri tabanında “Remineralization After Bleaching” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılmış ve 2018-2023 (Nisan ayına kadar) yılları arasında yayımlanmış olan 30 çalışma değerlendirmeye alınmıştır.

Beyazlatma Uygulamaları

Diş renklenmeleri içsel renklenmeler, dışsal renklenmeler ve her ikisinin birlikte grldği renklenmeler olarak sınıflandırılabilir (Hattab, Qudeimat, & al-Rimawi, 1999). Dışsal renklenmeler kötü ağız hijyeni ile birlikte diyetle alınan ve renklendirici madde içeren gıdaların diş yüzeyine tutunması ile meydana gelmektedir (Watts & Addy, 2001). İçsel renklenmeler ise; odontogenez sırasında veya dişin erpsiyonundan sonra kromojenik maddelerin mine ve dentinin yapısına katılmasıyla oluşur. Pre-eruptif dönemde oluşan içsel renklenmelere; aşırı florre maruziyet, bu dönemde tetrasiklin kullanımı, çeşitli kalıtsal gelişimsel hastalıklar ve gelişmekte olan dişte meydana gelen travma sebep olmaktadır. Post-eruptif dönemde ise yaşlanma ve pulpa nekrozu en sık görülen içsel renklenme nedenleridir (Watts & Addy, 2001).

Diş renklenmelerinin estetik iyileştirilmesinde uygulanan beyazlatma yöntemleri vital ve devital dişlerde uygulanan tedavi alternatiflerini kapsar (Sulieman, 2004). Vital dişlerin beyazlatılması amacıyla, diş hekimi tarafından klinikte uygulanan ofis tipi beyazlatma, diş hekimi denetiminde kişinin kendisinin uyguladığı ev tipi beyazlatma ve hekim kontrolü olmaksızın alınıp kullanılabilen market üstü ürünleri içeren 3 temel yöntem bulunur (Heymann, 2005). Bu yöntemlerde farklı içerik ve konsantrasyondaki ajanlar, farklı uygulama sürelerinde ve uygulama şekillerinde kullanılmaktadır (Greenwall, 2017; Sulieman, 2004).

Ofis tipi beyazlatma uygulamasında diş hekimi, klinik gözetiminde yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit içeren ajanların (% 25-40 hidrojen peroksit veya % 35-45 karbomit peroksit) uygulamasını tek seansta 30-50 dakika gibi değişen süre aralıklarında yapmaktadır (Rezende & ark., 2016). Seans sayısı ise istenilen sonuca göre belirli aralıklarla yapılan birkaç randevu da gerçekleştirilebilir. Bu işlemdede evre yumuşak dokuların izole edilmesinin ardından beyazlatma jeli dişlere uygulanır (Rodríguez-Martínez, Valiente, & Sánchez-Martín, 2019). Bu yöntemde ajan kimyasal aktivasyon mekanizması ile dişlerin beyazlatılmasında tek başına kullanılabilereği gibi, işlem süresini azaltmak ve ajanın etkisini arttırmak için çeşitli cihazlarla ısı veya işık aktivasyonu uygulanarak da kullanılabilir. Bu amaçla halojen işık, işık yayan diyotlar (LED), LED/lazer (hibrit) ya da lazer gibi farklı işık tipleri bulunmaktadır (Buchalla & Attin, 2007; Maran & ark., 2019).

Ofis tipi beyazlatmada hekim uygulama sırasında tedavinin başından sonuna kadar tam kontrole sahiptir. Hemen sonuç görmek isteyen ve ev tipi beyazlatma tedavisine uygun olmayan hastalarda tercih edilebilir bir yöntem olmasına rağmen ajanların yüksek maliyeti, klinikte hasta başında geçirilen srenin fazla olması ve yüksek konsantrasyonlu peroksit içeriğinin potansiyel zararları yöntemin dezavantajlarını oluşturur (Haywood, 2009).

Ev tipi beyazlatma uygulamasında ise, düşük konsantrasyonlu peroksit içerikli ajanlar (% 10-22 karbomit peroksit veya % 4-10 hidrojen peroksit) kullanılarak klinikte hastanın ağzından alınan ölüden hazırlanmış plaklar ile hekim talimatları doğrultusunda kişinin kendisi tarafından uygulanır (Mokhlis & ark., 2000). Hasta, beyazlatma ajanını yerleştirdiği bu plakları günlük 2-8 saat arası değişen sürelerde 2-6 hafta boyunca uygulamaktadır (Haywood, 2000). Düşük peroksit içeriği bu yöntemi daha güvenli bir seçenek haline getirirken uygulamanın

kişiyeye bağılı olmasından dolayı yöntem hasta uyumu gerektirmektedir. Bununla birlikte plak kullanımını tolere edemeyen ve kısa vadede sonuç bekleyen kişilerde bu yöntem tek başına uygun olmayabilir (Barghi, 1998).

Ayrıca son yıllarda popülaritesi giderek artan ve hekim gözetimi olmaksızın alınıp kullanılabilen market üstü beyazlatma ürünleri vardır. Bunlar, düşük konsantrasyonlarda peroksit içeriğinden oluşan çeşitli diş macunları, gargaraları, diş ipleri, diş beyazlatma şeritleri, fırçaları (paint on) ve hazır plaklı jeller gibi farklı tip ürünlerden oluşmaktadır (Demarco, Meireles, & Masotti, 2009). Fakat uygulanırken hekim tarafından denetlenmediği için kullanımları konusunda dikkatli olunmalıdır.

Beyazlatmanın Mekanizması ve Mine Dokusu Üzerindeki Olası Zayıflatıcı Etkisi

Beyazlatma uygulamasında aktif madde hidrojen peroksittir. Hidrojen peroksit güçlü bir oksitleyici ajandır ve ayrışması ile oksijen ve perhidroksil gibi serbest radikalleri ortama salınır. Bu radikallerin varlığı bir oksidasyon-redüksiyon reaksiyonu oluşturmaktadır (Tredwin & ark., 2006). Kararsız serbest radikaller aşırı derecedeki elektrofilik doğaları nedeniyle, mine dokusu boyunca difüze olarak pigment moleküllere etki eder. Bu reaksiyonun ardından, pigmentleri oluşturan organik makromoleküller daha az karmaşık, daha küçük ve daha hafif yapılı mikro moleküllere parçalanır (Markowitz, 2010).

Beyazlatma ajanlarının ağartma etkisine rağmen mine dokusu üzerindeki olası zayıflatıcı etkileri konusunda genel bir fikir birliği yoktur (Joiner, 2006). Literatürde daha önce yapılmış olan çalışmalara bakıldığında beyazlatma uygulamasının, mine yapısında başlıca mineral kaybını, yüzey morfolojisi ile pürüzlülüğünü ve yüzey mikrosertliğini etkileyebileceği gösterilmiştir (Cavalli & ark., 2018; de Souza & Catelan, 2020; Llena, Esteve & Forner, 2018).

Hidrojen peroksitin güçlü oksidasyon etkisi mine yüzeyinden mineral kaybına neden olabilir. Oksidasyon-redüksiyon reaksiyonu ile açığa çıkan hidrojen iyonu (H⁺) asidik bir ortam yaratarak mine matrisinin çözünmesine neden olabilmektedir (Heshmat & ark., 2016). Mineral kaybı ile birlikte azalan mine sertliği diş dokusunu zayıflatabilmekte, mine yüzeyinde meydana gelen morfolojik değişikliklerle birlikte görülen gözenekli ve pürüzlü yapı da beyazlatılmış dişin yeniden renklenmeye duyarlılığını arttırmaktadır (Soares & ark., 2013)

Mine Yüzeyinde ki Olası Zayıflamanın İyileştirilmesi Amacıyla Uygulanan Remineralizasyon Ajanları

Diş minesini vücudun en mineralize ve en sert dokusudur. Ağırlıkça yaklaşık %96 mineral, %3 su ve %1 organik madde içermektedir (Deakins & Volker, 1941). Mine ile tükürük arasında fizyolojik olarak devamlı iyon alışverişi olur ve tükürükte bulunan mineraller mineden kaybedilenlerin yerini alır (Hall & ark., 1999). Tükürüğün remineralizasyon etkisi koruyucu bir faktör olmasına rağmen bazı durumlarda yeterli olamamaktadır.

Beyazlatma uygulamasından sonra remineralize edici ajan kullanımının, bu ajanların içeriğinin dişlerdeki mineral bileşenlerle kimyasal benzerliğinden ötürü beyazlatıcı ajanın sebep olduğu mikro yıkımları ve mineral kaybını onarabileceği gösterilmiştir (Llena & ark., 2019; Scribante & ark., 2020; Soares & ark., 2017; Tschoppe & ark., 2009).

Bu amaçla kullanılan ajanlar arasından florür içerenler etkisi en iyi bilinenlerdir (Da Cunha & ark., 2018). Kalsiyum fosfat içerikli remineralize edici ajanlar ise; florürün klinik etkinliğini tamamlamak ve/veya florürün yerini alması amacıyla araştırılmıştır (Lynch & Smith, 2012). Ayrıca kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), trikalsiyum fosfat (TCP), kendiliğinden birleşen peptit (P 11-4), biyoaktif cam (kalsiyum sodyum fosfosilikat/novamin) ve nanohidroksiapatit (nHAp) gibi biyoaktif materyaller de remineralizasyonun sağlanması

amacıyla kullanılan remineralizasyon ajanlarından öne çıkanlardır (Arifa, Ephraim, & Rajamani, 2019).

Aşağıdaki Tablo 1’de, beyazlatılmış mine yüzeyine farklı içerikteki remineralizasyon ajanlarının etkisine ilişkin sonuç ve öneriler sunan, son beş yılda yayımlanmış olan araştırmalar sunulmuştur.

Tablo 1. Beyazlatılmış Mine Yüzeyine Farklı Remineralizasyon Ajanlarının Etkisine İlişkin Çalışmalar

Yazar	Beyazlatma Yöntemi Ve Kullanılan Ajan	Uygulanan Remineralizasyon Ajanları	Test Edilen Mineye İlişkin Özellikler ve Değerlendirme Yöntemi	Sonuç ve Öneriler
Gomes ve ark., 2018 (Gomes & ark., 2018)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 Hidrojen Peroksit (HP) (Pola-Office®, SDI, Avustralya)	-Kazein Fosfopeptit Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) (MI Paste®, GC, Japonya)	-Yüzey Yapısı -Mineral İçeriği - Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-CT) - Taramalı Elektron Mikroskopi/ Enerji Dağılım Spektroskopisi (SEM/EDS)	CCP-ACP'nin, beyazlatmadan sonraki bir hafta boyunca uygulandığında mine yüzeyindeki olumsuz etkileri önleyen kalsiyum birikimi sayesinde minenin dış yüzeyinde daha kompakt bir yapı sağladığı ve beyazlatma tedavisinin mine yüzeyindeki zayıflatıcı etkilerini en aza indirdiği bildirilmiştir. CPP-ACP'nin beyazlatmadan sonra pigment absorpsiyonunu azaltmada ve lekelenmeyi önlemede etkili bir adjuvan olarak kullanımını doğrulayacak klinik çalışmalar yapılması önerilmiştir.
Hafez ve Moussa, 2018 (Hafez & Moussa, 2018)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 40 HP (White Smile Power Bleaching, White Smile, Almanya)	-Nano Biyoaktif Cam (Kalsiyum Sodyum Fosfosilikat,45S5, Nano Streams, Mısır) -Nanohidroksiapatit (nHAp) (Nano Streams, Mısır)	-Yüzey Morfolojisi - Mikro Sertlik -SEM/EDS -Vickers Sertlik Cihazı	Biyoaktif cam beyazlatılmış minenin yapısal bütünlüğünün neredeyse tamamen geri kazanılmasını sağlayabilmiştir. Bununla birlikte nHAp'ın beyazlatılmış mine yüzeyini başarılı bir şekilde onarıırken, biyoaktif cam ile karşılaştırıldığında daha az kapasiteye sahip olduğu bildirilmiştir.

				Biyomimetik materyaller, kısmen hasar görmüş, beyazlatılmış mine yüzeyini yeniden oluşturma yeteneğine sahip olması nedeniyle oldukça ümit verici bulunmuştur.
I Mohammed ve ark., 2018 (I Mohammed, E Mostafa, & A Abdelaziz, 2018)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 40 HP (Opalescence Boost, Ultradent, ABD)	- Florür Vernik -CPP-ACP -Kazein Fosfopeptit Amorf Kalsiyum Fosfat Florür(CPP-ACPF) (Çalışmada ürün marka bilgisi bulunmamaktadır.)	-Renk Değişimi -Yüzey Pürüzlülüğü -Spektrofotometre -Profilometre	Tüm remineralizasyon ajanları minenin yüzey pürüzlülüğünü ve renk emilimini azaltmıştır. Bununla birlikte CPP-ACPF' nin daha başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir.
Park ve ark., 2018 (Park & ark., 2018)	Ev Tipi Beyazlatma: - % 15 Karbamiit Peroksit (KP) (Opalescence, Ultradent, ABD)	-Biyoaktif Cam (45S5, Aladdin Industrial Corporation, Çin) -Florür Vernik (Clinpro White Varnish, 3M ESPE, ABD)	-Mikro Sertlik -Vickers Sertlik Cihazı	Mikrosertliğin, remineralizasyondan 1 gün ve 7 gün sonra biyoaktif cam ve florür vernik gruplarında önemli ölçüde arttığı ve biyoaktif camın, beyazlatılmış mine yüzeyindeki sertlik artışını hızlı bir şekilde meydana getirdiği bildirilmiştir.
Abd El Halim, 2018 (Abd El Halim, 2018)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP (Whitness HP, FGM, Brezilya)	-Novamin (NUPRO Sensodyne, Prophylaxis Paste, Dentsply International, ABD) - Trikalsiyum fosfat (TCP) (Clinpro™ White Varnish,3M ESPE, ABD)	- Mikro Sertlik - Vickers Sertlik Cihazı	Her iki remineralizasyon ajanı da beyazlatma sonrası mine mikrosertliğini arttırmıştır. TCP ve novamin beyazlatılmış mine yüzeyinin remineralizasyonunda etkili bulunmuş ve her ikisinin etkinliklerinde anlamlı bir fark bildirilmemiştir.
Da Cunha ve ark., 2018 (Da Cunha & ark., 2018)	Ofis tipi Beyazlatma: -% 35 HP (White and Brite Advanced, 3M)	- Florür (Clinpro™ 5000, 3M ESPE, Brezilya)	-Yüzey Pürüzlülüğü -Mikro Sertlik -Renk Değişimi -Profilometre	Yüksek konsantrasyonlu florür ürünleri (5000 ppm gibi) beyazlatma sonucunu etkilemeden minenin mikrosertliğini arttırmış ve yüzey

	ESPE, Brezilya)		-Vickers Sertlik Cihazı -Renk Tespit Cihazı	pürüzlülüğünü azaltmıştır. Bununla birlikte 5000 ppm florürün etkinliğini doğrulamak için daha ileri klinik araştırmalar yapılması önerilmiştir.
Haridy ve Alhussiny, 2018 (Haridy & Alhussiny, 2018)	Ofis Tipi Beyazlatma: -%25 HP (ışık ile aktivasyon) (Zoom2,Discus Dental, Inc., ABD) -%30 HP (kimyasal aktivasyon) (Dash, Discus Dental, Inc., ABD)	-Geleneksel Biyoaktif cam -Nanobiyoaktif cam (Kullanılan ajanlar deneysel yöntem ile elde edilmiştir.)	-Mikro Sertlik -Vickers Sertlik Cihazı	Nanobiyoaktif cam grubu geleneksel biyoaktif cam grubuna göre mikrosertliği daha fazla arttırmıştır. Biyoaktif camın, beyazlatmanın diş minesi üzerindeki olumsuz etkisine karşı koyabildiği ve nanobiyoaktif camın remineralizasyon için gelecek vaat eden bir materyal olduğu bildirilmiştir.
Crastechini ve ark., 2019 (Crastechini, Borges & Torres, 2019)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 40 HP (Opalescence Boost, Ultradent, ABD)	- Kalsiyum Silikat, Fosfat ve Florür (Rejenerate Boosting Serum, Unilever, Fransa) -%2 Nötral Sodyum Florür (NaF) (Flugel, Nova DFL, Brezilya)	-Renk Değişimi -Mikro Sertlik -Yüzey Profili -Spektrofotometre -Knoop Sertlik Cihazı -Profilometre	Tüm remineralizasyon gruplarının beyazlatmanın sonucunu etkilemeden beyazlatma prosedürünün neden olduğu yüzey sertliği azalmasını ve aşındırma sonrası mine kaybını en aza indirdiği bildirilmiştir. Kalsiyum silikat, fosfat ve florür formülasyonlarının veya florür jellerinin beyazlatma tedavisinden sonra daha uzun kullanım sürelerinin performansını değerlendiren klinik çalışmalar yapılması önerilmiştir.
Monteiro ve ark., 2019 (Monteiro & ark., 2019)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP (Whiteness HP, FGM, Brezilya)	-% 2 Nötral NaF (Flugel, Nova DFL, Brezilya) -CPP-ACPF (MI Paste Plus™, GC, Japonya)	-Renk Değişimi -Yüzey Pürüzlülüğü -Spektrofotometre -Profilometre	Tüm remineralizasyon materyalleri beyazlatmanın sonucunu etkilemeden pürüzlülüğü azaltmıştır. Beyazlatılmış mine renginin stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü

				açısından remineralizasyon ajanlarının etkisinin doğal tükürükten daha üstün olup olmadığını belirlemek amacıyla in situ çalışmalar yapılması önerilmiştir.
Ata, 2019 (Ata, 2019)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 40 HP (Opalescence Ultradent, ABD)	-Nanogümüş Florür (Sigma-Aldrich, Almanya) -nHAp (PrevDent International BV, Hollanda) - CPP-ACP (Tooth Mousse, GC, Japonya)	-Mikro Sertlik -Vickers Sertlik Cihazı	Tüm remineralizasyon ajanları mikrosertliği arttırmış ve nanogümüş florürün, değerlendirilen diğer ajanlarla karşılaştırıldığında en yüksek remineralizasyon kapasitesine sahip olabileceği bildirilmiştir. Beyazlatmanın mine dokusundaki zayıflatıcı etkilerini azaltmak için remineralize edici materyal kullanımı klinik uygulamada yararlı bir adım olarak önerilmiştir.
Al-Shamrani ve Awliya, 2019 (Al-Shamrani & Awliya, 2019)	Ev Tipi Beyazlatma: -% 10 KP (Opalescence PF, Ultradent, ABD)	-% 1.1 Nötral NaF (Flor Opal, Ultradent, ABD) -CPP-ACP (GC Tooth Mousse, GC, Japonya) -Nano-karbonat Apatit (n-CAP) (Deneysel yöntem ile elde edilmiştir.)	-Renk Değişimi -Yüzey Pürüzlülüğü -Spektrofotometre -Profilometre	Flor Opal ve Tooth Mousse ajanları beyazlatma sonucu artan pürüzlülüğü azaltırken özellikle n-CAP ajanı önemli ölçüde azalmış yüzey pürüzlülüğü ve renklenmeye karşı koruma göstermiştir. Bu nedenle beyazlatmadan sonra özellikle n-CAP olmak üzere bu ajanların reçete edilmesi tavsiye edilirken, mine üzerinde nano-karbonat apatit kullanımına bağlı mikroskobik değişiklikleri değerlendirmek ve ajanın diğer klinik uygulamalarını araştırmak için ileri çalışmalar önerilmiştir.
Carneiro ve ark., 2019 (Carneiro & ark., 2019)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP	- Kalsiyum Silikat, Sodyum Fosfat ve Florür (Regenerate™ Serum ve Diş Macunu, Regenerate	-Renk Değişimi -Spektrofotometre	Kalsiyum silikat, sodyum fosfat ve florür bazlı bir sistemin (Regenerate™) beyazlatılmış mine renginin renk stabilitesi

	(Whiteness HP, FGM, Brezilya)	Enamel Science™, Unilever, Birleşik Krallık)		üzerinde potansiyel koruyucu bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte Regenerate™ uygulamasına yönelik protokolleri ve bunun beyazlatılmış minenin morfolojik özellikleri üzerindeki etkilerini doğrulamak için yeni çalışmaların yapılması önerilmiştir.
Scribante ve ark., 2020 (Scribante & ark., 2020)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP (Perfect Bleach Office, Voco, Almanya) Ev Tipi Beyazlatma: -% 16 KP (Perfect Bleach, Voco, Almanya)	-nHAp, NaF (Remin Pro, Voco, Almanya)	-Mikro Sertlik -Vickers Sertlik Cihazı	Hidroksiapatit ve sodyum florür bazlı remineralize edici bir tedavinin, özellikle yüksek konsantrasyonlu bir beyazlatma tedavisinden sonra mine mikrosertlik değerlerini artırmada etkili olduğu gösterilmiş ve beyazlatma tedavisi sonrası kullanımı tavsiye edilmiştir.
Samaha ve Gomaa, 2020 (Samaha & Gomaa, 2020)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP (Heydent, GmbH, Almanya) (Diyot lazer ile beyazlatma)	- Potasyum binoksalat (D/Sense Centrix, ABD) -CPP-ACPF (MI Paste Plus, GC, Japonya) -nHAp (Deneyisel yöntem ile elde edilmiştir.) -% 0.5 Florür (Flor-Opal®, Ultradent, ABD)	-Yüzey Morfolojisi -Mineral İçeriği -Mikro Sertlik -SEM-EDS -Vickers Sertlik Cihazı	Farklı remineralizasyon ajanları ile kombine edilmiş diyot lazer beyazlatma uygulamasının beyazlatılmış minenin mikrosertliğinde bir artış sağlamada, minenin morfolojisini ve kalsiyum ve fosfor içeriğini iyileştirmede daha yüksek etkinliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Lazer beyazlatmadan sonra nHAp, CPP-ACP veya florür içeren remineralize edici ajanların kullanılması mine mikrosertliğini artırabilir. Potasyum oksalat ise beyazlatma sonrası remineralize edici ajan olarak tavsiye

				edilmemiştir. Bununla birlikte daha fazla in vivo ve in vitro çalışma önerilmiştir.
Elshehawey ve ark., 2020 (Elshehawey, Ebraheem, & Zaghoul, 2020)	Ofis Tipi Beyazlatma: -%40 HP (WHITE Smile, GC, Japonya)	- CPP-ACP (GC Tooth mousse, GC, Japonya) -Florür vernik (Bifluoride 10, Voco, Almanya)	-Mikro Sertlik -Vickers Sertlik Cihazı	Remineralizasyon ajanları mikrosertliği arttırmıştır. Bifluoride 10 ve CPP-ACP kullanılması, hasarlı mine yüzeylerini remineralize edebildikleri ve bu yüzeyleri asit saldırısına karşı daha dirençli hale getirebildikleri için, beyazlatma tedavisinden sonra hastalara önerilmiştir.
Ewais ve ark., 2020 (Ewais, Niazy, & Elsharkawy, 2020)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP (Kimyasal aktivasyon)(Dash, Discus, Dental, ABD) -% 25 HP (Işık ile aktivasyon) (Zoom® ,Discus Dental, ABD)	-Florür (Flor Opal, Ultradent, USA) - Biyoaktif cam (Deneysel yöntem ile elde edilmiştir.)	-Yüzey Morfolojisi - Mineral İçeriği -SEM-EDS	Beyazlatmadan sonra florür ve biyoaktif cam kullanımı minenin kalsiyum ve fosfor seviyesini arttırmıştır. Morfolojik olarak beyazlatılmış mine çoklu yüzey düzensizlikleri ve gözenekli yapı gösterirken bu durumun florür ve biyoaktif cam kullanımından sonra kaybolduğu bildirilmiştir.
Farhana ve Shetty, 2020 (Farhana & Shetty, 2020)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 30-40 HP (Ürün marka bilgisi bulunmamaktadır.)	- Kendi Kendine Birleşen Peptit (P11-4) (Curodont Repair, Credentis, İsviçre)	-Mikro Sertlik -Vickers Sertlik Cihazı	P11-4 (Curodont Repair) beyazlatılmış mine yüzeyinin mikrosertliğini arttırmış ve remineralize edilmesinde önemli bir fark sergilemiştir.
Valian ve ark., 2020 (Valian & ark., 2020)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 37.5 HP (The Pola Office, SDI, Avustralya)	-CPP-ACP (Tooth Mousse, GC, Japonya) -nHAp, NaF (Remin Pro, Voco, Almanya)	-Yüzey Pürüzlülüğü -Atomik Kuvvet Mikroskopu	CPP-ACP ve Remin Pro uygulaması beyazlatılmış minenin yüzey pürüzlülüğünü azaltmış ve ikisi arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Farhana ve ark., 2020 (Farhana, Shetty & Dsouza, 2020)	Ofis Tipi Beyazlatma: -%35 HP (Pola Office, SDI, Avustralya)	-CPP-ACP (Tooth mousse, GC, Japonya) - Kalsiyum sükröz fosfat (Enafix, Group pharmaceuticals, Hindistan) - nHAp (Aclaim, Group Pharmaceuticals, Hindistan) - Biyoaktif cam (Vantej, Dr Reddy's Laboratories, Hindistan)	-Renk Değişimi -Mikro Sertlik -Spektrofotometre -Vickers Sertlik Cihazı	Tüm remineralizasyon ajanları mine mikro sertliğini arttırmış ve mineyi tekrardan renklenmeye karşı daha az duyarlı hale getirmiştir. Tüm ajanlar arasında Aclaim, en yüksek yüzey remineralizasyonu ve renk stabilitesi göstermiştir.
Bilge ve Kılıç, 2021 (Bilge & Kılıç, 2021)	Ofis Tipi Beyazlatma: -%40 HP (Opalescence Boost, Ultradent, ABD) Ev Tipi Beyazlatma: -%16 KP (Whiteness Perfect, FGM, Brezilya)	-%1.23 Asidülofosfat Florür (Gelato APF Gel, Keystone industries, ABD) -nHAp, NaF (Remin Pro, Voco, Almanya) -CPP-ACP (Tooth Mousse, GC, Belçika) -CPP-ACPF (MI Paste Plus, GC, Belçika) - P11-4 (Curodont Protect, Credentis, İsviçre)	-Renk Değişimi -Yüzey Pürüzlülüğü -Yüzey Morfolojisi -Spektrofotometre, -Profilometre -SEM -Atomik Kuvvet Mikroskobu	Tüm remineralizasyon ajanları yüzey pürüzlülüğünü azaltmış ve mine morfolojisini iyileştirmiştir. Özellikle P11-4 içeren ajanın, beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğünü azalttığı ve renk stabilitesini koruduğu sonucuna varılmıştır. Test edilen ajanlarla ilgili sınırlı sayıda çalışma olduğundan ve in vitro koşulların ağız içi olayları tam olarak yansıtamaması nedeniyle, uzun vadeli sonuçları gözlemlemek için daha kapsamlı klinik çalışmalar önerilmiştir.
El-Damanhoury ve ark., 2021 (El-Damanhoury & ark., 2021)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 38 HP (Opalescence Boost, Ultradent, ABD)	- Novamin (Sensodyne Repair & Protect, GSK, Birleşik Krallık) - Kalsiyum Silikat, Sodyum Fosfat ve Florür (Regenerate Enamel Science Unilever, Birleşik Krallık) ve	-Mikro Sertlik -Yüzey Pürüzlülüğü -Yüzey Morfolojisi -Mineral İçeriği -Knoop Sertlik Cihazı -Atomik Kuvvet Mikroskobu -SEM-EDS	Novamin hariç tüm remineralizasyon ajanları, beyazlatmadan sonra mikrosertliği artırmış ve yüzey pürüzlülüğünü azaltmıştır. Kalsiyum/Fosfat oranı bakımından kalsiyum silikat ve kalsiyum silikat+NR-5 serum

		(Regenerate Enamel Science Advanced Enamel Serum NR-5, Unilever, Birleşik Krallık)		kullanılan gruplar, novamine kıyasla daha yüksek remineralizasyon kapasitesi sergilemiştir.
Garcia ve ark., 2021 (Garcia & ark., 2021)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP (Whiteness HP, FGM, Brezilya)	-Biyoaktif cam (Sensodyne Repair & Protect, GSK, Birleşik Krallık)	-Renk Değişimi -Mikro Sertlik -Spektrofotometre -Knoop Sertlik Cihazı	Biyoaktif camın, beyazlatmanın sonucunu etkilemeden mikrosertliği arttırdığı ve mineral geri kazanımını sağladığı bildirilmiştir. Estetik diş hekimliğinde daha güvenli tedaviler hakkında fikir edinmek ve çalışmanın bulgularını doğrulayabilmek amacıyla ileri in vivo çalışmalar yapılması önerilmiştir.
Melo ve ark., 2022 (Melo & ark., 2022)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 37.5 HP (PolaOffice, SDI, Avustralya)	-CPP-ACP (Tooth Mousse, GC, Japonya) - nHAp, NaF (Remin Pro, Voco, Almanya) -%8 Arginin (Colgate sensitive Pro-Relief, Colgate-Palmolive, Polonya) -%1,23 Florür (Mirafluor C, Miradent, Almanya)	-Mikro Sertlik -Yüzey Morfolojisi -Vickers Sertlik Cihazı - SEM	Remineralizasyon ajanlarının uygulanması, mikrosertlikte önemli bir artış sağlamıştır. Morfolojik açıdan bakıldığında ise CPP-ACP ve hidroksiapatite dayalı ürünlerin, %8 arginin veya florür bazlı ürünlere kıyasla daha fazla miktarda yüzey remineralizasyonu gösterdiği bildirilmiştir.
Magalhães ve ark., 2022 (Magalhães & ark., 2022)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP (Whiteness Hp Maxx, FGM, Brezilya)	-% 2 Nötral NaF (Flugel, Nova DFL, Brezilya) -P11-4 (Curodont™ Repair, Credentis, İsviçre) ve (Curodont™ Protect Credentis, İsviçre)	-Mikro Sertlik -Yüzey Pürüzlülüğü -Knoop Sertlik Cihazı -Profilometre	P11-4 içerikli ürünlerin beyazlatılmış minenin mikrosertliğini arttırdığı ve yüzey pürüzlülüğünü azalttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte peptidin dental remineralizasyon üzerindeki etkilerini daha doğru bir şekilde doğrulayabilen mineral kazanımı değerlendirilmemiştir. Bu nedenle diş hassasiyetine karşı etkisini ve minenin yapılanmasını içeren

				ileri çalışmaların yapılması önerilmiştir.
Godinho ve ark., 2022 (Godinho & ark., 2022)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 35 HP (Pola Office, SDI, Avustralya)	-CPP-ACPF (Tooth Mousse Plus, GC, Japonya) - Florür vernik (Embrace varnish, Pulpdent, ABD)	-Yüzey Morfolojisi -Mineral İçeriği -SEM-EDX	Kullanılan tüm remineralizasyon ajanlarının beyazlatma sonrası uygulaması, mine yüzey morfolojisini onarmış ve mineral içeriğini arttırmıştır. Bununla birlikte, vernik grubuyla daha üstün bir sonuç elde edilmiştir. Florür vernik uygulamasının beyazlatılmış minenin renk stabilitesine etkisi gibi ek parametrelerin ilerideki çalışmalarda değerlendirilmesi önerilmiştir.
Misilli ve ark., 2022 (Misilli & ark., 2022)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 37.5 HP (Pola Office Plus, SDI, Avustralya)	-%2 NaF (Gelato Neutral pH, Deepakk) -CPP-ACP (MI Paste Plus, GC, Amerika) -nHAp, NaF (Remin Pro, Voco, Almanya)	-Renk Değişimi -Yüzey Morfolojisi -Mineral İçeriği -Spektrofotometre -SEM/EDS	Florür, CPP-ACP ve nHAP gibi remineralizasyon ajanlarının ofis tipi beyazlatma sonrasında veya jele karıştırılarak uygulanması beyazlatmanın sonucunu etkilememiştir fakat mine mineral içeriğine veya renk stabilitesine de ek bir katkı sağlamamıştır. Bununla birlikte beyazlatma sonrası uygulama mine kristal yoğunluğunda ve boyutunda artışa neden olmuştur. Bu nedenle bu ajanların beyazlatma sonrası tekrarlı seanlar halinde kullanılması tavsiye edilirken, remineralizasyon uygulamalarının bu tedavilerdeki yerinin daha iyi anlaşılabilmesi için ileri çalışmaların yapılması önerilmiştir.
Irmaleny ve ark., 2023	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 40 HP (Opalescence	- CPP-ACPF (GC Tooth Mousse Plus, GC, Japonya)	-Mikro Sertlik -Vickers Sertlik Cihazı	CPP-ACPF ve %5 NaF, beyazlatma işleminden sonra mine mikrosertliğini arttırmıştır.

(Irmaleny & ark., 2023)	Boost, Ultradent, ABD)	-%5 NaF (Clinpro White Varnish, 3M ESPE, ABD)		Beyazlatma tedavisi sonrası CPP-ACPF veya %5 NaF içeren bir remineralize edici ajan uygulaması yapılması tavsiye edilirken, mine remineralizasyonunu belirlemek için daha fazla deneysel araştırma yapılması önerilmiştir.
Singh ve ark., 2023 (Singh & ark., 2023)	Çalışmada sadece beyazlatma ekipmanı ile beyazlatma uygulaması yapıldığı bilgisi bulunmaktadır.	-CPP-ACPF (Tooth Mousse Plus, GC, Hindistan) - Biyoaktif Cam (Elsenz, Group Pharmaceuticals Ltd, Hindistan) - Kalsiyum Sükroz Fosfat (ToothMin, Abbott, Hindistan)	-Mikro Sertlik -Yüzey Morfolojisi -Vickers Sertlik Cihazı -SEM	Tüm remineralizasyon ajanları beyazlatma uygulaması sonrası mine mikrosertliğini arttırmış ve daha pürüzsüz bir yüzey elde edilmesini sağlamıştır. Tooth mousse plus diğer ajanlar arasında etkili ajan olarak bulunmuştur. Bunu sırasıyla Elsenz ve ToothMin izlemektedir.
Hassan ve Moharam, 2023 (Hassan & Moharam, 2023)	Ofis Tipi Beyazlatma: -% 40 HP (WHITEsmile Power P Whitening YF, WHITEsmile GmbH, Almanya)	- Yumurta Kabuğu Tozu (ESP) (Deneysel yöntem ile elde edilmiştir.) -nHAp (Deneysel yöntem ile elde edilmiştir) -CPP-ACPF (MI Paste Plus, GC, ABD)	- Mikro Sertlik -Yüzey Pürüzlülüğü -Vickers Sertlik Cihazı -Stereomikroskop	Tüm remineralizasyon ajanlarının beyazlatma işlemi takiben uygulanması minenin yüzey pürüzlülüğünü ve mikrosertliğini iyileştirmiştir. Beyazlatılmış ve beyazlatılmamış mine yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliği üzerinde ESP'nin etkisini değerlendirmek için kimyasal aktive olan ev tipi beyazlatma veya ışıkla aktive olan ofis tipi beyazlatma işlemi sonrası ESP kullanımını içeren ileri çalışmalar ve ESP'nin mine üzerindeki remineralizasyon etkisini değerlendirmek için daha fazla klinik çalışma önerilmiştir.
Ergucu ve ark., 2023	Ofis Tipi Beyazlatma:	- Kalsiyum Sodyum Fosfosilikat (Sensodyne Repair	-Yüzey Morfolojisi - Mineral içeriği	Farklı biyoaktif cam ve florür formülasyonları içeren diş macunlarının

(Ergucu & ark., 2023)	-% 40 HP (Opalescence Boost, Ultradent, ABD)	& Protect, Haleon, ABD) -Florokalsiyum Fosfosilikat (BioMinF, BioMin, Birleşik Krallık) -Florür (Colgate Total, Colgate Palmolive, ABD)	- SEM-EDS -Taramalı Prob Mikroskobu (SPM) -X-ışını Fotoelektron Spektroskopisi (XPS)	kullanımı, tek başına 1450 ppm florür içeren standart bir diş macununa kıyasla beyazlatılmış mine üzerinde mineral kazanımı ile sonuçlanmıştır. Beyazlatma prosedürlerini takiben farklı florür ve biyoaktif cam formülasyonlarına sahip diş macunlarının mine yüzeyleri üzerindeki etkilerini yorumlamak için daha fazla laboratuvar tabanlı çalışmalar ve kontrollü çift-kör randomize klinik çalışmalar yapılması önerilmiştir.
-----------------------	--	---	--	--

Sonuçlar ve Öneriler

Beyazlatma uygulaması, hidrojen peroksit aktif içerikli ajanların diş yapısına difüzyonu ile başlayan ve pigment molekülleri ile etkileşime girerek diş yüzeyinde değişikliklere sebep olup dişin optik özelliklerini de etkileyen dinamik bir süreçtir. Remineralizasyon için gerekli olan kalsiyum ve fosfat iyonları tükürükte doğal olarak bulunmasına rağmen beyazlatma sonrası mine yüzeyinde oluşabilecek herhangi bir hasarı, beyazlatma ajanlarının etkinliğini değiştirmeden önleyebilecek ve remineralizasyonu destekleyebilecek bir protokolün kullanılması önemlidir.

Yapılmış olan çalışmalar değerlendirildiğinde, farklı bileşikteki remineralizasyon ajanlarının, beyazlatma sonrası pürüzlülüğün azaltılması, mikrosertliğin artırılması, renk stabilitesinin iyileştirilmesi açısından birbirlerinden farklı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Bu nedenle belirli bir remineralizasyon ajanı tek başına öne çıkmamakla birlikte çalışmaların pek çoğunda remineralizasyon ajanlarının beyazlatma sonrası profesyonel olarak uygulanmasının daha başarılı klinik sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bu sonuçların uzun dönemli klinik çalışmalar ile de desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Abd El Halim, S. (2018). The Effects of Tricalcium Phosphate and Novamin Remineralizing Agents on Microhardness of Bleached Enamel with 35% Hydrogen Peroxide- An In vitro Study. *Egyptian Dental Journal*, 64(1-January (Fixed Prosthodontics, Dental Materials, Conservative Dentistry & Endodontics)), 409-416. Doi: 10.21608/EDJ.2018.77103

Al-Shamrani, A., & Awliya, W. (2019). The effect of neutral sodium fluoride, casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate, and nano-carbonate apatite on enamel surface roughness and staining after home bleaching. *Int J Dent Oral Health*, 5(4), 1-6. Doi: 10.16966/2378-7090.300

Arifa, M. K., Ephraim, R., & Rajamani, T. (2019). Recent advances in dental hard tissue remineralization: a review of literature. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 12(2), 139. Doi: 10.5005/jp-journals-10005-1603

Ata, M. S. (2019). Influence of nano-silver fluoride, nano-hydroxyapatite and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on microhardness of bleached enamel: in-vitro study. *Tanta Dental Journal*, 16(1), 25. Doi: 10.4103/tdj.tdj_29_18

Attia, R. M., & Kamel, M. M. (2016). Changes in surface roughness of bleached enamel by using different remineralizing agents. *Tanta Dental Journal*, 13(4), 179. Doi: 10.4103/1687-8574.195707

Auschill, T. M., Hellwig, E., Schmidale, S., Sculean, A., & Arweiler, N. B. (2005). Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent*, 30(2), 156-163.

Barghi, N. (1998). Making a clinical decision for vital tooth bleaching: at-home or in-office? *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 19(8), 831-8.

Bilge, K., & Kılıç, V. (2021). Effects of different remineralizing agents on color stability and surface characteristics of the teeth following vital bleaching. *Microscopy Research and Technique*, 84(10), 2206-2218. Doi: 10.1002/jemt.23774

Borges, A. B., Dantas, R., Caneppele, T., & Borges, A. (2013). Effect of remineralizing agents on the bleaching efficacy of gels. *General Dentistry*, 61(7), 67-71.

Borges, A. B., Yui, K. C. K., D'Avila, T. C., Takahashi, C. L., Torres, C. R. G., & Borges, A. L. S. (2010). Influence of remineralizing gels on bleached enamel microhardness in different time intervals. *Operative dentistry*, 35(2), 180-186.

Buchalla, W., & Attin, T. (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dental materials*, 23(5), 586-596. Doi: 10.1016/j.dental.2006.03.018

Carneiro, G., Monteiro, D., Rodrigues, M., Yamauti, M., Moreira, A., & Magalhães, C. (2019). Color change of the bleached enamel treated with calcium silicate-sodium phosphate-sodium monofluorophosphate-based system. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 11(4), e353. Doi: 10.4317/jced.55286

Cavalli, V., Rosa, D. A. d., Silva, D. P. d., Kury, M., Liporoni, P., Soares, L. E. S., & Martins, A. A. (2018). Effects of experimental bleaching agents on the mineral content of sound and demineralized enamels. *Journal of Applied Oral Science*, 26. Doi: 10.1590/1678-7757-2017-0589

Cochrane, N. J., Cai, F., Huq, N. L., Burrow, M. F., & Reynolds, E. C. (2010). New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. *J Dent Res*, 89(11), 1187-1197. Doi:10.1177/0022034510376046

Crastechini, E., Borges, A., & Torres, C. (2019). Effect of remineralizing gels on microhardness, color and wear susceptibility of bleached enamel. *Operative dentistry*, 44(1), 76-87. Doi: 10.2341/17-150-L

Çelik, Ç. (2017). Diş Renklenmelerinin Tedavisi. *Turkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*, 3(2), 104-112.

Da Costa Soares, M. U. S., Araújo, N. C., Borges, B. C. D., Sales, W. d. S., & Sobral, A. P. V. (2013). Impact of remineralizing agents on enamel microhardness recovery after in-office tooth bleaching therapies. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(2), 343-348. Doi: 10.3109/00016357.2012.681119

Da Cunha, F. B., e Silva, B. H. R., De Paula, B. L. F., de Melo Alencar, C., de Albuquerque Jassé, F. F., & Silva, C. M. (2018). Effect of high concentrated fluoride-based dentifrice on the hardness, roughness, and color of the bleached enamel. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 21(4), 433. Doi: 10.4103/JCD.JCD_318_17

De Souza, T.-F., & Catelan, A. (2020). Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 12(7), e670. Doi: 10.4317/jced.56913

Deakins, M., & Volker, J. (1941). Amount of organic matter in enamel from several types of human teeth. *Journal of Dental Research*, 20(2), 117-121. Doi: 10.1177/002203454102000202

Demarco, F. F., Meireles, S. S., & Masotti, A. S. (2009). Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Brazilian oral research*, 23, 64-70. Doi: 10.1590/S1806-83242009000500010

Eimar, H., Siciliano, R., Abdallah, M. N., Nader, S. A., Amin, W. M., Martinez, P. P., Celemin, A., Cerruti, M., & Tamimi, F. (2012). Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *Journal of Dentistry*, 40, e25-e33. Doi:10.1016/j.jdent.2012.08.008

El-Damanhoury, H. M., Elsahn, N. A., Sheela, S., & Bastaty, T. (2021). In vitro enamel remineralization efficacy of calcium silicate-sodium phosphate-fluoride salts versus NovaMin bioactive glass, following tooth whitening. *European Journal of Dentistry*, 15(03), 515-522. Doi: 10.1055/s-0040-1722484

Elshehawy, T. M., Ebraheem, A., & Zaghoul, N. (2020). Impact of Two Remineralizing Agents on Bleached Enamel Microhardness. *Egyptian Dental Journal*, 66(2-April (Fixed Prosthodontics, Dental Materials, Conservative Dentistry & Endodontics)), 1397-1402. Doi: 10.21608/EDJ.2020.24094.1025

Ergucu, Z., Yoruk, I., Erdoğan, A., Boyacıoğlu, H., Hill, R., & Baysan, A. (2023). The Use of Toothpastes Containing Different Formulations of Fluoride and Bioglass on Bleached Enamel. *Materials*, 16(4), 1368. Doi: 10.3390/ma16041368

Ewais, A. E., Niazy, M. A., & Elsharkawy, D. A. (2020). Fluoride Versus Bioactive Glass Effect on Enamel after Cold Light Activated Bleaching and Chemical Bleaching (SEM Study). *Al-Azhar Dental Journal for Girls*, 7(1), 119-124. Doi: 10.21608/adjg.2019.7887.1118

Farhana, F., & Shetty, K. H. S. (2020). Evaluation of the Effect of Self Assembling Peptide-Curodont on Microhardness of Bleached Enamel Surface: An In Vitro Study. *IOSR J. Dent. Med. Sci*, 19, 51-54. Doi: 10.9790/0853-1901155154

Farhana, F., Shetty, K. H. S., & Dsouza, A. P. Comparative Evaluation of Four Different Remineralising Toothpastes on the Microhardness and Stain Susceptibility of Bleached Enamel Surface: An In Vitro Study. *IOSR J. Dent. Med. Sci*, 19(7), 6-11. Doi: 10.9790/0853-1907150611

Garcia, R. M., Vieira-Junior, W. F., Theobaldo, J. D., Aguiar, F. H. B., & Lima, D. A. N. L. (2021). Impact of bioactive glass-based toothpaste on color properties and surface microhardness of bleached enamel. *European Journal of General Dentistry*, 10(01), 001-006. Doi: 10.1055/s-0041-1732773

Godinho, M., de Ataíde, I. d. N., Lambor, R., & Fernandes, M. (2022). Influence of two remineralizing agents on bleached enamel surface morphology and mineral composition—An In Vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 33(2), 188.

Gomes, M. N., Rodrigues, F. P., Silikas, N., & Francci, C. E. (2018). Micro-CT and FE-SEM enamel analyses of calcium-based agent application after bleaching. *Clinical oral investigations*, 22, 961-970. Doi: 10.1007/s00784-017-2175-2

Greenwall, L. (2017). *Tooth whitening techniques*. (2nd ed). London: CRC Press.

Hafez, S., & Moussa, M. S. (2018). The effect of different biomimetic materials as a remineralization protocol on microhardness and ultramorphology of bleached enamel. *Egyptian Dental Journal*, 64(1-January (Oral Medicine, X-Ray, Oral Biology & Oral Pathology)), 265-275. Doi: 10.21608/edj.2018.77079

Hall, A., Buchanan, C., Millett, D., Creanor, S., Strang, R., & Foye, R. (1999). The effect of saliva on enamel and dentine erosion. *Journal of dentistry*, 27(5), 333-339. Doi: 10.1016/S0300-5712(98)00067-0

Haridy, M. F., & Alhussiny, H. A. (2018). Micro Hardness Of Bleached Human Enamel Following Application Of Conventional Versus Nano Active Bioglass: An Invitro Study. *Egyptian Dental Journal*, 64(1-January (Fixed Prosthodontics, Dental Materials, Conservative Dentistry & Endodontics)), 527-536. Doi: 10.21608/EDJ.2018.78056

Hassan, S. N., & Moharam, L. M. (2023). Effect of Eggshell Powder and Nano-Hydroxyapatite on the Surface Roughness and Microhardness of Bleached Enamel. *Contemporary Clinical Dentistry*, 14(1), 62. Doi: 10.4103/ccd.ccd_590_21

Hattab, F. N., Qudeimat, M. A., & al-Rimawi, H. S. (1999). Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent*, 11(6), 291-310. Doi:10.1111/j.1708-8240.1999.tb00413.x

Haywood, V. (2009). In-office bleaching: Lights, applications, and outcomes. *Current Practice*, 16(4), 3-6.

Haywood, V. B. (2000). A comparison of at-home and in-office bleaching. *Dent Today*, 19(4), 44-53.

Heshmat, H., Ganjkar, M. H., Miri, Y., & Fard, M. J. K. (2016). The effect of two remineralizing agents and natural saliva on bleached enamel hardness. *Dental research journal*, 13(1), 52. Doi: 10.4103/1735-3327.174713

Heymann, H. (2005). Tooth whitening: facts and fallacies. *British dental journal*, 198(8), 514-514.

I Mohammed, N., E Mostafa, I., & A Abdelaziz, A. (2018). Evaluation of the effect of different remineralizing agents on stains absorption and surface roughness of freshly bleached teeth (An in-vitro study). *Al-Azhar Journal of Dental Science*, 21(4), 307-312. Doi: 10.21608/AJDSM.2018.71579

Irmaleny, I., Hidayat, O. T., Yolanda, Y., & Tobing, E. L. (2023). Comparative Evaluation of the Increase in Enamel Hardness Post-External Bleaching after Using Casein Phosphopeptide Amorphous Calcium Phosphate Fluoride (CPP-ACPF) and 5% Sodium Fluoride (NaF) Remineralizing Agents. *European Journal of Dentistry*. Doi: 10.1055/s-0043-1761189.

Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 34(7), 412-419. Doi: 10.1016/j.jdent.2006.02.002

Kwon, S. R., & Wertz, P. W. (2015). Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J Esthet Restor Dent*, 27(5), 240-257. Doi:10.1111/jerd.12152

Llena, C., Esteve, I., & Forner, L. (2018). Effects of in-office bleaching on human enamel and dentin. Morphological and mineral changes. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 217, 97-102. Doi: 10.1016/j.aanat.2018.01.003

Llena, C., Esteve, I., Rodríguez-Lozano, F. J., & Forner, L. (2019). The application of casein phosphopeptide and amorphous calcium phosphate with fluoride (CPP-ACPF) for restoring mineral loss after dental bleaching with hydrogen or carbamide peroxide: An in vitro study. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 225, 48-53. Doi: 10.1016/j.aanat.2019.05.005

Lynch, R., & Smith, S. (2012). Remineralization agents—new and effective or just marketing hype? *Advances in dental research*, 24(2), 63-67. Doi: 10.1177/0022034512454295

Magalhães, G. d. A., Fraga, M. A. A., de Souza Araújo, I. J., Pacheco, R. R., Correr, A. B., & Puppini-Rontani, R. M. (2022). Effect of a Self-Assembly Peptide on Surface Roughness and Hardness of Bleached Enamel. *Journal of Functional Biomaterials*, 13(2), 79. Doi: 10.3390/jfb13020079

Maran, B. M., Ziegelmann, P. K., Burey, A., de Paris Matos, T., Loguercio, A. D., & Reis, A. (2019). Different light-activation systems associated with dental bleaching: a systematic review and a network meta-analysis. *Clinical oral investigations*, 23, 1499-1512. Doi: 10.1007/s00784-019-02835-x

Markowitz, K. (2010). Pretty painful: why does tooth bleaching hurt? *Medical hypotheses*, 74(5), 835-840. Doi: 10.1016/j.mehy.2009.11.044

Melo, M., Fioresta, R., Sanz, J. L., Pecci-Lloret, M. P., & Llena, C. (2022). Effect of highly concentrated bleaching gels on enamel microhardness and superficial morphology, and the recovery action of four remineralizing agents. *BMC Oral Health*, 22(1), 645. Doi: 10.1186/s12903-022-02693-2

Misilli, T., Çarıkçioğlu, B., Deniz, Y., & Aktaş, Ç. (2022). The impact of remineralization agents on dental bleaching efficacy and mineral loss in bleached enamel. *European Journal of Oral Sciences*, 130(6), e12905. Doi: 10.1111/eos.12905

Mokhlis, G. R., Matis, B. A., Cochran, M. A., & Eckert, G. J. (2000). A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *The Journal of the American Dental Association*, 131(9), 1269-1277. Doi: 10.14219/jada.archive.2000.0380

Monteiro, D. D. H., Valentim, P. T., Elias, D. C., Moreira, A. N., Cornacchia, T. P. M., & Magalhães, C. S. (2019). Effect of surface treatments on staining and roughness of bleached enamel. *Indian Journal of Dental Research*, 30(3), 393.

Park, Y.-H., Choi, A.-N., Jung, K.-H., Park, J.-K., Kwon, Y.-H., & Son, S.-A. (2018). Effects of Bioactive Glass on Microhardness of Bleached Enamel Surface. *Korean Journal of Dental Materials*, 1-10. Doi: 10.14815/kjdm.2018.45.1.1

Pinto, C. F., Oliveira, R. d., Cavalli, V., & Giannini, M. (2004). Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Brazilian oral research*, 18, 306-311. Doi: 10.1590/S1806-83242004000400006

Rezende, M., Ferri, L., Kossatz, S., Loguercio, A., & Reis, A. (2016). Combined bleaching technique using low and high hydrogen peroxide in-office bleaching gel. *Operative dentistry*, 41(4), 388-396. Doi: 10.2341/15-266-C

Rodríguez-Martínez, J., Valiente, M., & Sánchez-Martín, M. J. (2019). Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 431-440. Doi: 10.1111/jerd.12519

Samaha, A. E., & Gomaa, D. H. H. (2020). The effect of different remineralizing agents on laser bleached enamel. *Egyptian Dental Journal*, 66(1-January (Fixed Prosthodontics, Dental Materials, Conservative Dentistry & Endodontics)), 469-483. Doi: 10.21608/EDJ.2020.79123

Scribante, A., Poggio, C., Gallo, S., Riva, P., Cuocci, A., Carbone, M., Arciola, C. R., & Colombo, M. (2020). In vitro re-hardening of bleached enamel using mineralizing pastes: Toward preventing bacterial colonization. *Materials*, 13(4), 818. Doi: 10.3390/ma13040818

Singh, N., Ranjan, D., Mahreen, S., Pattanaik, A., Kaur, G., Nagpal, A., RANJAN Sr, D., & Ppattanaik, A. (2023). A Comparative Evaluation of the Effects of Three Remineralizing Agents on Bleached Enamel: A Scanning Electron Microscopy (SEM) Analysis. *Cureus*, 15(4). Doi: 10.7759/cureus.37240

Soares, D. G., Ribeiro, A. P. D., Sacono, N. T., Loguercio, A. D., Hebling, J., & Costa, C. A. d. S. (2013). Mineral loss and morphological changes in dental enamel induced by a 16% carbamide peroxide bleaching gel. *Brazilian dental journal*, 24, 517-521. Doi: 10.1590/0103-6440201302225

Soares, R., De Ataíde, I. D. N., Fernandes, M., & Lambor, R. (2017). Assessment of enamel remineralisation after treatment with four different remineralising agents: a scanning electron microscopy (SEM) study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(4), ZC136. Doi: 10.7860/JCDR/2017/23594.9758

Sulieman, M. (2004). An overview of bleaching techniques: I. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dent Update*, 31(10), 608-610, 612-604, 616. Doi:10.12968/denu.2004.31.10.608

Tredwin, C. J., Naik, S., Lewis, N. J., & Scully, C. (2006). Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J*, 200(7), 371-376. Doi:10.1038/sj.bdj.4813423

Tschoppe, P., Neumann, K., Mueller, J., & Kielbassa, A. M. (2009). Effect of fluoridated bleaching gels on the remineralization of predemineralized bovine enamel in vitro. *Journal of dentistry*, 37(2), 156-162. Doi: 10.1016/j.jdent.2008.11.001

Valian, A., Salehi, E. M., Samadi, I., & Nejadkarimi, S. (2020). Effects of CPP-ACP and Remin-Pro on Surface Roughness of Bleached Enamel: an Atomic Force Microscopy Study. *Journal of Dental School, Shahid Beheshti University of Medical Sciences*, 38(2).

Watts, A., & Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*, 190(6), 309-316. Doi:10.1038/sj.bdj.4800959

Çocuk Diş Hekimliğinde Kuronlar

Nur Irmak ERAKMAN YEL¹
Günseli GÜVEN POLAT²

Giriş

Diş çürüğü enfeksiyöz çok faktörlü bir hastalıktır. Çürük, diş sert dokularında demineralizasyon ile kalsiyum ve fosfat gibi iyonların çözünmesi sonrası net mineral kaybıyla sonuçlanan, dinamik bir süreçtir (MacHiulskiene ve ark., 2020). Diş yüzeyindeki demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dengenin demineralizasyona yönelmesi, diş çürüğüne sebep olmaktadır. Demineralizasyon bakterisi, diyet ve tükürük bileşenleri gibi etkenler arasındaki karmaşık kimyadan kaynaklanmaktadır (Rather ve ark., 2020).

Çocuklarda çürük sonucunda ağrı, şişlik, kötü estetik gibi ortaya çıkan problemler, sıkıntıya yol açarak çiğneme ve düzgün konuşamamaya yol açabilmekte hatta çocuğun psikolojisini kötü etkileyebilmektedir. Bu nedenle çocuklarda beslenme, fonetik, estetik, psikolojik, ayrıca daimi dişler için yer tutucu olarak hayati bir rol oynayan süt dişlerinde ve daimi dişlerde koruma, sızdırmaz restorasyon ve estetik de önem taşımaktadır (Setty & Srinivasan, 2016).

Çürük sonucunda meydana gelen kaviteasyonlar, çenede yer kaybına yol açan yaygın interproksimal çürükler, pulpektomi veya pulpotomi sonrası çok fazla madde kaybı veya gelişimsel kusurlar nedeniyle özellikle süt dişlerinin hem estetik olarak iyileştirilmesi hem de restorasyonu için kuron kullanımı gerekmektedir (Gupta ve ark., 2023).

Kuronlar

Süt dişlerinin çiğneme işlevi, yüz estetiğindeki etkin rolü ve ayrıca daimi dişler için dental arkta yer tutucu rolü göz önüne alındığında, çürük süt dişlerinin restore edilmesi önemlidir (Sohrabi, Ghadimi & Seraj, 2019). Bu tür dişlerin restorasyonunun uzun vadeli başarısı büyük ölçüde koronal bölgenin bütünlüğüne ve sızdırmazlığına bağlıdır (Seraj ve ark., 2011). Innes ve arkadaşları sistematik incelemelerinde, kron kullanımının geleneksel restorasyonlara kıyasla uzun vadede majör başarısızlık, ağrı ve apse oluşumu riskinde azalma ile ilişkili olduğu sonucuna varmıştır (Innes ve ark., 2015). Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD) de, süt dişlerinin geniş, çok yüzeyli çürüklerinde kuron restorasyonların kullanılmasını önermektedir (American Academy of Pediatric Dentistry., 2022). Süt dişleri haricinde çocuklarda gerektiğinde daimi dişlerde de kuron restorasyonları tercih edilmektedir. Çocuklarda kuron restorasyonların endikasyonları şu şekildedir (Sahana, Vasa & Ravichandra ve ark., 2010; Shrestha ve ark., 2020; Sztyler ve ark., 2022);

Süt dişlerinde:

¹ Dt. Nur Irmak ERAKMAN YEL, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti ABD,

² Prof. Dr. Günseli GÜVEN POLAT, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti ABD,

- Malforme ve renkleşmiş dişler,
- Hipoplastik, hipomineralize dişler,
- Travma görmüş dişlerin restorasyonunda,
- Bruksizmi olan çocuklarda,
- Kanal tedavisi, amputasyon tedavilerinden sonra,
- Çok yüzlü ve ilerlemiş ara yüz çürüklerinde,
- Genel anestezi altında tedavisi yapılmak durumunda kalan hastalarda,
- Daimi dişlerde ise;
- Molar insizör hipomineralizasyonu olan molar dişlerde,
- Restore edilemeyecek seviyede madde kaybı olan dişlerde,
- Diş fraktürlerinden sonra geçici olarak,
- Ekonomik sebeplerle,
- Tedavi planlaması yapılana kadar geçici olarak kuron restorasyonlar tercih edilmektedir.

Çocuk diş hekimliğinde pediatrik kuronlar yaklaşık 50 yıldan beri kullanılmaktadır (Szytyler ve ark., 2022). Bu süreçte piyasaya farklı formlarda, çeşitli maddelerden üretilmiş prefabrik kuronlar sunulmuştur. Piyasadaki prefabrik kuronlar genellikle simantasyon yöntemlerine göre ya da üretildiği materyallere göre sınıflandırılabilir (Şekil 1, Şekil 2)(Yang & Mani, 2016).



Şekil 1. Prefabrik kuronların simantasyon şekillerine göre sınıflandırılması

Prefabrik Kuronların İçeriklerine Göre Sınıflandırılması

Polimer içerikli

Polikarbonat
Strip kuronlar
Pediatrik jacket
Artglass (cam ilaveli)

Çelik içerikli

Paslanmaz çelik
Açık yüzlü paslanmaz çelik
Veneerlenmiş paslanmaz çelik

Alüminyum içerikli

Pedo pearls

Kompozit içerikli

New millennium

Seramik içerikli

Zirkonyum
CEREC

Şekil 2. Prefabrik kuronların içeriklerine göre sınıflandırılması

Paslanmaz çelik kuronlar

1947'de ilk olarak pediatrik diş hekimliğine Engel tarafından tanımlanan ve ardından 1950'de Humphrey ile popüler hale getiriliren paslanmaz çelik kronlar (PÇK), yarım yüzyıldan fazla bir süredir dayanıklılık ve uzun ömür açısından amalgam ve kompozit gibi diğer malzemeleri geride bırakmıştır (Amlani & Brizuela, 2023).

PÇK'lar ilk üretildiğinde büyük oranda nikel içermekte ve önceden şekillendirilmedikleri için anatomik forma uygun olmayan, dişe adaptasyonu zor olan kuronlar olarak görülmekteydi. Trimlenmemiş, önceden trimlenmiş gibi çeşitli formlar ilk üretilen bu kuronlarda mevcuttur (Şekil 3) (Sajjanshetty ve ar., 2023).

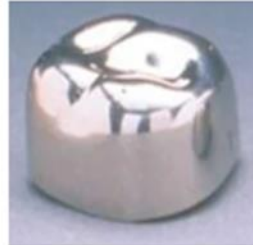


TRİMLENMEMİŞ KRONLAR

Trimlenmemiş ve kontürlenmemiştir

Uzun kenarlı

Adaptasyonu zor



TRİMLENMiŞ KRONLAR

Trimlenmiş ama kontürlenmemiş

Düz, kısa kenarlı



KONTÜRLENMiŞ KRONLAR

Adaptasyonu kolay

Şekil 3. Geçmişten günümüze PÇK modifikasyonları

Günümüzde diş anatomisine daha uygun, uygulaması daha kolay ve kısa süren, adaptasyonu iyi PÇK'lar kullanılmaktadır.

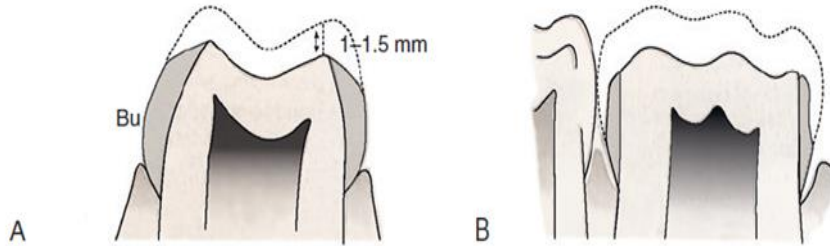
Çocuklarda paslanmaz çelik kuronların endikasyonları şunlardır(Amlani & Brizuela, 2023; Georgieva ve ark., 2016; Randall, 2002) :

- 1-Çürük nedeniyle aşırı madde kaybı olan süt ve genç daimi dişlerin restorasyonunda,
- 2-Süt dişlerinde iki veya daha fazla yüzü kapsayan çürük varlığı,
- 3- Pulpa tedavili süt dişlerinin restorasyonunda,
- 4-Çürük aktivitesi yüksek çocuklarda,
- 5-Oral hijyen eksikliklerinin daha fazla çürüklere yol açtığı sorunlu, mental retarde, mongolizm gibi rahatsızlığı olan çocukların genel anestezi ile diş tedavilerinde,
- 6-Fonksiyonel tüberkülleri kaybolmuş dişlerin restorasyonunda,
- 7-Dentinogenesis imperfekta ve amelogenesis imperfekta gibi diş yapısının gelişimsel anomalilerinde,
- 8-Kron-loop tipi sabit yertutucuların yapımında tutucu olarak,
- 9-Bruksizm vakalarında,
- 10- Daimi dişlerde tedavi planı yapılanaya kadar geçici olarak,
- 11- Fraktürlü dişlerde PÇK lar kullanılabilir.

Kontraendikasyonları ise (Kindelan ve ark., 2008; Sajjanshetty ve ark., 2023):

- 1- Nikel allerjisi olan hastalar,
- 2-Dişin eksfoliyasyonuna 12 aydan az kalmış dişler,
- 3-Kökünün yarısından fazlası rezorbe olmuş dişler,
- 4-Kuron ile restorasyona uyum sağlamayacak derecede non-koopere çocuklar,
- 5-Mobilitesi fazla dişler,
- 6-Klinik ve radyolojik olarak köklerde patoloji tespit edilen dişler oluşturmaktadır.

Süt molar dişlerde PÇK preparasyonunda yaklaşık 1 mm mezial ve distal duvarlardan, oklüzal yüzeyden ise 1.0-1.5 mm arasında kesim yapılabilir. Bukko-lingual olarak genelde preparasyona gerek kalmamakta, yaklaşık 1 mm subgingival alanda kesim yapılması preparasyon için yeterli olmaktadır (Şekil 4)(Nowak ve ark., 2019). Diş preparasyonunu takiben simantasyon işlemi PÇK'larda geleneksel cam iyonomer veya polikarboksilat simanlar ile gerçekleştirilmektedir (Nash, 1981).



Şekil 4. A) Alt 2. molar proksimal görünüm, oklüzal yüzeyde 1-1.5 mm kesim. B) Bukkal görünüm, proksimalden yaklaşık 1 mm kesim (Nowak ve ark., 2019).

Bazı durumlarda dişlerde kesim ve çürük kaldırma yöntemleri uygulanmaksızın PÇK direkt olarak dişe simante edilmektedir. Bu teknik Hall teknik olarak adlandırılmaktadır. Hall tekniği literatüre ilk olarak 2006 yılında İskoçya'da bir genel diş hekimi olan Dr. Norna Hall

tarafından tanıtılmıştır. Hall tekniği kullanılarak PÇK, lokal anestezi, çürük kaldırma veya diş preparasyonu olmadan yerleştirilebilmektedir (Innes ve ark., 2006). Uygun boyutta bir PÇK diş hekiminin parmak basıncı veya çocuğun ısırma kuvveti ile çürük süt azı dişlerine cam iyonomer ile simante edilmektedir. Bu teknik ile çürük süt molar dişlerde direkt çürüğün üstünün örtülmesi, karyojenik floranın dış ortama ve besinle bağlantısını kesmekte ve biyolojik ortama yanıt olarak daha az karyojenik flora oluşarak, çürüğün ilerlemesi durdurulabilmekte veya en azından yavaşlatılabilmektedir (Kidd, 2004).

Hem geleneksel preparasyon ile hem de Hall teknikte kullanılan PÇK'ların avantaj ve dezavantajları şunlardır (Amlani & Brizuela, 2023; Garg ve ark., 2016; Üstun & Koruyucu, 2021):

Avantajlar:

- Uygun okluzal kapanış sağlanır.
- Vital dişlerde pulpa korunur.
- Mezio-distal diş boyutu ve ark uzunluğu korunur.
- Maliyeti uygundur.
- Uzun ömürlüdürler.
- Oklüzal kuvvetlere dayanımı iyidir.
- Uygulaması kolaydır.
- Sterilize edilebilir.
- Bükülebilme özellikleri vardır.

Dezavantajlar:

- Nikel alerjisi olanlarda kullanılamaz.
- Periodontal uyum iyi olmayabilir.
- Estetik olarak kötüdür.
- Parsiyel sürmüş dişlerde uygulanmaz.

Açık yüzlü paslanmaz çelik kuronlar

Paslanmaz çelik kuronların uygulama kolaylığı, dayanıklılığı gibi pek çok avantajı olsa da, özellikle ön dişlerde metalik görünüm hem aile hem de çocuk için rahatsız edici olabilmektedir. PÇK'nın ön dişlerde kullanılabilir hale getirebilmesi için modifiye edilerek açık yüzlü paslanmaz çelik kuronlar oluşturulmuştur (Roberts, Lee & Wright, 2001). Açık yüzlü PÇK modifikasyonu ilk olarak 1983 yılında Hartmann tarafından tanıtılmıştır (Babaji ve ark., 2015). PÇK'nın cam iyonomer ya da polikarboksilat ile simantasyonu sonrasında labiyal yüzeyinde bir pencere hazırlanır ve açılan pencere bölgesine asit ve bond uygulamasını takiben, diş renginde kompozit rezin restorasyon yapılır ve gerekli polisaj işlemlerine geçilir (Şekil 5)(Shrestha ve ark., 2020).



Şekil 5. A) Labial yüze pencere hazırlanması. B) Kompozit uygulaması. C) Final bitim (Schwartz, 2015).

Açık yüzlü paslanmaz çelik kuronlar her ne kadar ucuz ve estetik açıdan iyi olsa da, bazı dezavantajları kullanımını sınırlandırmaktadır. Öncelikle rezin kullanılacağı için restore edilecek alanın diş eti kanaması olmadan kuru olması gerekmektedir. Simantasyon sonrasında pencere açma ve restorasyon aşamalarının varlığı uygulama süresini uzatmaktadır. Zaman

içinde kenarlardan metalin yansması ve sızdırma meydana gelebilmekte, eğer oklüzal kuvvetler fazla ise rezin kompozitin düşmesi riski ile karşılaşılabilir (Şekil 6). Bu dezavantajları nedeniyle açık yüzlü PÇK'lar günümüzde çok fazla kullanılmamaktadır (Wiedenfeld ve ark., 1995). Roberts ve ark.'ın 2001'de 12 çocuğun 38 dişine uyguladıkları açık yüzlü PÇK'da aileler estetik olarak memnun kalsa da 20. aydaki kontrollerinde kuronların %24'ünde pencere kısmındaki kompozitin tamamında kayıp, %32'sin de ise kısmi kayıp görülmüştür (Roberts, Lee & Wright, 2001).



Şekil 6. Zaman içinde proksimal ve insizal bölgede oluşmuş kompozit aşınması (Roberts, Lee & Wright, 2001).

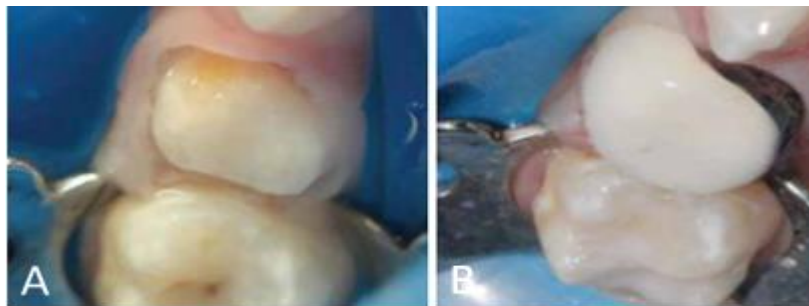
Venerlenmiş Paslanmaz Çelik Kuronlar

Venerlenmiş paslanmaz çelik kuronlarda, PÇK'nın mekanik özellikleri ile kompozit reçine veya termoplastik reçinenin estetik özelliği birleştirilmiştir (Şekil 7). İlk zamanlarda ön süt dişlerinin restorasyonunda endike iken daha sonra, süt azı dişlerini restore etmek için de geliştirilmiştir (Sztyler ve ark., 2022). Estetik olan kısmı, mekanik ya da kimyasal olarak bonding işlemi ile laboratuvar ortamında gerçekleştirilmektedir (Cohn, 2012). Venerlenmiş paslanmaz çelik kuronlar açık yüzlü paslanmaz çelik kuron gibi hastanın ağızda herhangi bir şekilde hazırlık işlemi gerekmeksizin simante edilebilen estetik kuronlardır.



Şekil 7. Venerlenmiş paslanmaz çelik kuronlar (Cheng Crowns).

Diş prepare edilirken eğer süt molar diş ise oklüzalden yaklaşık 2 mm, ön bölge keser süt dişleri ise insizalden 2 mm dişlerin küçültülmesi gerekmektedir. Ön ve arka bölge süt dişlerinde çevresel olarak kuron yaklaşık %25-30'u kadar küçültülerek, subgingival alanda 1.5-2mm lik kesim yapılması gerekmektedir (Şekil 8) (Cohn, 2012).



Şekil 8. A) Veneerlenmiş paslanmaz çelik kuron için diş preparasyonu. B) Simante edilmiş formu (Cohn, 2012).

Veneerlenmiş prefabrike kuronlar, açık yüzlü paslanmaz çelik kuronlara göre uygulaması kısa süren, kanama ve tükürükten etkilenmeyen, uzun vaadede estetik ve stabilite açısından daha başarılı kuronlardır (Babaji ve ark., 2015). Fakat esnek olmama ve bundan dolayı epoksi rezinin kırılma riski, mezio-distal olarak büyük oldukları için çapraşık dişlerde uygulama zorluğu, paslanmaz çelik kurona göre daha fazla diş kesimi gerektirmesi gibi dezavantajları vardır (Waggoner & Cohen 1995). Shah ve arkadaşları, ön bölgede uyguladıkları 46 veneerlenmiş PÇK'yı inceledikleri çalışmada, kuronların, %61'inde herhangi bir kırılma görülmediğini bildirmişlerdir (Shah, Lee & Wright, 2004).

Pedo Pearls Kuronlar

İlk olarak 1980 yılında piyasaya tanıtılan Pedo pearls kuronlar, alüminyum içerikli ve epoksi rezin kaplı kuronlardır. Diğer kuronlara göre farkı kullanılan metalin paslanmaz çelik yerine alüminyum olmasıdır (Şekil 9). Epoksi reçine kaplama, paslanmaz çelikten ziyade alüminyum yüzeye daha iyi yapışmaktadır. En önemli avantajları universal anatomide olmaları ve sağ-sol farketmeksizin kullanılabilmesidir (Sathyaprasad, Ilyas & Aravind, 2020). Ayrıca esnek, kolay uyumlu, kesilip, bükülebilir ve kırıldığında kompozit ile tamir edilebilirler (Aiem, Smail & Bolla, 2017). Alüminyum kaplamalar oldukça yumuşaktır ve bu da uzun vaadede dayanıklılık konusunda sorun yaratabilmektedir. Bu nedenle bruksizm öyküsü olan hastalarda pedo pearls kuronlardan kaçınılmalıdır (Sztyley ve ark., 2022; Yılmaz & Guler, 2008).

Kuronların simantasyonunda geleneksel yapıştırma simanı kullanmak yerine self cure ya da dual cure kompozit ile simante edilmesi tavsiye edilmektedir (Sathyaprasad, Ilyas & Aravind, 2020)



Şekil 9. Anterior dişler için iç yüzeyi alüminyum kaplı Pedo Pearl kuronlar (Babaji ve ark., 2015).

Strip kuronlar

Strip kuronlar transparant sellüoid diş formunda olan kuronlardır. 1979'da Webber ve arkadaşları tarafından ilk tanıtılmıştır (Ram & Fuks, 2006). Bonding ve kompozit materyallerinin iyice geliştirilmesi ve dişe daha iyi bağlantının sağlanabilmesi sağlanması ile birlikte çocuklarda ön ve arka dişlerin restorasyonu için strip kuronlar üretilmiştir. 16 farklı boyutta üretilen strip kuronlar günümüzde özellikle ön bölgedeki dişlerin estetik restorasyonu için tercih edilen yaygın kuronlar arasındadır (William, 2002).

Strip kuronlar fazla madde kaybı olan dişlerin restorasyonunda, travma sonrası kırıklarda, gelişimsel defektlerde, diş renklemeleri ve pulpa tedavilerinden sonra dişlerin restorasyonlarında kullanılabilir (Muhamad & Abdulgani, 2015). Fakat derin kapanış, aşırı miktarda diş dokusunda kayıp, periodontal hastalık ve izolasyon sağlanamaması durumlarında uygulanması kontraendikedir (Muhamad & Abdulgani, 2015).

Strip kuron uygulaması için dişlerin preparasyonunda fasiyal yüzeyden 1 mm, lingual/palatinal yüzeyden 0.5 mm, interproksimal alanlardan 0.5-1 mm ve subgingival alanda 1 mm'lik kesim yapılması yeterlidir (Şekil 10). Strip kuronların diş adaptasyonunun sağlanabilmesi için esnek yapısı vardır. Bu nedenle uygulama öncesinde makasla kesip uyumlaması kolayca yapılabilmektedir. Dişe asit ve bonding uygulaması sonrasında strip kuron içerisine diş rengindeki restoratif materyalin adapte edilmesini takiben strip kuron prepare edilmiş diş uyumlanır ve ışıklandırılarak, dolgu materyali sertleştikten sonra bir sondla strip kuron uzaklaştırılır. Restorasyon polisajlanarak tedavi sonlandırılır (Citron, 1995).



Şekil 10. Strip kuron uygulaması öncesi çürük uzaklaştırılması ve kron preparasyonu (Souza, ve ark., 2018).

Strip kuronlar kolay şekil verilebilen, trimlenebilen, diş yüzeyinde pürüzsüz yüzey bırakan, tamiri kolay, ince ve diş uygun kompozit uygulanmasına izin verdiği için doğal diş görünümünü sağlayabilen üstün estetik görünümlü materyallerdir (Sahana, Vasa & Ravichandra, 2010). Uygulama sırasında fazla teknik hassasiyet gerektirmektedir. Nem ve hemoraji varlığında adaptasyonu tam sağlanamayabilir. Travma ile kırılabilir ve marjinal bölgede zamanla renkleşme meydana gelebilmektedir (Kupietzky, Waggoner & Galea, 2003). Chen ve arkadaşlarının 418 dişte strip kuron uygulayarak yaptıkları klinik çalışmada 18. ay sonundaki başarı oranı %89.2 olarak tespit edilmiş, % 11.2 sinde ise renk değişikliği görülmüştür (Chen ve ark., 2020).

Polikarbonat kuronlar

1970'lerde piyasaya sürülen polikarbonat kuronlar, karbonik asitlerin aromatik lineer polyesterleri olup, akrilik rezinden prefabrike olarak üretilmektedir (Şekil 11). Belirli bir ısı (yaklaşık 130°) ve basınçla istenen şekil verilebildiğinden termoplastik reçine kuronlar olarak da adlandırılmaktadırlar (Myers, 1975). Universal renkte, yarı saydam olarak piyasada mevcuttur.



Şekil 11. Polikarbonat kuronlar(Sztyler ve ark., 2022)

Polikarbonat kuronlar çürük nedeniyle tahrip olmuş ön dişlerin tam restorasyonunda, erken çocukluk çağı olan çocukların ön bölge dişlerinin restorasyonlarında, renklenmiş, defektli

dişlerde, periodontal olarak sağlıklı dişlerde, yeterli tutuculukta kuron varlığında, pulpa tedavisi sonrası üst yapı olarak ve yer tutucular için abutment olarak kullanılabilir (Mittal ve ark., 2016). Derin kapanışlı, çapraşıklıkla fazla, aşırı küçük kuronlu ve brüksizmi olan çocuklarda kullanımı sınırlıdır (Garg ve ark., 2016; Mittal ve ark., 2016; Üstun & Koruyucu, 2021).

Polikarbonat kuronlar için dişler prepare edilirken, molar dişlerin oklüzalinden 2 mm, proksimal alanlardan 1 mm, bukkal ve lingual yüzden 1 mm, ön keser dişler için insizal kenardan 2 mm, fasiyal ve lingual yüzlerden 1mm, her iki grup dişte de subgingival olarak 1 mm kesim yapılması yeterli olacaktır (Venkataraghavan, Chan & Karthik, 2014).

Paslanmaz çelik kuronlara göre daha estetik olan polikarbonat kuronlar kolayca şekillendirilebilir ve pens ile dişe adapte edilebilir. Kuronlar, esnekliği nedeniyle kıvrılabilir (Sahana, Vasa & Ravichandra, 2010). Veneerlenmiş paslanmaz çelik ve strip kuronlara göre daha dayanıklı olsa da uzun vadede güçlü abrazyiv kuvvetlere maruz kaldığında kırılma ve bütünüyle diştten ayrılma riski mevcuttur. Zamanla renkleşme meydana gelebilir ve fazla diş kesimi gerektirmektedir (Stewart, Luke & Pike, 1974). Lin ve arkadaşları zirkonyum, strip kuron, polikarbonat kuron ile restore ettikleri 60 dişte, polikarbonat kuronlarda diğer kuronlara göre daha fazla koheziv ve kırılma başarısızlıklarının görüldüğü sonucuna varmışlardır (Lin, Khatri & Hong, 2021).

Pediatric jacket kuronlar

Pediatric jacket kuronlar, kopolyesterden üretilmiş, diş renginde prefabrik kuronlardır. Piyasada tek renk seçeneği ile mevcuttur (Garg ve ark., 2016). Şiddetli çürük ve travma sonrasında çocuklarda kullanılabilen kuron seçenekleri arasındadır.

Pedodontik jacket kuronlar, strip kuron formuna benzer şekilde esnek yapıdadır ve simantasyondan önce rahatlıkla makasla kesilip kurona adaptasyonu sağlanabilmektedir (Sahana, Vasa & Ravichandra, 2010). Jacket kuronlar da prepare edilen dişe asit ve bonding uygulanarak yerleştirilmektedirler (Şekil 12). Simantasyon işlemi kompozit rezin simanı veya rezin modifiye cam iyonomer siman ile gerçekleştirilmektedir. Fakat strip kurondan farklı olarak, polimerizasyon işleminden sonra kopolyester yapı diş üzerinden ayrılmaz (Altoukhi & El-Housseiny, 2020).



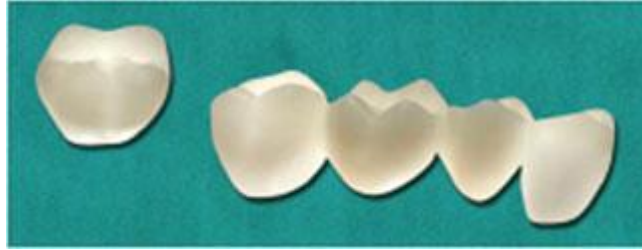
Şekil 12. 51 ve 61 numaralı dişlerde pediatik jaket kuron uygulaması (Castro, 2016).

Jacket kuronlar, üretici firma tarafından çatlamayan, zaman içinde renkleşmeyen ve tamiri kolay kuronlar olarak ön plana çıkarılmıştır. Diğer kuronlara göre uygun maliyetli, ince yapısı sayesinde fazla diş kesimi gerektirmeyen, esnek yapısı ile dişe adaptasyonu kolay kuronlardır. Kurondan ayrılma riski simantasyon için kullanılan rezin cam iyonomer veya kompozit diş formu şeklinde prepare edilmiş dişin üzerinde varlığını sürdürebilmektedir (Sohrabi, Ghadimi & Seraj, 2019; Üstun & Koruyucu, 2021). Fakat oklüzal kuvvetler ile zamanla aşınma, tek ve çok açık renk seçeneği ile komşu dişlere göre renk uyumsuzluğu yaratması, kopolyester materyalin erime riskinden dolayı bitim freziyle yeniden şekillendirilememeleri ve bitim işlemlerinin

yapılamaması dezavantajları arasındadır (Aiem, Smail & Bolla, 2017; Sahana, Vasa & Ravichandra, 2010; Sathyaprasad, Ilyas & Aravind, 2020). Uzun vaadede sızdırmazlık sağlaması için dış izole edilebiliyorsa kompozit ile, tam izole edilemiyorsa rezin modifiye cam iyonomer ile simantasyonu önerilmiştir (Daniels ve ark., 1996; Üstun & Koruyucu, 2021). Sohrabi ve arkadaşları 80 adet süt molar dışında yaptıkları in vitro çalışmada, farklı simanlarla simante edilen PÇK ve jaket kuronların sızdırma oranlarına bakmış, en fazla mikrosızıntının rezin modifiye cam iyonomer ile simante edilen jacket kuronda görüldüğünü tespit etmişlerdir (Sohrabi, Ghadimi & Seraj, 2019).

New Millennium Kronlar

New millennium kronlar, kompozit rezin malzemeden üretilmişlerdir (Şekil 13). Pedodontik jaket ve strip kronlara benzer şekilde kuronun simantasyonu rezin dolduruculu kompozit gibi materyaller ile gerçekleştirilmektedir (Yanover, 1999).



Şekil 13. Kompozit rezinden üretilmiş new millennium kuronlar (Marwah ve ark., 2014).

Pedodontik jaket kuron aksine bu kuronlarda yüksek hızlı frez ile bitim ve yeniden şekillendirme işlemleri yapılabilmektedir. Uygulama için diş preparasyonu strip kuronlara benzemektedir (Sztyler ve ark., 2022). Estetik özellikleri yüksektir. Fakat kırılğan yapıları vardır. Simantasyon sırasında fazla basınç uygulanırsa çatlaklar ya da kırılabilirler. Strip ve pedodontik jaket kuronlara göre pahalı kuronlardır (Updyke, 2000). Overbite, derin kapanış, periodontal hastalığı olan ve retansiyon için yeterli diş dokusu bulunmayan dişlerde endikasyonu yoktur (Garg ve ark., 2016).

Artglass kuronlar

Artglass kuronlar, çapraz bağlı bir yapıya sahip ve üç boyutlu çok işlevli bir moleküler ağ oluşturan polimer metakrilatlardan yapılmıştır (Şekil 14). Bu çapraz bağlı polimerler aynı zamanda cam içermektedir. Mikro cam ve silika gibi doldurucular kuron yapısındaki cam komponentini oluşturmaktadır. Bu doldurucular sayesinde artglass kuronların hem dayanıklılıkları hem de estetik özellikleri diğer kuronlara göre arttırılmıştır. Bağlanılabilirlik açısından kompozitlere benzerken, estetik açısından porcelene benzemektedir (Sztyler ve ark., 2022; Yang & Mani, 2016). Her diş için 6 boyutta üretilmişlerdir. Dış yüzeyine kompozit rezin ile simante edilmektedir.



Şekil 14. Artglass kuron (Babaji ve ark., 2015).

Ömürleri porselenlerinkiyle karşılaştırılabilir derecede uzundur ve en estetik kuron çeşitlerindedir (Aiem, Smail & Bolla, 2017). Renk stabilitesi iyidir. Aşınmaya karşı direnci doğal mine gibidir. Karşıt dişte aşınmaya sebep olmaz (Sahana, Vasa & Ravichandra, 2010). Genelde başarısızlık sebebi ise diş yüzeyi ile olan bağlantıdaki problemlerden kaynaklanmaktadır (Updyke, 2000). Lehmann ve arkadaşlarının 114 kuronu artglass kuron ile restore ettikleri klinik çalışmada artglass kuronların 3. yıl sonunda başarı oranları %96, 5. yıl sonundaki başarı oranı ise %88.5 olarak tespit edilmiştir (Lehmann ve ark, 2009).

Zirkonyum kuronlar

Zirkonyum kuronlar, 2010 yılında John P. Hansen ve Jeffery P. Fisher tarafından tanıtılmışlardır (Sathyaprasad, Ilyas & Aravind, 2020). Zirkonya, zirkonyumun kristal dioksit formudur. Yakın zamanda, zirkonyum dioksit bazlı yeni bir seramik malzeme türü geliştirilmiştir. Yitriyum ile stabilize edilmiş tetragonal zirkon polikristal (Y-TZP), çatlakların ilerlemesine karşı benzersiz bir direnme yeteneğine sahiptir (Chang, 2011). Yitriyumoksitle stabilize edilmiş zirkonya, metallerinkine çok benzer mekanik özelliklere sahiptir ve diş rengiyle aynıdır. Bu kronların mekanik dayanımları paslanmaz çelik kronlarinkine benzemektedir. Hem anterior hem de posterior diş için çeşitli boyutlarda üretilmişlerdir (Karaca, Ozbay & Kargul ve ark, 2013).

Zirkonyum kuronlar bir yada daha fazla yüzeyde çürüü olan dişlerde, pulpa tedavilerinden sonra, defektli dişlerde, yer tutucuda abutment olarak, renkleşmiş dişlerde, fazla madde kayıplı, travmalı dişlerde, bruksizmi olanlarda ve genel anestezi altında tedavi gören çocukların restorasyonlarında kullanılabilir (Sztyley ve ark., 2022).

Diş preparasyonu yapılırken süt molar dişlerde oklüzalden 2 mm, bukkal yüzeyden 0.5 -1 mm, lingual yüzeyden 0.75-1.25 mm, subgingival olarak 1-2 mm, proksimal alanlardan 1.5 mm diş kesimi yapılabilirken, ön dişlerden ise insizalden 2 mm, subgingivalden 2 mm, çevresel olarak ise 0.5- 1.25 mm kesim yeterli olmaktadır. Simantasyonu rezin modifiye cam iyonomer ve kalsiyum alüminat sementlerle yapılabilir (Şekil 15) (Khatri, 2023).



Şekil 15. Zirkonyum için diş preparasyonu ve bitimi (Alaki ve ark., 2020).

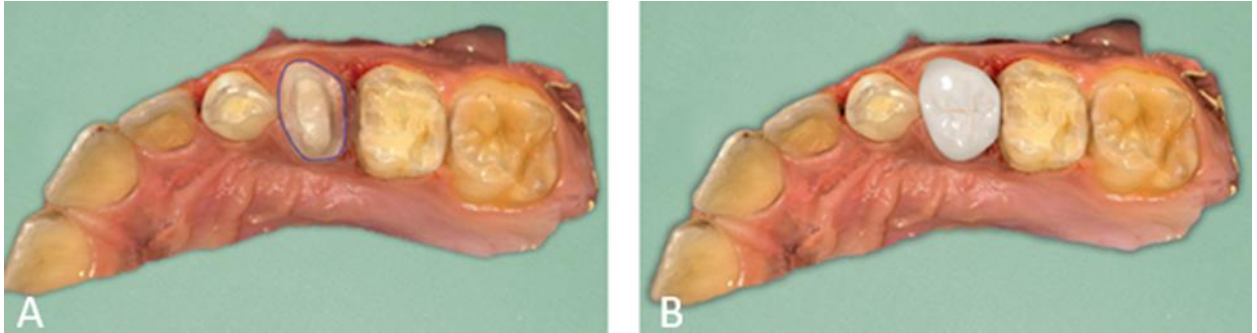
Tek seansta tedavinin bitirilebilmesi, üstün estetik özellikler sergilemesi, biyouyumlu olması, plak tutulumunun az olması, korozyon ve aşınmaya karşı dayanıklılık, oklüzal kuvvetlere, kırılmaya karşı direncinin yüksek olması zirkonyum kuronların avantajları arasındadır (Denry & Holloway, 2010; Khatri, 2023; Tote ve ark., 2015). Esnememesi, teknik hassasiyet gerektirmesi, yer darlığı olanlarda uygulama zorluğu, pahalı olması, fazla diş kesimi

gerektirmesi, antagonist dişte aşınma yapma gibi dezavantajları vardır (Bica ve ark., 2017). Holsinger ve arkadaşları, zirkonyum kuronların klinik başarısını ve ebeveyn memnuniyetini inceledikleri klinik bir çalışmada 21 aylık takip sonucunda yapılan kontrollerde; kuronların hiçbirinde tutuculuk kaybının gözlenmediği, %96'sının ağız içinde mevcut olduğu görülmüştür. Gingival indekste herhangi bir enflamasyon gözlenmediğini belirtmişlerdir.(Tote ve ark., 2015).

CAD/CAM ile üretilen kuronlar

1980'ler de tanıtılan bilgisayar destekli şekillendirme/bilgisayar destekli üretilen restorasyonlar, Computer Assited Design/Computer Asisted Manufacture (CAD/CAM) olarak adlandırılmaktadır. CAD/CAM ile inley, onley, laminate vener, bölümlü kuron, tam kuron ve köprü üretimleri yaygın olarak gerçekleştirilirken, çocuk diş hekimliği alanında kullanımları da artık gündemdedir (Mete, 2014; Üstun & Koruyucu, 2021).

Seramik rekonstrüksiyon yöntemi (CEREC), CAD-CAM teknolojisi ve 3 boyutlu ağız içi kamera ile tarama dahil olmak üzere farklı bilgisayar destekli teknolojileri kullanarak indirekt seramik kuron, köprü, onley, inley gibi yapıları üretmeyi sağlayan bir yöntemdir. Ağız içinden tarayıcı ile alınan ölçü bilgisayar ortamında 3 boyutlu modele dönüştürülmekte ve komşu dişe uygun ton bilgisayar ortamında seçilerek, seramik bloklar şekillendirilmektedir (Şekil 16) (Babajı ve ark., 2015). Bu bilgisayar destekli ölçülerin doğruluğu ve kesinliği nedeniyle, üretilen hibrit restorasyonlar, daha önce çekimin tek seçeneği olduğu büyük ölçüde madde kayıplı süt dişlerinin ağız içinde devamlılığını sağlayabilmesi için ideal bir tedavi yöntemi olmuştur (Gupta ve ark., 2023).



Şekil 16. A) Bilgisayar ortamına aktarılmış 3 boyutlu ağız içi görüntüsü. B) Kuron dizaynı (Naik ve ark., 2023)

CEREC yazılımı ile süt dişleri için özelleştirilmiş seramik kronlar tek seansta üretilmekte ve simante edilebilmektedir. CAD/CAM , çocuk hastalar için güvenilir bir yöntemdir. Çünkü minimum diş preparasyonu gerektirmekte ve hastalar için konfor sağlamaktadır (Collares ve ark., 2016). Üretilen kuronların mekanik dayanıklılığı ve estetik özellikleri yüksektir. Bütün bu avantajlarının yanında pahalı bir teknoloji olup, diş hekiminin bu teknolojiye hakim olması gerekmektedir (Sathyaprasad, Ilyas & Aravind, 2020).

CAD-CAM ve CEREC blok kullanılarak süt dişlerinin restore edildiği bir çok vaka raporunda bu teknolojinin diğer prefabrik kuron uygulamalarına göre güvenilir, hızlı, konforlu, kolay ve kişiselleştirilebilir olduğu sonucuna varılmıştır (Gupta ve ark., 2023; Naik ve ark., 2023; Tolidis ve ark., 2019).

SONUÇ

Kuron uygulamaları çocuklarda madde kaybı fazla olan, estetik olarak defektli, kusurlu dişlerin restorasyonunu sağlayarak beslenme, çiğneme, estetik, fonasyon gibi tüm işlevsel özellikleri çocuğa geri kazandıran restoratif tedavi seçeneklerindedir. Geçmişten günümüze

farklı özelliklere sahip pek çok pediatrik kuron piyasaya sunulmuştur. İlk üretilen kuronlar estetiksel olarak zayıf olsa da zaman içinde teknolojinin de gelişmesi ile hem estetik hem de dayanıklılık açısından üstün özelliklere sahip kuronlar üretilmektedir.

Çocuğun yaşı, estetik ve fonksiyon ihtiyacı, maliyet, uygulama kolaylığı, tedavi süresi, restorasyon gerektiren diş sayısı gibi faktörler uygulanacak kuron çeşidinin belirlenmesinde önemli kriterleri oluşturmaktadır. Henüz tüm kuronların en iyi özelliklerinin tek bir seçenekte toplandığı kuron çeşidi mevcut değildir. Bu nedenle kuronların avantaj ve dezavantajları da uygulama öncesinde göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

Aiem, E., Smaïl Faugeron, V., & Muller Bolla, M. (2017). Aesthetic preformed paediatric crowns: systematic review. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 27(4), 273–282. <https://doi.org/10.1111/IPD.12260>

Alaki, S., Abdulhadi, B. ., AbdElBaki, M., & Alamoudi, N. (2020). Comparing zirconia to anterior strip crowns in primary anterior teeth in children: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health*, 20(1), 313. <https://doi.org/10.1186/S12903-020-01305-1>

Altoukhi, D., & El-Housseiny, AA. (2020). Hall technique for carious primary molars: a review of the literature. *Dentistry Journal*, 8(1), 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/dj8010011>

American Academy of Pediatric Dentistry. (2022). Guideline on restorative dentistry. *The Ref Manual Pediatr Dent*, 44, 401–414.

Amlani, D. V., & Brizuela, M. (2023). Stainless steel crowns in primary dentition. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33790544>

Babaji, P., Patel, J., Poonacha, K., Bansal, A., & Shetty, R. (2015). Crowns in pediatric dentistry (First edition).India: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. <https://doi.org/10.5005/jp/books/12442>

Bica, C., Pescaru, P., Stefanescu, A., Docan, M., Martha, K., Esian, D., & Cerghizan, D. (2017). Applicability of zirconia-prefabricated crowns in children with primary dentition. *Revista De Chimie*, 68(8), 1940–1943. <https://doi.org/10.37358/RC.17.8.5796>

Castro, A. A. (2016). Evaluation of the clinical performance of pedo jacket crowns in the treatment of maxillary anterior teeth with early childhood caries: a prospective clinical and laboratory study. *J Dent Child (Chic.)*, 83(3), 125–131.

Chang, YY. (2011). Maximizing esthetic results on zirconia-based restorations. *General Dentistry* , 59(6), 440–445.

Chen, X. X., Zhong, J., Yan, W. J., Zhang, H. M., Jiang, X., Huang, Q., Xue, S. H., & Liu, X. G. (2020). Clinical performance of resin-bonded composite strip crowns in primary incisors. *Journal of Peking University (Health Sciences)*, 52(5), 907. <https://doi.org/10.19723/J.ISSN.1671-167X.2020.05.019>

Cheng Crowns. (18/06/2023 tarihinde <https://chengcrowns.com/pediatric-crown-academy/pediatric-crown-types/adresinden> ulaşılmıştır).

Citron, C. (1995). Esthetics in pediatric dentistry. *N Y State Dent J.*, 61(2), 30–33.

Cohn, C. (2012). *Pre-veneered stainless steel crowns—an aesthetic alternative*. Academy of Dental Therapeutics and Stomatology Supplement to PennWell Publications.

Collares, K., Corrêa, M., Laske, M., Kramer, E., Reiss, B., Moraes, R., Huysmans, M. C., & Opdam, N. (2016). A practice-based research network on the survival of ceramic inlay/onlay restorations. *Dental Materials*, 32(5), 687–694. <https://doi.org/10.1016/J.DENTAL.2016.02.006>

Daniels, L., Sim, M., & Simon J. (1996). Plastics in pedodontics. *Dent Clin North Am.*, 17, 85–92.

Denry, I., & Holloway, J. A. (2010). Ceramics for dental Applications: a review. *Materials*, 3(1), 351–368. <https://doi.org/10.3390/MA3010351>

Garg, V., Panda, A., Shah, J., & Panchal, P. (2016). Crowns in pediatric dentistry: a review. *J. Adv. Med. Dent. Sci. Res.*, 4, 41–46.

Georgieva, M., Dimitrov, E., & Andreeva, R. (2016). Indications for use of preformed crowns in pediatric dentistry. *Journal of Medical and Dental Practice*, 3(2), 439–445. <https://doi.org/10.18044/MEDINFORM.201632.439>

Gupta, G., Gupta, D. K., Gupta, P., Shah, P., & Khairwa, A. (2023). Customized zirconia crown in pediatric dentistry from concept to reality. *Avicenna Journal of Dental Research*, 15(1), 27–31. <https://doi.org/10.34172/ajdr.2023.1589>

Innes, N., Ricketts, D., Chong, L. Y., Keightley, A., Lamont, T., & Santamaria, R. (2015). Preformed crowns for decayed primary molar teeth. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(12). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005512.PUB3>

Innes, N., Stirrups, D., Evans, D., Hall, N., & Leggate, M. (2006). A novel technique using preformed metal crowns for managing carious primary molars in general practice - a retrospective analysis. *British Dental Journal*, 200(8), 451–454. <https://doi.org/10.1038/SJ.BDJ.4813466>

Karaca, S., Ozbay, G., & Kargul, B. (2013). Primary zirconia crown restorations for children with early childhood caries. *Acta Stomatologica Croatica : International Journal of Oral Sciences and Dental Medicine*, 47(1), 64–71. <https://doi.org/10.15644/ASC47/1/6>

Khatri, A. (2023). Esthetic zirconia crown in pedodontics. *International Journal of Pedodontic Rehabilitation*, 2(1), 31. https://doi.org/10.4103/IJPR.IJPR_24_16

Kidd, E. A. M. (2004). How “clean” must a cavity be before restoration? *Caries Research*, 38(3), 305–313. <https://doi.org/10.1159/000077770>

Kindelan, S., Day, P., Nichol, R., Willmott, N., & Fayle, S. (2008). UK national clinical guidelines in paediatric dentistry: stainless steel preformed crowns for primary molars. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 18(1), 20–28. <https://doi.org/10.1111/J.1365-263X.2008.00935.X>

Kupietzky, A., Waggoner, W., & Galea, J. (2003). The clinical and radiographic success of bonded resin composite strip crowns for primary incisors. *Pediatr Dent*, 25(6), 577–581.

Lehmann, F., Spiegl, K., Eickemeyer, G., & Rammelsberg, P. (2009). Adhesively luted, metal-free composite crowns after five years. *J Adhes Dent*, 11(6), 393–398.

Lin, B., Khatri, A., & Hong, M. (2021). Comparison of fracture strengths among different commonly placed anterior esthetic restorations for primary dentition: an in vitro study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 45(3), 171–176. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-45.3.5>

MacHiulskiene, V., Campus, G., Carvalho, J. C., Dige, I., Ekstrand, K. R., Jablonski-Momeni, A., Maltz, M., Manton, D. J., Martignon, S., Martinez-Mier, E. A., Pitts, N. B., Schulte, A. G., Splieth, C. H., Tenuta, L. M. A., Ferreira Zandona, A., & Nyvad, B. (2020). Terminology of dental caries and dental caries management: consensus report of a workshop organized by ORCA and cariology research group of IADR. *Caries Research*, 54(1), 7–14. <https://doi.org/10.1159/000503309>

Marwah, N., Ravi, G., & Ravichandra, K. (2014). Textbook of Pediatric Dentistry (Third edit). India: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. <https://doi.org/10.5005/jp/books/12331>

Mete, A. (2014). *Süt azı dişlerinde CAD/CAM yöntemiyle hazırlanan kuronların in vitro şartlarda karşılaştırılması*. Atatürk Üniversitesi.

Mittal, G. K., Verma, A., Pahuja, H., Agarwal, S. A., & Tomar, H. (2016). Esthetic crowns in pediatric dentistry. *Int. J. Contemp. Med. Res.* , 3, 1280. – 1282.

Muhamad, A. H., & Abdulgani, A. (2015). Strip crowns technique for restoration of primary anterior teeth: case report. *IOSR J. Dent. Med. Sci.* , 48–53.

Myers, D. (1975). The restoration of primary molars with stainless steel crowns. *ASDC Journal of Dentistry for Children* , 43(6), 406–409.

Naik, S., Thakkar, S., Nadig, B., & Naik, D. S. (2023). Alternative esthetic pediatric crowns using digital approach: a case series. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics*, 8(2), 118–122. <https://doi.org/10.18231/J.IJCE.2023.023>

Nash, D. A. (1981). The nickel-chromium crown for restoring posterior primary teeth. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 102(1), 44–49. <https://doi.org/10.14219/JADA.ARCHIVE.1981.0023>

Nowak, A., Christensen, J., Mabry, T., Townsend, J., & Wells, M. (2019). Pediatric dentistry: infancy through adolescence (Sixth edit). Holland: Elsevier.

Ram, D., & Fuks, A. B. (2006). Clinical performance of resin-bonded composite strip crowns in primary incisors: A retrospective study. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 16(1), 49–54. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2006.00680.x>

Randall, R. (2002). Preformed metal crowns for primary and permanent molar teeth: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 489–500.

Rather, Dr. S. H., Kazi, Dr. S., & Kazi, Dr. S. (2020). The role of remineralizing agents used in dentistry: an update then and now. *Saudi Journal of Biomedical Research*, 5(7), 183–187. <https://doi.org/10.36348/SJBR.2020.V05I07.003>

Roberts, C., Lee, J. Y., & Wright, J. T. (2001). Clinical evaluation of and parental satisfaction with resin-faced stainless steel crowns. *Journal of Pediatric Dentistry*, 23(1), 28–31.

Sahana, S., Vasa, K., & Ravichandra, S. (2010). Esthetic crowns for primary teeth: a review. *Annals and Essences of Dentistry*, 2(2), 87–93. <https://doi.org/10.5368/AEDJ.2010.2.2.87-93.PDF>

Sajjanshetty, S., Patil, P., Hugar, D., & Rajkumar, K. (2023). Pediatric preformed metal crowns - an update. *Journal of Dental and Allied Sciences*, 2(1), 29. <https://doi.org/10.4103/2277-4696.159263>

Sathyaprasad, S., Ilyas, I., & Aravind, A. (2020). Anterior crowns in pediatric dentistry: a literature review . *International Journal of Current Research*, 12(11), 14510–14515.

Schwartz, S. (2015). *Full coverage aesthetic restoration of anterior primary teeth.* (18/06/2023 tarihinde :chromeextension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://assets.ctfassets.net/u2qv1tdtdb bu/4fx00u5Gps8dzFT9kMYeAZ/d1359e2fdc010f2087fa34a15d03ba70/ce379-archive.pdf adresinden ulaşılmıştır.)

Seraj, B., Shahrabi, M., Motahari, P., & Ahmadi, R. (2011). Microleakage of stainless steel crowns placed on intact and extensively destroyed primary first molars: an in vitro study. *Pediatric Dentistry*, 33(7), 525–528.

Setty, J. V., & Srinivasan, I. (2016). Knowledge and awareness of primary teeth and their importance among parents in bengaluru city, India. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9(1), 56. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10005-1334>

Shah, P., Lee, J., & Wright, J. (2004). Clinical success and parental satisfaction with anterior veneered primary stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 26(5), 391–395.

Shrestha, S., Koirala, B., Dali, M., & Birajee, G. (2020). Anterior crowns in pediatric dentistry: a review. *Journal of Nepalese Association of Pediatric Dentistry*, 1(1), 32–38. <https://doi.org/10.3126/JNAPD.V1I1.41404>

Sohrabi, M., Ghadimi, S., & Seraj, B. (2019). Comparison of microleakage of pedo jacket crowns and stainless steel crowns cemented with different cements. *Frontiers in Dentistry*, 16(1), 31. <https://doi.org/10.18502/FID.V16I1.1106>

Souza, M. I., Cavalheiro, J. P., & Bussaneli, D. G. (2018). Aesthetic rehabilitation with strip crowns in Pediatric Dentistry: a case report. *CES Odontologia*, 31(2).

Stewart, R. E., Luke, L. S., & Pike, A. R. (1974). Preformed polycarbonate crowns for the restoration of anterior teeth. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 88(1), 103–107. <https://doi.org/10.14219/JADA.ARCHIVE.1974.0018>

Sztyler, K., Wiglusz, R. J., & Dobrzynski, M. (2022). Review on preformed crowns in pediatric dentistry-the composition and application. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/MA15062081>

Tolidis, K., Mourouzis, P., & Arhakis, A. (2019). Computer-aided design and manufacturing crown on primary molars: an innovative case report. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(1), 76–79. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10005-1591>

Tote, J., Godhane, A., Das, G., Soni, S., Jaiswal, K., & Vidhale, G. (2015). Posterior esthetic crowns in pediatric dentistry. *IJDMR*, 1(6), 197–201.

Updyke JR. (2000). Esthetics and longevity of anterior Artglass crowns. *J Southeast Soc Pediatr Dent*, 6, 25–26.

Üstun, O., & Koruyucu, M. (2021). Çocuk hastalarda kullanılan kuron restorasyonlar. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 113–123.

Venkatraghavan, K., Chan, J., & Karthik, S. (2014). Polycarbonate crowns for primary teeth revisited: restorative options, technique and case reports. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 32(2), 156–159. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.130981>

Waggoner WF, & Cohen H. (1995). Failure strength of four veneered primary stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 17(1), 36–40.

Wiedenfled, K. R., Draughn, R. A., & Goltra, S. E. (1995). Chairside veneering of composite resin to anterior stainless steel crowns: another look. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 62(4), 270–273. <https://europepmc.org/article/med/7593886>

William F, W. (2002). Restoring primary anterior teeth. *Pediatr Dent*, 24(5), 511–516.

Yang, J. C., & Mani, G. (2016). Crowns for primary anterior teeth. *International Journal of Pedodontic Rehabilitation*, 1(2), 75. <https://doi.org/10.4103/2468-8932.196491>

Yanover, L. (1999). The Artglass primary anterior esthetic crown. *J Southeast Soc Pediatr Dent*, 5, 10–12.

Yilmaz, Y., & Guler, C. (2008). Evaluation of different sterilization and disinfection methods on commercially made preformed crowns. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 26(4), 162–167. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.44032>

**Diş Hekimliği Bilimlerinde
GÜNCEL TARTIŞMALAR**

2

